

**Bu kitaba sığmayan  
daha neler var!**



Karekodu okutun, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaşın!

**eba**  
www.eba.gov.tr



**ÖDS**

**ÖĞRENCİ/ÖĞRETMEN  
DESTEK SİSTEMİ**

<https://ods.eba.gov.tr>

- Konu Anlatımlı Ders Videoları
- Soru Çözüm Videoları
- Ders Anlatım Videoları
- Çoktan Seçmeli Sorular



40181 700982

**BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA  
ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.  
PARA İLE SATILAMAZ.**

ISBN: 978-975-11-5678-5

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik'in 5'inci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşınması Zorunlu Değildir.

UÇAK BAKIM ALANI

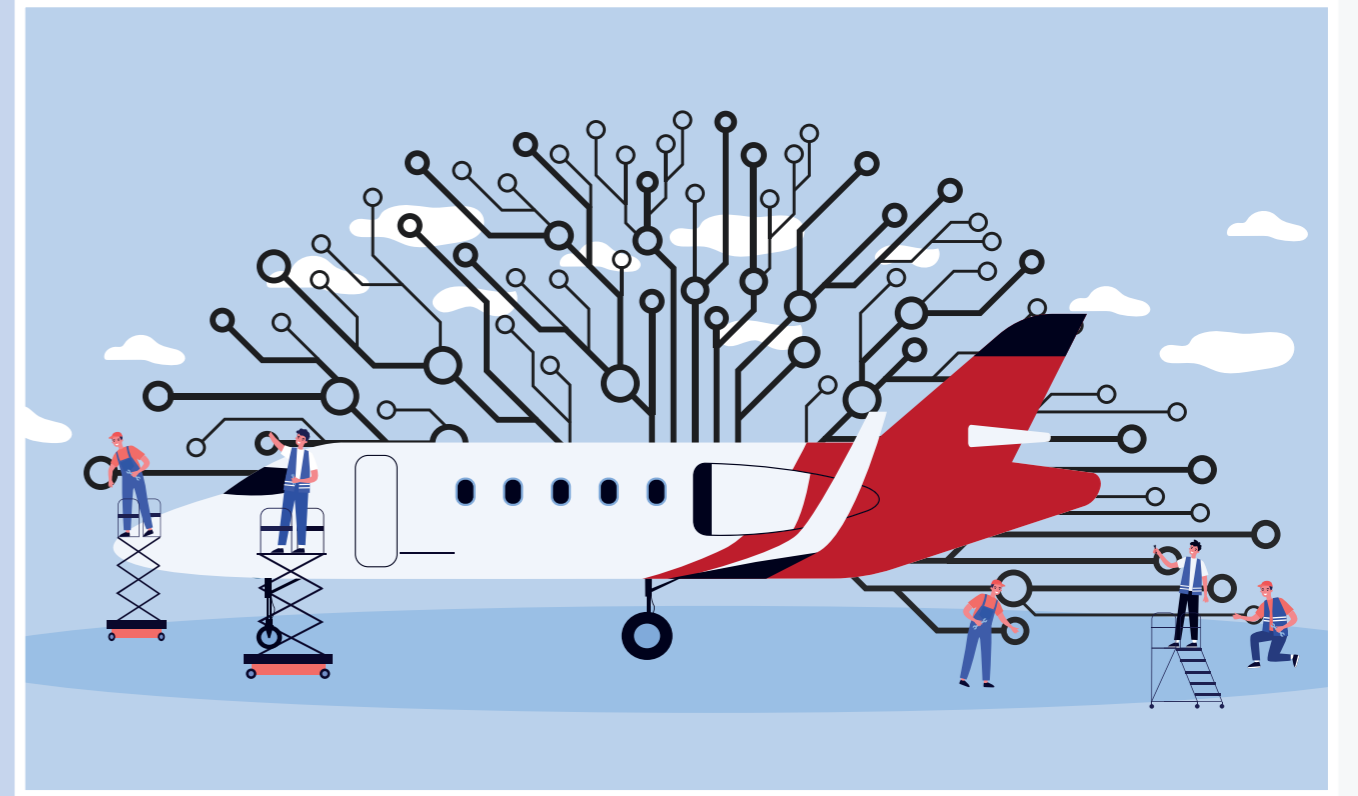
ELEKTRİK DEVRE ANALİZİ ATÖLYESİ 9

DERS MATERYALI

**MESLEKİ VE TEKNİK  
ANADOLU LİSESİ**

UÇAK BAKIM ALANI

# ELEKTRİK DEVRE ANALİZİ ATÖLYESİ



**9**

DERS MATERYALI





**MESLEKİ VE TEKNİK  
ANADOLU LİSESİ  
UÇAK BAKIM ALANI**

**ELEKTRİK DEVRE ANALİZİ ATÖLYESİ**

9

**DERS MATERYALİ**

**YAZARLAR**

Levent MORGÜL  
İlhan DEMİR  
Yalçın TIRAŞ  
Yusuf KAYA



MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI.....	7538
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLARI DİZİSİ.....	1578

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Ders materyalinin metin, soru şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

<b>HAZIRLAYANLAR</b>	
<b>Dil Uzmanı</b>	Yusuf KARAGÖZ
<b>Rehberlik Uzmanı</b>	Vakkas ÖZBEK
<b>Görsel Tasarım Uzmanları</b>	Erkan KARAMAN Gülşah SONGUR

ISBN: 978-975-11-5678-5

Millî Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.



## İSTİKLÂL MARŞI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Mehmet Âkif Ersoy**

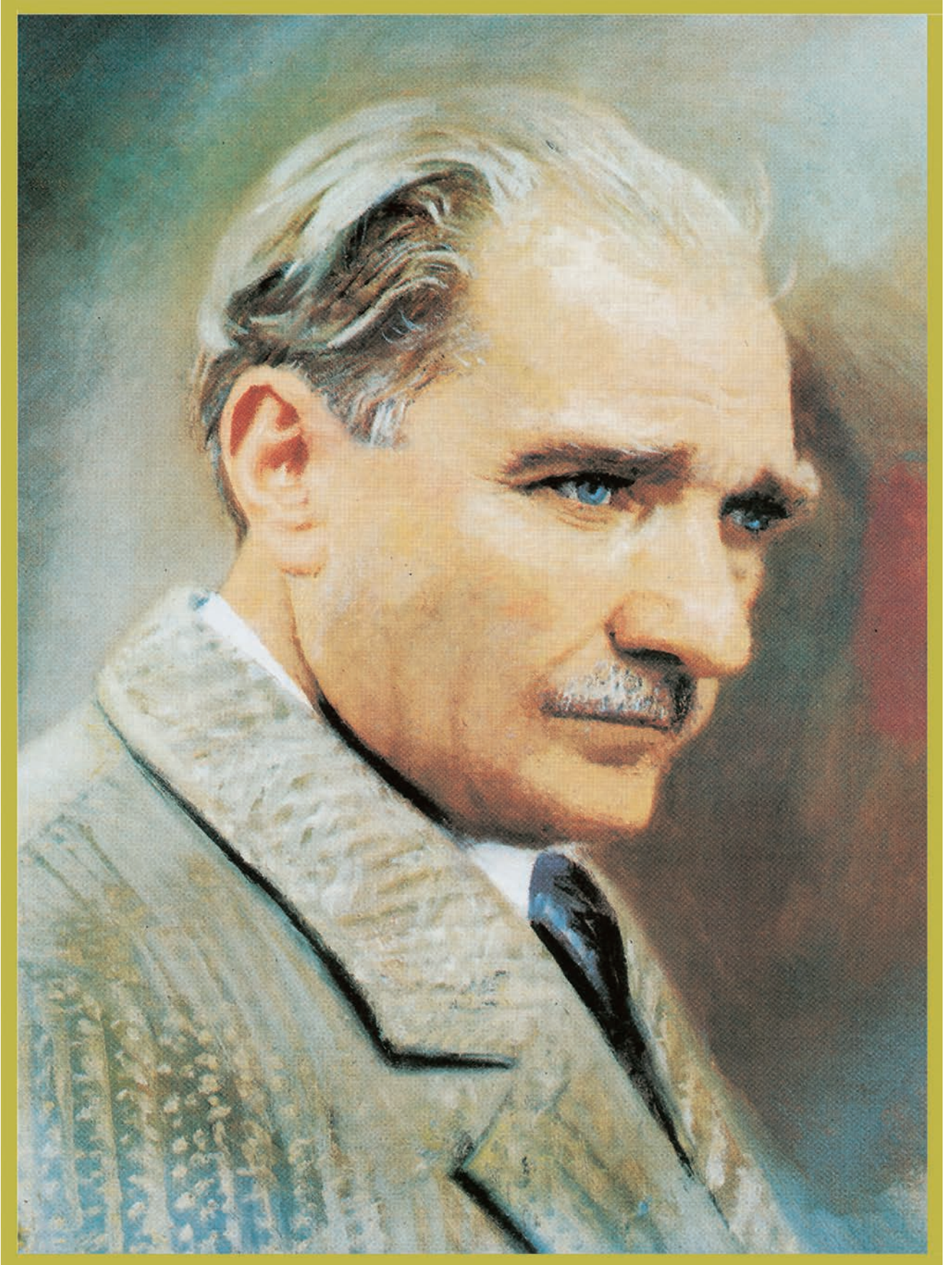
## GENÇLİĞE HİTABE

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

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

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

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK







# İÇİNDEKİLER



## DERS MATERYALİNİN TANITIMI ..... 14

## 1. ÇEŞİTLİ YÖNTEMLERLE ELDE EDİLEN ELEKTRİĞİ TEST ETME ..... 18

### 1.1. EMNİYET TEDBİRLERİ ALMA ..... 18

#### 1.1.1. Elektrik Atölyesinde Emniyet Tedbirleri ..... 18

#### 1.1.2. Elektrik Akımının İnsana Etkisi ..... 18

#### 1.1.3. Elektrikle Çalışılırken Uyulması Gereken İş Sağlığı ve Güvenliği Kuralları ..... 19

#### 1.1.4. Yangın Türleri ..... 20

#### 1.1.5. Elektrik Atölyesinde Çıkması Muhtemel Yangın Türleri ..... 21

#### 1.1.6. Elektrik Atölyesinde Yangına Müdahale ve İlk Yardım ..... 21

#### 1.1.7. Elektrik Kazaları ..... 22

#### 1.1.8. Elektrik Kazalarında İlk Yardım ..... 22

### 1.2. ELEKTRON DAĞILIMINI HESAPLAMA ..... 23

#### 1.2.1. Atomun Yapısı ..... 24

#### 1.2.2. Elektron Yörünge Dağılımı ..... 24

#### 1.2.3. İletkenler ..... 24

#### 1.2.4. Yalıtkanlar ..... 26

#### 1.2.5. Yarı İletkenler ..... 26

### 1.3. STATİK YÜK HESABI YAPMA ..... 28

#### 1.3.1. Statik Elektrik Kavramı ..... 28

#### 1.3.2. Statik Elektrik Yüklerinin Ölçülmesi ..... 29

#### 1.3.3. Elektrik İletimi ..... 30

### 1.4. ÇEŞİTLİ YÖNTEMLERLE ELEKTRİK ELDE ETME ..... 32

#### 1.4.1. Elektrik Üretiminin Gelişim Evreleri ..... 32

#### 1.4.2. Elektrik Elde Etme Yöntemleri ..... 33

### 1.5. PİL BAĞLANTILARINI YAPMA ..... 35

#### 1.5.1. Yapılarına Göre Pil Çeşitleri ..... 36

#### 1.5.2. Pillerin İç Direnci ..... 37

#### 1.5.3. Pillerin Bağlantıları ..... 38

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME ..... 43

## 2. ELEKTRİKSEL BÜYÜKLÜKLERİ ÖLÇME ..... 46

### 2.1. AMPERMETREYLE AKIM ÖLÇME ..... 46

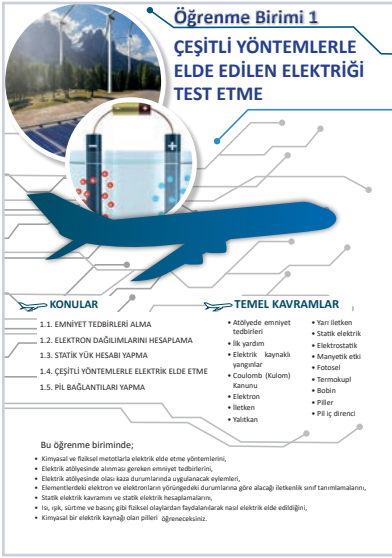
#### 2.1.1. Temel Kavramlar ..... 46

#### 2.1.2. Ampermetrenin Özellikleri, Çalışması ve Çeşitleri ..... 51

#### 2.1.3. Ampermetreyle Akım Ölçme ..... 52

### 2.2. VOLTMETREYLE GERİLİM ÖLÇME ..... 55

#### 2.2.1. Temel Kavramlar ..... 55



Öğrenme Birimi 2	
ELEKTRİKSEL BÜYÜKLÜKLERİ ÖLÇME	
<b>KONULAR</b>	<b>TEMEL KAVRAMLAR</b>
2.1. AMPERMETREYLE AKIM ÖLÇME	• Akım
2.2. VOLTMETREYLE GERİLİM ÖLÇME	• Voltmetre
2.3. OHMMETREYLE DİRENÇ ÖLÇME	• Ohm
2.4. AVOMETREYLE AKIM, GERİLİM VE DİRENÇ ÖLÇME	• Gerilim
2.5. GÜÇ VE İŞ ÖLÇÜMLERİNİ YAPMA	• Potansiyel fark
	• EMK
	• Volt
	• Enerji
	• Süre
	• Watt
	• Kilowatt
	• Saniye
	• Wattmetre
	• Elektrik sayacı
	• Güç

Bu öğrenme biriminde:

- Elektriksel büyüklüklerin ölçülmesiyle ilgili temel kavramlar,
- Elektrik akımına ilgili temel kavramları ve ampermetre ile akım ölçmeyi,
- Gerilim, potansiyel fark, EMK kavramlarını ve voltmetre ile gerilim ölçmeyi,
- Dirençle ilgili temel kavramları ve ohmmetre ile direnç ölçmeyi,
- AVometre ile akım, gerilim ve direnç ölçmeyi,
- İş gücü ve enerji hesaplamaları,
- İş gücü hesaplaması ve ölçme konularını öğreneceksiniz.

2.2.2. Voltmetrenin Özellikleri, Çalışması ve Çeşitleri .....	58
2.2.3. Voltmetre ile Gerilim ve EMK Ölçme .....	53
2.3. OHMMETREYLE DİRENÇ ÖLÇME .....	62
2.3.1. Temel Kavramlar .....	62
2.3.2. Ohmmetrenin Özellikleri, Çalışması ve Çeşitleri .....	63
2.3.3. Ohmmetreyle Direnç Ölçme .....	64
2.4. AVOMETREYLE AKIM, GERİLİM VE DİRENÇ ÖLÇME .....	68
2.4.1. AVometrenin Özellikleri, Çalışması ve Çeşitleri .....	68
2.4.2. AVometreyle Akım, Gerilim ve Direnç Ölçme .....	71
2.5. GÜÇ VE İŞ ÖLÇÜMLERİNİ YAPMA .....	79
2.5.1. Temel Kavramlar .....	79
2.5.2. İş, Güç ve Enerji Hesaplamaları .....	81
2.5.3. İş ve Güç Ölçme .....	82
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....</b>	<b>91</b>

Öğrenme Birimi 3	
DİRENÇLİ DEVRELERDE ELEKTRİK KANUNLARI	
<b>KONULAR</b>	<b>TEMEL KAVRAMLAR</b>
3.1. DİRENÇ RENK TABLOSUNU DOĞRU KULLANARAK DİRENÇ RENK DEĞERİ OKUMA	• Direnç
3.2. DİRENÇ BAĞLANTI TÜRLERİ	• Öz direnç
3.3. POTANSİYOMETRE VE REOSTA BAĞLANTILARINI YAPMA	• Ayarlı dirençler
3.4. WHEATSTONE KÖPRÜSÜ BAĞLANTISINI YAPMA	• Direnç renk kodu
3.6. KIRCHHOFF KANUNLARI HESAPLAMALARINI YAPMA	• Dirençlerin bağlanması
	• Potansiyometre
	• Reosta
	• Ohm Kanunu
	• Wheatstone Köprüsü
	• Kirchhoff Kanunları

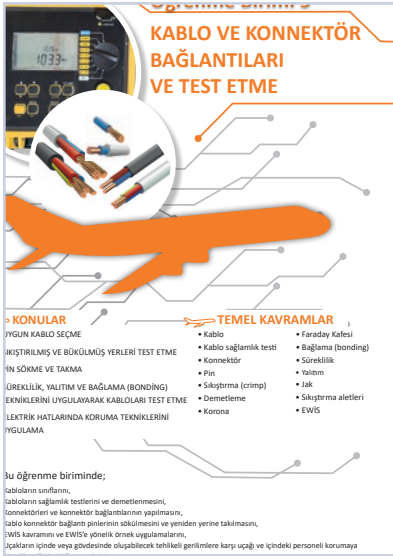
Bu öğrenme biriminde:

- Direnç özelliklerini ve dirençin değerine etki eden faktörleri,
- Dirençin okunmasını, tespit etmeyi ve değeri bilinemeyen dirençin değerini belirlemeyi,
- Direnç devrelerde akımın dağılımlarını ve akım kanunları ile hesaplamaları,
- Dirençin değeri okunmay ve direnç renk tablosunu,
- Ohm kanunu ile direnç, akım ve gerilim hesaplamaları,
- Kirchhoff kanunu ile direnç devrelerinden geçen akım, direnç üzerine düşen gerilim hesaplamalarını ve uygulamalarını öğreneceksiniz.

<b>3. DİRENÇLİ DEVRELERDE ELEKTRİK KANUNLARI .....</b>	<b>96</b>
3.1. DİRENÇ RENK TABLOSUNU KULLANARAK DİRENÇ RENK DEĞERİNİ OKUMA .....	96
3.1.1. Direnç ve Öz direnç Kavramı .....	96
3.1.2. Direnç Çeşitleri .....	97
3.1.3. Direnç Renk Kodları .....	98
3.2. DİRENÇ BAĞLANTI TÜRELERİ .....	102
3.2.1. Seri Bağlantı .....	102
3.2.2. Paralel Bağlantı .....	102
3.2.3. Karışık Bağlantı .....	103
3.3. POTANSİYOMETRE VE REOSTA BAĞLANTILARINI YAPMA .....	109
3.3.1. Potansiyometre İçyapısı ve Çeşitleri .....	109
3.3.2. Potansiyometre Devre Bağlantıları .....	109
3.3.3. Reosta İçyapısı ve Çeşitleri .....	110
3.3.4. Reosta Devre Bağlantıları .....	110
3.4. WHEATSTONE KÖPRÜSÜ BAĞLANTISINI YAPMA .....	115
3.4.1. Wheatstone Köprüsü .....	115
3.5. OHM KANUNU HESAPLAMALARINI YAPMA .....	117
3.5.1. Ohm Kanunu .....	116
3.6. KIRCHHOFF KANUNLARI HESAPLAMALARINI YAPMA .....	120
3.6.1. Kirchhoff Akım Kanunu .....	120
3.6.2. Kirchhoff Gerilim Kanunu .....	121
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....</b>	<b>127</b>



<b>4. KONDANSATÖRLER .....</b>	<b>130</b>
4.1. KONDANSATÖR SEÇME .....	130
4.1.1. Kondansatör ve Kapasite Kavramı .....	130
4.1.2. Kondansatör Çeşitleri .....	133
4.1.3. Kondansatör Özellikleri ve Kondansatör Seçimi .....	141
4.2. KONDANSATÖR RENK VE RAKAM KODLARINI OKUMA .....	146
4.2.1. Kondansatör Renk Kodları .....	146
4.2.2. Kondansatör Harf ve Rakam Kodları .....	152
4.3. KONDANSATÖR BAĞLANTILARINI YAPMA .....	159
4.3.1. Seri Bağlantı .....	159
4.3.2. Paralel Bağlantı .....	160
4.3.3. Karışık (Seri-Paralel) Bağlantı .....	161
4.4. KONDANSATÖRLERİ TEST ETME .....	168
4.4.1. Sağlam Kondansatörün Özellikleri ve Kondansatör Sağlamlık Testi .....	168
4.4.2. Kondansatörlerin Kısa ve Açık Devre Özellikleri .....	170
4.4.3. Kondansatörlerdeki Sızıntı (Kaçak) Akımı .....	170
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....</b>	<b>174</b>



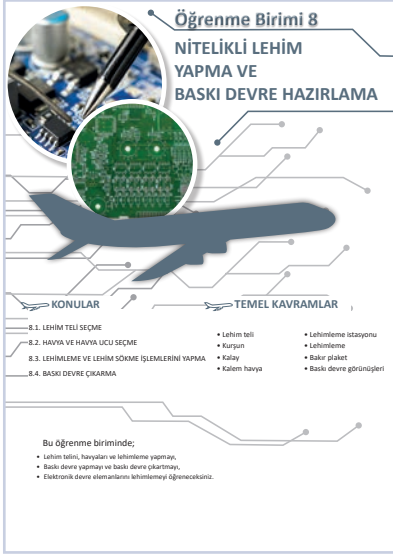
<b>5. KABLO VE KONNEKTÖR BAĞLANTILARI VE TEST ETME .....</b>	<b>178</b>
5.1. UYGUN KABLO SEÇME .....	178
5.1.1. Uygun Kablo Seçme .....	178
5.1.2. Koaksiyel Kablo .....	183
5.1.3. Kablo Sağlamlık Testi .....	184
5.2. SIKIŞTIRILMIŞ VE BÜKÜLMÜŞ YERLERİ TEST ETME .....	186
5.2.1. Sıkıştırma .....	186
5.2.2. Pin ve Bağlantı Malzemeleri .....	187
5.2.3. Kablo ve Kablo Demetlerinde Bükme .....	187
5.2.4. Sıkıştırma İşlem ve Test Edilmesi .....	188
5.3. PIN SÖKME VE TAKMA .....	190
5.3.1. Pin Sökme ve Takma .....	191
5.3.2. Konnektörler (Connector) .....	191
5.4. SÜREKLİLİK, YALITIM VE BAĞLAMA (BONDİNG) TEKNİKLERİNİ UYGULAYARAK KABLOLARI TEST ETME .....	200
5.4.1. Yalıtım .....	200
5.4.2. Bağlama (Bonding) ve Süreklilik .....	201
5.4.3. Uçaklarda Topraklama .....	203
5.4.4. Uçak Elektrik Hatlarında Olabilecek Hasarlar ve Toleransları .....	204
5.5. ELEKTRİK HATLARINDA KORUMA TEKNİKLERİNİ UYGULAMA .....	207
5.5.1. Uçaklarda Elektrik Hatlarını Koruma .....	207
5.5.2. Elektriksel Kablolarda Bağlantı Sistemi (EWIS) .....	208
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....</b>	<b>213</b>

Öğrenme Birimi 6	
AYDINLATMA BAĞLANTILARI VE ARIZA GİDERME	
<b>KONULAR</b>	<b>TEMEL KAVRAMLAR</b>
6.1. ZAYIF AKIM DEVRELERİNİ KURMA	• Zayıf akım devreleri
6.2. AYDINLATMA DEVRELERİNİ KURMA	• Sigorta
6.3. UÇAKTAKİ HARİCÎ VE DÂHİLÎ LAMBA BAĞLANTILARI, LAMBA FLAMENT DEĞİŞİMLERİ VE ARIZALARINI GİDERME	• Transformator
	• Bulbun
	• Zil
	• Aydınlatma devreleri
	• Anahtar
	• Duy
	• Buat
	• Kasa
	• Klemens
	• PHS
	• Lamba
	• Uçak haricî (değ) aydınlatması
	• Uçak dâhilî (değ) aydınlatması
	• Acil durum aydınlatması
	• Kabin
	• Kabin
	• ATA 100 chapters
Bu öğrenme biriminde;	
• Zayıf akım devrelerinin yapılmaması ve zayıf akım devrelerinde arızaların giderilmesi,	
• Aydınlatma devrelerinin yapılmaması ve aydınlatma devrelerinde arızaların giderilmesi,	
• Uçakta iç ve dış komanda bulunan aydınlatma elemanlarının,	
• Uçakta iç ve dış komanda bulunan aydınlatma elemanlarının çalışma prensibi,	
• Uçakta iç ve dış komanda bulunan aydınlatma devrelerinde arızaların giderilmesi öğrenilecektir.	

<b>6. AYDINLATMA BAĞLANTILARI VE ARIZA GİDERME.....</b>	<b>218</b>
6.1. ZAYIF AKIM DEVRELERİNİ KURMA .....	218
6.1.1. Zayıf Akım Devrelerini Kurma .....	218
6.1.2. Zayıf Akım Devreleri Yapılırken Dikkat Edilmesi Gerekenler ..	220
6.2. AYDINLATMA DEVRELERİNİ KURMA .....	229
6.2.1. Aydınlatma Devrelerini Kurma .....	229
6.2.2. Aydınlatma Devrelerinin Yapımında Dikkat Edilmesi Gerekenler	230
6.2.3. Aydınlatma Devrelerinde Kullanılacak Elemanların Sembolleri	231
6.3. UÇAKTAKİ HARİCÎ VE DÂHİLÎ LAMBA BAĞLANTILARI, LAMBA-FLAMENT DEĞİŞİMLERİ VE ARIZALARINI GİDERME.....	237
6.3.1. Uçaktaki Haricî, Dâhilî ve Acil Durum Aydınlatmaları .....	237
6.3.2. ATA 100 Işık Bölümü .....	241
6.3.3. Uçak Aydınlatma Devrelerinin Kurulması ve Tamiratında Dikkat Edilmesi Gerekenler.....	241
6.3.4. Uçak Aydınlatma Devrelerinde Kullanılan Semboller .....	242
6.3.5. Uçaklarda Haricî Aydınlatma Devrelerini Çizme .....	243
6.3.6. Uçaklarda Dâhilî Aydınlatma Devrelerini Çizme .....	245
6.3.7. Uçaklarda Acil Durum Aydınlatma Devrelerini Çizme.....	245
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....</b>	<b>248</b>

Öğrenme Birimi 7	
YARI İLETKENLERİ DEVREYE BAĞLAMA VE TEST ETME	
<b>KONULAR</b>	<b>TEMEL KAVRAMLAR</b>
7.1. TEST EDİLEN DİYOTLARI DEVREYE BAĞLAMA	• Yarı iletken
7.2. TEST EDİLEN TRANSİSTÖRLERİ DEVREYE BAĞLAMA	• P madde
7.3. ÇEŞİTLİ ENTEGRE DEVRELERİ ÇALIŞTIRMA	• N madde
	• Diyot ve diyot çeşitleri
	• Diyot bağlantıları
	• NPN
	• PNP
	• Transistör ve transistör çeşitleri
	• Transistör bağlantıları
	• Entegre devreler
	• Entegre devre çeşitleri
	• Entegre devre bağlantıları
Bu öğrenme biriminde;	
• Yarı iletken elektronik devre elemanlarının yapılarını,	
• Yarı iletken elektronik devre elemanlarının sembollerini,	
• Yarı iletken elektronik devre elemanlarının bağlantılarını ve uygulamalarını,	
• Diyot, transistör ve entegre devrelerin öğrenilecektir.	

<b>7. YARI İLETKENLERİ DEVREYE BAĞLAMA VE TEST ETME .....</b>	<b>252</b>
7.1. TEST EDİLEN DİYOTLARI DEVREYE BAĞLAMA .....	252
7.1.1. Diyotların Yapısı, Çeşitleri, Sembolleri ve Çalışmaları.....	252
7.1.2. Diyodun Tanımı ve Çeşitleri .....	254
7.1.3. Diyotların Sağlamlık ve Bağlantı Terminal Tespit İşlemlerinin Yapılması .....	257
7.1.4. Diyotların Devre Bağlantılarının Yapılması.....	260
7.2. TEST EDİLEN TRANSİSTÖRLERİ DEVREYE BAĞLAMA .....	266
7.2.1. Transistörlerin Yapısı.....	266
7.2.2. BJT Transistör Çeşitleri, Sembolleri ve Çalışmaları .....	266
7.2.3. BJT Transistörlerin Sağlamlık ve Bağlantı Terminal Tespit İşlemlerinin Yapılması.....	267
7.2.4. BJT Transistörlerin Devre Bağlantılarının Yapılması .....	268
7.3. ÇEŞİTLİ ENTEGRE DEVRELERİ ÇALIŞTIRMA .....	273
7.3.1. Entegre Devrelerin Yapısı, Çeşitleri, Sembolleri ve Çalışması	273
7.3.2. Entegre Devre Çeşitleri Sembolleri ve Çalışmaları.....	274
7.3.3. Entegre Devrelerin Sağlamlık ve Bağlantı Terminal Tespit İşlemlerinin Yapılması .....	277
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....</b>	<b>285</b>



<b>8. NİTELİKLİ LEHİM YAPMA VE BASKI DEVRE HAZIRLAMA .....</b>	<b>290</b>
8.1. LEHİM TELİ SEÇME.....	290
8.1.1. Lehim Teli Seçimi .....	290
8.2. HAVYA VE HAVYA UCU SEÇME .....	291
8.2.1. Havya ve Havya Ucu Seçme .....	291
8.3. LEHİMLEME VE LEHİM SÖKME İŞLEMLERİNİ YAPMA .....	293
8.3.1. Lehimleme .....	293
8.4. BASKI DEVRE ÇIKARMA .....	304
8.4.1. Baskı (Baskılı) Devre Kartlarının Yapısı, Kullanımı ve Çeşitleri	304
8.4.2. Baskı Devre Çıkarma Yöntem ve Evreleri .....	305
8.4.3. Bakır Plaket Eritme İşlemi.....	309
8.4.4. Baskı Devre Kartını Delme .....	310
8.4.5. Baskı Devre Kartına Elektronik Devre Elemanının Montajı....	311
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....</b>	<b>318</b>
<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>319</b>
<b>GÖRSEL KAYNAKÇA.....</b>	<b>324</b>
<b>CEVAP ANAHTARI .....</b>	<b>327</b>

# DERS MATERYALİNİN TANITIMI



## Öğrenme Birimi 3

## DİRENÇLİ DEVRELERDE ELEKTRİK KANUNLARI

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Öğrenme biriminin konularını gösterir.

Öğrenme birimindeki temel kavramları gösterir.

### KONULAR

- 3.1. DİRENÇ RENK TABLOSUNU DOĞRU KULLANARAK DİRENÇ RENK DEĞERİ OKUMA
- 3.2. DİRENÇ BAĞLANTI TÜRLERİ
- 3.3. POTANSİYOMETRE VE REOSTA BAĞLANTILARINI YAPMA
- 3.4. WHEATSTONE KÖPRÜSÜ BAĞLANTISI YAPMA
- 3.5. OHM KANUNU HESAPLAMALARINI YAPMA
- 3.6. KIRCHHOFF KANUNLARI HESAPLAMALARINI YAPMA

### TEMEL KAVRAMLAR

- Direnç
- Öz direnç
- Ayarlı dirençler
- Direnç renk kodu
- Dirençlerin bağlanması
- Potansiyometre
- Reosta
- Ohm Kanunu
- Wheatstone Köprüsü
- Kirchoff Kanunları

### Bu öğrenme biriminde;

- Direncin özelliklerini ve direncin değerine etki eden faktörleri,
- Direnç değerini okuma, tespit etme ve değeri bilinmeyen direncin değerini belirlemeyi,
- Direncin devrelerde akıma karşı davranışlarını ve akım kontrol durumlarını,
- Direnç değeri okumayı ve direnç renk tablosunu,
- Ohm Kanunu ile direnç, akım ve gerilim hesaplamalarını,
- Kirchoff Kanunu ile direnç üzerinden geçen akım, direnç üzerine düşen gerilim hesaplamalarını ve uygulamalarını öğreneceksiniz.

Öğrenme biriminin kazanımlarını gösterir.

## 7. YARI İLETKENLERİ DEVREYE BAĞLAMA VE TEST ETME



### Hazırlık Çalışmaları

1. Elektriği iletme ya da iletmemeye arasında bulunan yarı iletken madde, elektrikte neden kullanılır?
2. Diyotlar ile elektrik akımını tek yönde iletme ihtiyacı neden duyulur?
3. Transistörler ile küçük değerlerdeki elektrik akımını neden yükseltme ihtiyacı duyulur?
4. Elektronik devreleri bir arada bulunduran entegre devreleri üretmekteki amaç ne olabilir?

Öğrenme biriminin konu başlıklarını gösterir.

Öğrenme birimi ile ilgili konuya hazırlık çalışmasını gösterir.

### 7.1. TEST EDİLEN DİYOTLARI DEVREYE BAĞLAMA



**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak test edilen diyotları devreye bağlamak

**GİRİŞ:** Yarı iletken maddelerin bulunması ve elektronik devrelerde kullanılması ile günümüz teknolojilerine ulaşılmıştır. Yarı iletkenler elektronik devrelerin vazgeçilmez elemanıdır.

Öğrenme birimindeki amaç ve giriş bilgilerini gösterir.



Görsel 2.18: Dijital AVÖlçme prob bağlantı terminalleri

Tablo 2.14: Dijital AVÖlçme Prob Bağlantı Terminallerinin İşlevi

TERMINAL NO	İŞLEVİ
1	20 A değerine kadar olan AC ve DC akım ölçümleri için kırmızı probun takılacağı terminal
2	200 mA değerine kadar olan AC ve DC akım ölçümleri için kırmızı probun takılacağı terminal
3	Tüm ölçümler için siyah probun takılacağı ortak terminal (COM)
4	Gerilim, direnç, diyot vb. ölçümler için kırmızı probun takılacağı terminal

Öğrenme birimindeki tablo numarasını ve adını gösterir.

Öğrenme birimindeki görsel numarasını ve adını gösterir.

Öğrenme birimindeki uygulama adını gösterir.

Öğrenme birimindeki uygulama numarasını gösterir.

#### UYGULAMA 4.2:

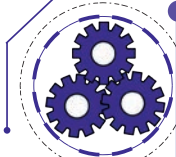
##### Renk Kodlarına Göre Kondansatör Değerlerinin Tespit Edilmesi

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak kondansatörlerin renk bantlarına ve yapısına göre kapasitesini ve çalışma gerilimini tespit etmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Görsel 4.27: Kondansatör renk kodları



Elektrik Devre Analizi Atölyesi

#### UYGULAMA 7.5:

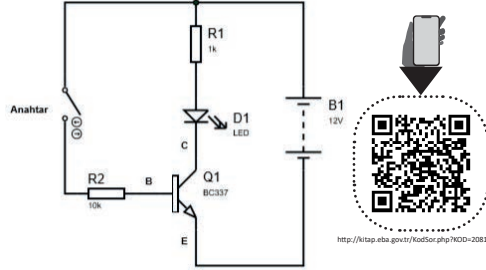
##### BJT Transistörün Anahtarlama Elemanı Olarak Kullanılması

**AMAÇ:** BJT transistörleri kesim ve doyumda çalıştırarak anahtarlama özelliğini öğrenmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**

Tablo 7.7: Transistörün Kesim ve Doyumda Çalışması

	BC337		
	$V_{ce}$ (V)	$V_{ce}$ (V)	LED diyodun durumu
Anahtar kapalı			
Anahtar açık			



Şekil 7.27: Transistörün anahtar olarak kullanılması

Öğrenme birimindeki uygulamaya ait şema ve resimleri gösterir.

Öğrenme birimindeki uygulamaya ait karekodu gösterir.

Öğrenme birimindeki uygulamada kullanılacak araç gereç, makine ve avadanlıkları gösterir.

Öğrenme birimindeki uygulamada kullanılacak işlem basamaklarını gösterir.

#### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220/12 volt	1 Adet
Transistör	BC 337	1 Adet
Direnç	1 KΩ, 10 KΩ	2 Adet
Anahtar	On / Off	1 Adet
Breadboard		1 Adet

#### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Uygulama devresi breadboard üzerine kurulur.
3. Atölye öğretmenin gözetiminde güç kaynağı açılır ve güç kaynağı gerilimi 12 volta getirilir. Daha sonra uygulama devresi güç kaynağına bağlanır.
4. Anahtar kapalı duruma getirilerek istenilen ölçümler yapılır ve Tablo 7.7'ye yazılır.
5. Anahtar açık duruma getirilerek istenilen ölçümler yapılır ve Tablo 7.7'ye yazılır.
6. Güç kaynağının enerjisi kesilir. Kullanılmayan cihazların enerjisi kesilerek tasarruf sağlanır.
7. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. AVOMetre (multimetre) ile butonun sağlamlık kontrolü nasıl yapılır? Yazınız.
2. Transformatörün çalışması nasıldır? Yazınız.
3. Devrenin çalışması nasıldır? Yazınız.

### Sonuç

Uygulama ile öğrendiklerinizi aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.

DEĞERLENDİRME FORMU							TARİH	...../...../20....
Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

Öğrenme birimindeki uygulamaya ilişkin değerlendirmeleri gösterir.

Öğrenme birimindeki uygulamaya ilişkin sonuç bölümünü gösterir.

Öğrenme birimindeki uygulamaya ilişkin değerlendirme formunu gösterir.

Uçak Bakım Alanı



## ÖĞRENME BİRİMİ 6 ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Öğrenme birimindeki ölçme ve değerlendirmeyi gösterir.

A) Aşağıdaki cümlelerde parantez içine yargılar doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. ( ) Devre elemanların sağlamlık kontrolü ampermetre ile yapılır.
2. ( ) Sigorta, siva altı tesisatında anahtar, priz vb. elemanların duvara sabitlenmesi amacı ile kullanılan tesisat elemanıdır.

### YAZILI KAYNAKLAR

#### ÖĞRENME BİRİMİ – 1

##### Yazılı Kaynaklar

- [1.1] Ateş, F.M., Teber, A., Güngör, O. (2014). Elektrik Kazalarına Karşı Temel Önlemler ve İlk Yardım Üzerine Bir Çalışma. Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Cilt 2 Sayı 2, 336-347. Erişim adresi <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bufbd/issue/50962/645286>
- [1.2] Aydın, F., Ovacılı, S., Pekiner, T. (2014). İş sağlığı ve güvenliği uygulamaları rehberi. Ankara: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. Erişim adresi <https://ailevecalisma.gov.tr/media/1335/1%-C5%9F-sa%C4%9F1%C4%B1%C4%9F%C4%B1-ve-guevenli%C4%9Fi-uygulamalar%C4%B1.pdf>

Kitabın yazımında kullanılan kaynakları gösterir.

Uçak Bakım Alanı

ÖĞRENME BİRİMİ 3'ÜN CEVAP ANAHTARI	ÖĞRENME BİRİMİ 4'ÜN CEVAP ANAHTARI	ÖĞRENME BİRİMİ 5'İN CEVAP ANAHTARI	ÖĞRENME BİRİMİ 6'NIN CEVAP ANAHTARI
A.	A.	A.	A.
1. Yanlış	1. Doğru	1. Doğru	1. Yanlış
2. Doğru	2. Doğru	2. Yanlış	2. Yanlış
3. Yanlış	3. Yanlış	3. Yanlış	3. Doğru
4. Doğru	4. Doğru	4. Doğru	4. Yanlış
5. Yanlış	5. Doğru	5. Doğru	5. Yanlış
6. Doğru	6. Doğru	6. Yanlış	6. Doğru
7. Doğru	7. Yanlış	7. Doğru	7. Yanlış
8. Doğru	8. Yanlış	8. Doğru	8. Yanlış
9. Doğru	9. Yanlış	9. Yanlış	9. Yanlış
10. Yanlış	10. Doğru	10. Doğru	10. Doğru
B.	11. Doğru	11. Yanlış	11. Doğru
1. C	12. Doğru	12. Doğru	B.

Ölçme ve değerlendirmelerin cevap anahtarlarını gösterir.

### GÖRSEL KAYNAKLAR

Görsel Numarası	Görsel Kodu	Erişim Tarihi ve Saati
7. Öğrenme Birimi Kapak	117110194	20.05.2020, 22:30
Görsel 7.11	104488237	20.05.2020, 23:00
Görsel 7.12	36763620	21.05.2020, 18:15

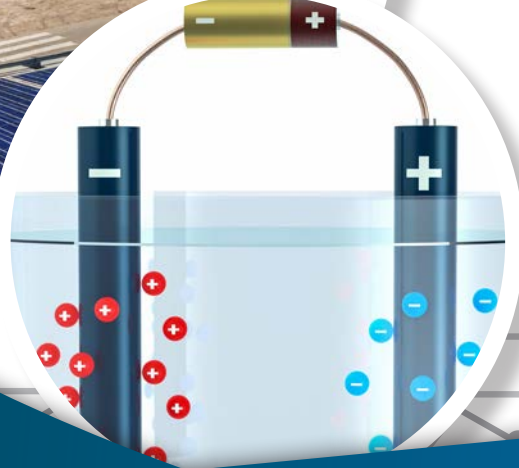
Kitabın yazımında kullanılan görsel kaynakları gösterir.

Bu ders materyalinde ölçü birimlerinin uluslararası kısaltmaları kullanılmıştır.



# 1. Öğrenme Birimi

## ÇEŞİTLİ YÖNTEMLERLE ELDE EDİLEN ELEKTRİĞİ TEST ETME



### KONULAR

- 1.1. EMNİYET TEDBİRLERİ ALMA
- 1.2. ELEKTRON DAĞILIMLARINI HESAPLAMA
- 1.3. STATİK YÜK HESABI YAPMA
- 1.4. ÇEŞİTLİ YÖNTEMLERLE ELEKTRİK ELDE ETME
- 1.5. PİL BAĞLANTILARI YAPMA

### TEMEL KAVRAMLAR

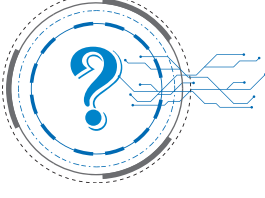
- Atölyede emniyet tedbirleri
- İlk yardım
- Elektrik kaynaklı yangınlar
- Coulomb (Kulon) Kanunu
- Elektron
- İletken
- Yalıtkan
- Yarı iletken
- Statik elektrik
- Elektrostatik
- Manyetik etki
- Fotosel
- Termokupl
- Bobin
- Piller
- Pil iç direnci

### Bu öğrenme biriminde;

- Kimyasal ve fiziksel metotlarla elektrik elde etme yöntemlerini,
- Elektrik atölyesinde alınması gereken emniyet tedbirlerini,
- Elektrik atölyesinde olası kaza durumlarında uygulanacak eylemleri,
- Elementlerdeki elektron ve elektronların yörüngedeki durumlarına göre alacağı iletkenlik sınıf tanımlamalarını,
- Statik elektrik kavramını ve statik elektrik hesaplamalarını,
- Isı, ışık, sürtme ve basınç gibi fiziksel olaylardan faydalanılarak nasıl elektrik elde edildiğini,
- Kimyasal bir elektrik kaynağı olan pilleri öğreneceksiniz.



# 1. ÇEŞİTLİ YÖNTEMLERLE ELDE EDİLEN ELEKTRİĞİ TEST ETME



## Hazırlık Çalışmaları

- 1- Elektrik hatları yangına sebep olabilir mi? Düşüncelerinizi belirtiniz.
- 2- İlk yardım denilince aklınıza neler gelmektedir? Düşüncelerinizi belirtiniz.
- 3- Elektrik iletiminde metal tel kullanılmasının sebebi ne olabilir? Düşüncelerinizi belirtiniz.
- 4- Pillerin artı ve eksi uçlarına lamba bağlandığında ışık vermesinin sebebi ne olabilir? Düşüncelerinizi belirtiniz.

## 1.1. EMNİYET TEDBİRLERİ ALMA



**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini almak

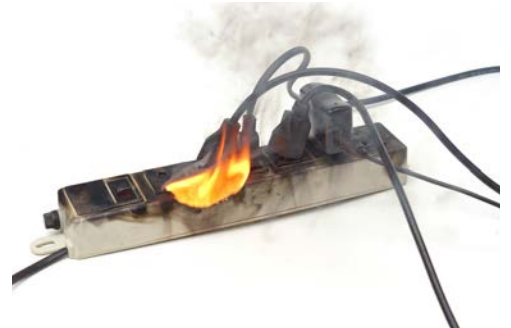
**GİRİŞ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri, atölyelerde ve çalışma ortamlarında can güvenliğinin sağlanması açısından çok önemlidir. Bu tedbirleri uygulamak için öncelikle iş sağlığı ve güvenliği ilkeleri, elektrik atölyesinde alınması gereken emniyet önlemleri, elektrikten kaynaklanan yangınla mücadele ve ilk yardım ilkeleri, elektrik kazalarında kazazedeye yardım ve müdahale konuları bilinmelidir.

### 1.1.1. Elektrik Atölyesinde Emniyet Tedbirleri

Elektrik dağıtım sektörü, iş sağlığı ve güvenliği açısından ciddi riskler taşımaktadır. Bu sektörde elektrik kazasına maruz kalan çalışanlar, yaralanmakta ve hatta hayatlarını kaybetmektedirler.

Çalışma hayatında uygulanmakta olan mevzuat hükümleri gibi elektrik atölyelerinde de uygulanması gereken birtakım kurallara uyulması hâlinde iş kazaları riski azalacak ve iş verimi artacaktır.

Elektrik işlerinde iş sağlığı ve güvenliği tüm dünyada oldukça önemli bir konudur. Bu konu ile ilgili yönerge ve mevzuatlar bulunmaktadır. “Elektrik ile İlgili Fen Adamlarının Yetki ve Sorumlulukları Hakkında Kanun” bunlardan biridir. Bunun gibi birçok mevzuat ile bu alanda uyulması gereken kurallar belirlenmiştir.



**Görsel 1.1: Elektrik kazaları**

### 1.1.2. Elektrik Akımının İnsana Etkisi

Elektrik akımının insan vücudu üzerindeki etkisi, akımın değeri ve vücudun akıma maruz kalma süresine göre değişkenlik göstermektedir. Elektrik akımı hayati organlarda büyük tahribata yol açar. Bu tahribat kalp veya beyin gibi organlarda yaşanırsa sakat kalmaya hatta ölüme neden olmaktadır.

Tablo 1.1’de elektrik akımına maruz kalma değerleri ve elektrik akımına maruz kalmanın olası sonuçları verilmiştir.



Tablo 1.1: Elektrik Akımının İnsan Vücuduna Etkileri

Akım Değeri (mA)	Olası Sonuç
1	Hafif karıncalanma hissi oluşur. Belirli koşullar altında tehlikelidir.
5	Hafif şok hissi, acı verici değil ama rahatsız edicidir. Normal bir kişi çarpılma yerinden ayrılabilir. Bununla birlikte istemsiz şoklara reaksiyon verebilir. Yaralanmalara neden olabilir.
6-16	Ağrılı şok, kaslar kontrolü kaybetmeye başlar. Donma akımı veya "bırak" aralığıdır. Bireyin çarpıldığı bölgeden ayrılabilirdiği son akım düzeyidir.
19-99	Aşırı ağrı, solunum durması, şiddetli kas kasmaları oluşur. Birey çarpıldığı bölgeden ayrılamaz. Ölüm riski vardır.
21-99	Solunum durması gerçekleşir.
100-200	Kalp düzensiz çalışır. Kalpte kas kasmaları ve sinir hasarı oluşmaya başlar. Ölüm riski yüksektir.
>2000	Kalp durması, iç organ hasarı ve ciddi yanıklar gözlemlenir. Ölüm riski yüksektir.

### 1.1.3. Elektrikle Çalışılırken Uyulması Gereken İş Sağlığı ve Güvenliği Kuralları

Elektrik ile çalışmada dikkat edilmesi gereken genel standartlar vardır. Bu standartlara göre kurumlar bünyesinde kurulmuş İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) ekipleri risklerin değerlendirmesini yapar. Bu ekipler daha sonra çalışma ortamının ve çalışanların güvenliği için önleyici tedbirler alır.

Alınacak önlemler aşağıdaki genel ilkelere dayanmalıdır:

- Risklerden kaçınmak
- Kaçınılamayan riskleri değerlendirmek
- Kaynaklardaki risklerle mücadele etmek
- Teknik ilerlemeye uyum
- Tehlikeli maddeyi tehlikesiz ya da daha az tehlikeli olanlarla değiştirmek
- Kişisel koruyucu önlemlere ve bireysel korunma önlemlerine öncelik vermek



Görsel 1.2: Emniyet tedbirleri

Çalışma süresi boyunca elektrik tesisatının güvenli olmasını sağlamak için gerekli şartlar şunlardır:

- Elektrik bağlantısı tamamen kesilir.
- Yeniden bağlantıya karşı emniyete alınır.
- Kurulumda elektrik akımı olmadığı doğrulanır.
- Topraklama ve kısa devre yapılır.
- Bitişik canlı parçalara karşı koruma sağlanır.

Elektrik atölyelerinde çalışmaya başlamadan önce risk değerlendirmesi yapılmalıdır. Risk değerlendirmesinin ilk adımı, tehlikelerin belirlenmesidir. Elektrik işlerindeki genel tehlikeler; elektrikli bölümlerde koruma eksikliği, yaklaşma sınırının aşılması, havai elektrik hatları yalıtılma sorunu, yalıtımın ve topraklamanın kusurlu olması, kablolama hataları olarak sıralanabilir.



Bütün bu tehlikelerin olması elbette bu işin yapılmayacağı anlamını taşımaz. Bu tehlikeler uzmanlar tarafından analiz edilerek, gerekli önlemler alınarak tehlikelerin çalışana zarar vermesinin önüne geçilebilir. Bunun için atölye sorumlusu öğretmenler tarafından belirlenen kurallara uymak, iş sağlığı ve güvenliği derslerine katılmak çok önemlidir. Kişisel koruyucu ekipmanların yerli yerinde kullanılması, uyarı levhalarına uyulması önemlidir. Elektrik ile ilgili işlerde enerji altında çalışmamak da uyulması gereken kuralların başında gelir.

### 1.1.4. Yangın Türleri

Yangınlar, yanıcı madde türüne göre dört sınıfa ayrılmıştır.

**A Sınıfı-Katı Maddeler Yangını:** Yanıcı maddenin basit katı maddeler olduğu yangın türüdür (odun, kömür, kâğıt, ot, kumaş vb.). Basit katı maddelerin temel özelliği, yandığında kor oluşturmasıdır. Bu tür yangınların temel söndürme prensibi soğutma, temel söndürme maddesi ise sudur.

**B Sınıfı-Sıvı Maddeler Yangını:** Yanıcı maddenin sıvı maddeler olduğu yangın türüdür (benzin, benzol, makine yağları, yağlı boyalar, solvent, katran vb.). Sıvı maddelerin temel özelliği, korsuz ve alevli yanmalarıdır. Bu tür yangınların temel söndürme prensibi boğma, temel söndürme maddesi köpük ve BC tipi kuru kimyevi tozdur.



Görsel 1.3: Yangın türleri

**C Sınıfı-Gaz Maddeler Yangını:** Yanıcı maddenin gaz maddeler olduğu yangın türüdür (metan, propan, butan, LPG, asetilen, hava gazı, doğal gaz ve hidrojen vb.). Gaz madde yangınlarının temel özelliği patlamadır. Bu yangınların temel söndürme prensibi boğma, temel söndürme maddesi BC tipi kuru kimyevi tozdur.

**D Sınıfı-Hafif Metaller Yangını:** Yanabilen hafif metaller yangınıdır (alüminyum, magnezyum, titanyum, zirkonyum, lityum, çinko, sodyum, potasyum ve kalsiyum vb.). Bu metallerin temel özelliği; korlu, alevsiz ve yüksek sıcaklıkta yanmasıdır. Bu yangınların temel söndürme prensibi boğmadır. A, B, C türü söndürücüler bu tür yangınlarda faydasızdır. Hafif metaller yangınında su ve CO<sup>2</sup> kesinlikle kullanılmamalıdır.



Bu tür yangınlarda özel D tipi söndürme tozları kullanılır. D tozu bulunmadığında kuru kum ile örtülerek yangın söndürülür.

### 1.1.5. Elektrik Atölyesinde Çıkması Muhtemel Yangın Türleri

Elektrik kaynaklı yangınlar dünyada en sık görülen yangın başlama sebeplerindedir. Yangın güvenliği ve yangından korunma için öncelikle elektrik kaynaklı yangınları iyi anlamak ve öğrenmek gerekir. Yangın sonrasında da en uygun önleme ve korunma tedbirlerini almak önemlidir.

Elektrik kaynaklı yangınlar birçok sebepten dolayı oluşur. Bilinmesi gereken en önemli şey, elektrik kaynaklı yangınların çok ani bir şekilde oluştuğudur. Pano yangınları inanılmaz bir hızla gelişir ve inanılmaz bir sıcaklığa aniden ulaşabilir. Pano yangınlarına müdahale etmek diye bir şey söz konusu bile olamaz. Pano yangınları anlık çok yüksek sıcaklıklar üretir. Ortaya çıkan elektrik yangınlarını önceden kestirmek neredeyse imkânsızdır. Yangında oluşan ısı 2.000 °C'ye ulaşarak kabin içindeki bakırı bile anında eritebilir. Yangını önlemek , yangını söndürmekten daha önemlidir. Dolayısıyla elektrik kaynaklı yangınların oluşmasını ve başlamasını engelleyecek tedbirleri almak ilk iş olmalıdır. Bunun için de elektrik kaynaklı yangınların ana sebepleri iyi bilinmelidir. Elektrik kaynaklı yangınların ana sebepleri şu şekilde sıralanabilir:

1. Aşırı yüklenen elektrik ekipmanı aşırı akım çeker. Kablo, akımın karesi ile doğru orantılı şekilde aşırı ısınır. Kablo izolasyonu aşırı sıcaklıktan dolayı deforme olabilir. Bu nedenle yalıtım özelliğini kaybederek kısa devreye yol açabilir. Elektrik pano içindeki bir ekipman hasara uğrayarak patlar ve yanmaya başlar. Hatta bu aşırı yüklenme, ana trafoların ve dağıtım trafolarının da yanmasına sebep olabilir.
2. İzolasyon hasarı kısa devreye sebep olabilir. Bu nedenle sürekli bir ark meydana gelebilir. Elektrik arki, sıcaklığı aşırı derecede yüksektir ve birkaç saniyede söndürülmezse etrafındaki malzemeler de yanmaya başlar. Gerek tesisatlardaki gerekse motorlardaki pano ve trafolarda yer alan kötü izolasyon yangına sebebiyet verebilmektedir.
3. Elektrik pano ve sistemlerindeki bakımsızlık ya da zamanında yenileme yapılmaması sonucu ekipman kontaklarının bozulması kıvılcımlar oluşturabilir. Böyle durumlarda oluşabilecek ark neticesinde ısınan ortamda yangın başlayabilir.
4. Akım taşıyan elemanların mekanik baskı ya da uzama yapması nedeniyle meydana getirdiği kırılma ya da çatlaklar ark oluşmasına sebep olmaktadır.

### 1.1.6. Elektrik Atölyesinde Yangına Müdahale ve İlk Yardım

Elektrik kaynaklı yangınlar; elektrikli cihaz, ekipman ve aletlerden çeşitli sebeplerle ortaya çıkan yangınlardır. Kısa devreler, aşırı akımlar, aşırı yüklenmeden kaynaklı ısınmalar, izolasyon kaçakları ve daha birçok teknik sebep yüzünden elektrik enerjisi uygun ortam olduğunda yangın başlatan ateşleyici olarak hareket etmektedir.

Öncelikle ilgili mevzuat hükümlerine göre TS EN 54 standartlarına uygun yangın önleme sistemlerinin kurulması gerekmektedir. Acil durum ekiplerinin oluşturulması ve yangın tatbikatlarının düzenli bir şekilde yapılması önem arz etmektedir.

Elektrik kaynaklı yangınlarda uygun söndürücü ekipmanlara sahip olmak gereklidir. Karbondioksit yalıtkan olduğu için elektrik kaynaklı yangınlarda da etkilidir. Zira elektrik genelde kıvılcım çıkararak çevresindeki maddelerin yanmasına neden olur. Bu nedenle çevrede tutuşan madde karbondioksit ile sönebilecek cinsten ise karbondioksitli söndürücülerin kullanılması doğru olur. Aksi hâlde beklenen sonuç alınamayabilir.



Bu nedenle elektrik kaynaklı yangınlarda önce elektrik kesilmeli, daha sonra yangının sınıfına göre yangına müdahale edilmelidir.

### 1.1.7. Elektrik Kazaları

Elektrik, bütün insanlar tarafından her gün kullanılan en önemli enerji kaynaklarından biridir. Hayatta büyük öneme sahip bu enerji kaynağı doğru işletilemezse çok ciddi yaralanmalara ve ölümlere neden olabilir.

2013-2016 yılları arasında yaşanan iş kazaları incelendiğinde ülkemizde yaşanan iş kazalarının yaklaşık %5,5'inin elektrik kaynaklı olduğu görülmektedir. Kaza tiplerine göre yapılan sıralamada ise yaygın yaşanan kazalar arasında ilk sıralarda yer aldığı görülmektedir. Elektrik kaynaklı iş kazalarının ve bu kazalara bağlı kayıpların önlenmesi için elektrik işlerine ait riskler belirlenmeli ve uygun kontrol tedbirleri alınarak uygulanmalıdır.

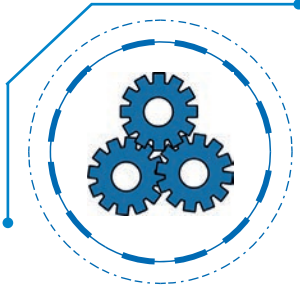


Görsel 1.4: Elektrik kazası

### 1.1.8. Elektrik Kazalarında İlk Yardım

Bir kaza veya insan hayatını tehlikeye düşüren olayda sağlık görevlileri kaza mahalline ulaşıncaya kadar kazazedenin hayatını kurtarmak veya durumun daha da kötüye gitmesini önleyebilmek amacıyla ilaçsız olarak yapılan uygulamalara ilk yardım denir. İlk yardım uygulamaları, kazazedenin daha fazla zarar görmesini veya ölümünü önler. Kişinin ağrısının azaltılmasına veya ortadan kaldırılmasına yardımcı olur. Elektrik kazalarında da öncelikli olarak olay yerinin güvenli hâle getirilmesi gerekmektedir. Daha sonra kazazedenin bilinci kontrol edilir. Kazazedenin bilinci yerinde değilse hemen 112'ye haber verilir. Kazazedenin bilinci yerindeyse ona adı soyadı, kronik bir hastalığı olup olmadığı gibi kazazedenin durumunu ortaya koyacak sorular sorulur ve 112 aranarak bu bilgiler verilir.

#### UYGULAMA 1.1:



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=26441>

**Elektrik Atölyesinde Uyulması Gereken Emniyet Tedbirleri, Elektrik Kazalarında İlk Müdahale ve İlk Yardım Uygulamaları**

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini almak

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Görsel 1.5: Havaalanında iş güvenliği tedbirleri



## Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Karton kâğıt	Farklı renklerde	
Çeşitli kırtasiye malzemeleri	Yapıştırıcı, makas vb.	

## İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Öğrenciler gruplara ayrılarak onlardan elektrikle çalışmada uyulması gereken emniyet tedbirleri, elektrik kazalarında iş güvenliği tedbirleri, elektrik kazalarında ilk yardım konu başlıklarında görsel materyal hazırlamaları istenir.
3. Öğrencilerin internet ortamından yararlanarak bulduğu yazılar ve görsellerden hazırladıkları dokümanlar renkli kartonlara dikkat çekici biçimde yapıştırılır.
4. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir.
5. Hazırlanan materyaller, alan öğrencilerinin görebileceği panolara asılır.

## Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

İnsan sağlığı için tehlikeli olabilecek elektrik akımı sınırları nelerdir? Elektrikle çalışırken dikkat edilmesi gereken konular not alınmalı ve yapılacak tüm temrinlerde uygulanmalıdır. Atölye çalışmalarında uygulanacak genel güvenlik kuralları neler olacaktır? Havacılıkta, havalimanlarında ve hangarlarda ne gibi güvenlik tedbirleri alınıyor?

## Alınan Değerler ve Sonuç

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



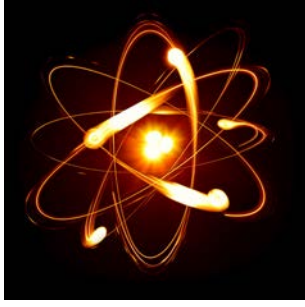
## 1.2. ELEKTRON DAĞILIMLARINI HESAPLAMA

**AMAÇ:** Atomun yapısındaki elektron dağılımlarını hesaplamak

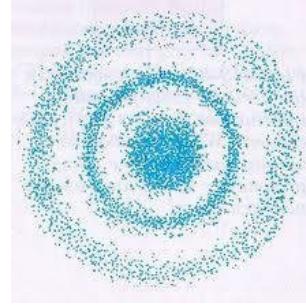
**GİRİŞ:** Doğada bulunan elementlerin farklı özellikleri vardır. Bu özellikler zamanla keşfedilerek günümüz teknolojisinin ortaya çıkması sağlanmıştır.



## 1.2.1. Atomun Yapısı



Görsel 1.6: Atomun yapısı



Görsel 1.7: Elektron bulutu

**Atom**, bir elementin kimyasal özelliklerini taşıyan en küçük yapı taşıdır. Atom, temel olarak bir çekirdek ve onun etrafında bulunan elektron bulutundan oluşur. Atom çekirdeği, elektrondan çok daha büyük iki temel parçacıktan (proton ve nötron) oluşmaktadır. Atomların kararlı bir yapıya sahip olması, nötronların protonlardan daha ağır olmasının sonucudur. Protonun elektrik yükü 1'dir, nötron ise yüksüz bir parçacıktır. O hâlde atom çekirdeği pozitif elektrik yüküne sahiptir. Elektron ise eksi elektrik yüküne sahiptir. Çekirdek etrafındaki elektron sayısı, çekirdekteki proton sayısına eşitse atom yüksüzdür. Elektron sayısı proton sayısından farklı ise elektron yüküne sahip olur ve **iyon** (iyonlaşmış atom) adını alır. Proton sayısı bir atomun kimyasal özelliklerini belirler ve bilinen elementler, proton sayılarına göre sıralanır. Proton sayıları aynı ancak nötron sayıları farklı atomlara o elementin **izotopları** denir. İzotoplar kimyasal olarak aynı özelliklere sahiptir ancak bazı fiziksel özellikleri (örneğin kütleleri) farklıdır.



Görsel 1.8: Magnezyumun atom şeması

Elektronlar çekirdeğin etrafında büyük bir hızla döner. Elektronların bu hareketinde çekirdeğin etrafındaki yörüngelere enerji seviyesi denir. Enerji seviyeleri çekirdeğe yakın olandan başlamak kaydıyla 1.seviye, 2.seviye, 3.seviye şeklinde artarak devam eder. Her bir seviyede barındırılacak elektron sayısı bellidir. Her bir seviyedeki elektron sayısı  $2 \cdot n^2$  formülü ile bulunabilir. Buradaki n ifadesi elektronun bulunduğu seviyeyi gösterir.

## 1.2.2. Elektron Yörünge Dağılımı

Atomun son yörüngesine valans bandı denir. Valans bandındaki elektronlara da serbest elektron, **valans elektronu** veya **değerlik elektronu** denir. Bir atomun valans bandındaki elektronlar (serbest elektronlar) atomun diğer elektronlarına göre daha fazla enerjiye sahiptir. Bu nedenle bazı elementlerin atomlarındaki bu elektronlar, düşük seviyeli enerjilerin etkisinde kaldıklarında (enerji aldıklarında) çekirdeğin çekim kuvvetini aşacak enerjiye sahip olur ve kendi atomundan kopabilir. Kazandıkları enerjiyi kaybettiklerinde ise ya geri döner ya da başka bir atomun son yörüngesine geçebilir. Elektrik akımının iletimi, serbest elektronların bu özellikleri sayesinde gerçekleşir.

## 1.2.3. İletkenler

Elektrik akımını ileten maddelere **iletken maddeler** denir. Maddelerin iletkenliği atomlarının son yörüngelerinde bulunan serbest elektron miktarı ile ilgilidir. Valans bandındaki serbest elektron miktarı 1-3 arasında olan maddeler iletken maddeler olarak tanımlanır. Atomlarının son yörüngesindeki elektron miktarı 1 olan maddeler, atomlarının son yörüngesindeki elektron miktarı 3 olan maddelere göre daha iyi iletkenlerdir.

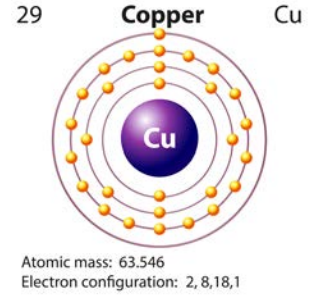




Gümüş elementinin son yörüngesindeki serbest elektron sayısı 1'dir, alüminyum elementinin ise 3'tür. Gümüş elementi alüminyuma göre daha iyi iletken dir.

Bazı iletkenler ve bunların kullanıldığı yerler şunlardır:

**Bakır** elektrik ve ısı iletimi çok iyi, buna karşın mekanik olarak yumuşak ve gerilmeye karşı (çekme) dayanıksız bir malzeme olduğundan bara yapımında, şalter (açma-kapama yapan eleman), anahtar gibi elektrik malzemelerinin kontak elemanlarında kullanılır. Bakır iletkenler alüminyum iletkenlerden pahalı ve ağır olmaları nedeniyle havai iletim hatlarında kullanılmaz.



**Görsel 1.9: Bakırın atom şeması**



**Görsel 1.10: Bakır bara**



**Görsel 1.11: Alüminyum soğutuculu LED**

**Alüminyum** iletkenler 1899 yılında Amerika'da kullanılmıştır. 1956 yılında bu hattan alınan örnekler incelenmiş ve hattın teknik özelliklerini hemen hemen aynen koruduğu görülmüştür. Bunun üzerine alüminyum iletkenler başta Amerika olmak üzere diğer ülkeler tarafından da yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Alüminyum iletkenler ekonomik ve hafif olması nedeniyle özellikle havai hatlarda tercih edilmektedir. 500 metre ve üzeri uzunluktaki havai hatlarda çelik özlü alüminyum iletkenler enerji iletim hatlarında kullanılmaktadır. Alüminyum, ekonomik açıdan uygun bir element olması nedeniyle enerji iletimi ve dağıtımında hat olarak, şalt tesislerinde bara olarak, elektronik devrelerde soğutucu olarak kullanılır.

**Pirinç** alaşımı, bakır ile çinkonun belirli miktarlarda karıştırılması ile elde edilen bir karışımdır. İletkenliğinin yüksek, mekanik mukavemetinin ve dayanımının iyi olması, korozyona karşı dayanıklı oluşu ve kolay işlenebilirliği nedeniyle elektrik endüstrisinde pirinç alaşımı çokça kullanılır.

**Gümüş**; beyaz, yumuşak, ışığı çok iyi yansıtan parlak bir metaldir. Isı ve elektrik iletkenliği en iyi olan metaldir. Gümüş pahalı bir metal olduğu için genelde kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır. Bu metal elektrik endüstrisinde ölçü aletlerinin, şalterlerin, rölelerin kontaklarının kaplanması ve lehimlemede kullanılır.

**Altın**; parlak sarı renkte, yumuşak, kolay işlenebilen çok ağır ve değerli bir metaldir. Elektronik sanayisinde bağlantıların, terminalerin ve baskı devrelerin kaplanmasında kullanılır.

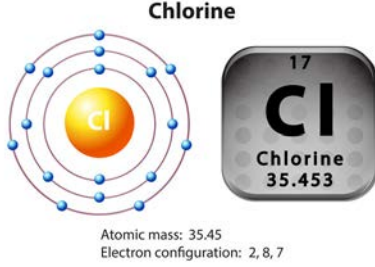
**Platin**; saf hâlde gümüşümsü beyaz, korozyona çok dayanıklı, ağır ve çok değerli bir metaldir. Korozyona çok dayanıklı olması nedeniyle bozulmaya dayanıklı gereçlerin, laboratuvar kapları-



**Görsel 1.12: Platin**



nın, tellerin, ısı uçların, elektrolizde kullanılan elektrotların üretiminde kullanılır. Platinden yapılmış kontak da kimyasal etkilere son derece dayanıklı olup hemen hemen hiç kavrulmadığı için kontaklarda kullanılır. Platin rezistans telleri çok yüksek sıcaklıklarda çalışan elektrik fırınlarının yapımında kullanılır.



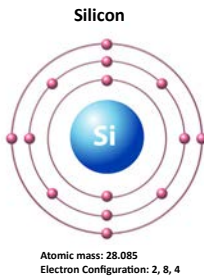
**Görsel 1.13: Klorun atom şeması**



**Görsel 1.14: Yalıtkan malzemeler**



**Görsel 1.15: Germanyum atom şeması**



**Görsel 1.16: Silisyum atom şeması**

### 1.2.4. Yalıtkanlar

Elektrik akımını iletmeyen maddelere yalıtkan madde denir. Maddelerin yalıtkanlık derecesi son yörüngede (valans yörüngesi) bulunan elektron sayısının fazlalığına bağlıdır. Bu maddelerin atomlarının son yörüngesinde en fazla 8 elektron bulunur. Bu tür maddelerin son yörüngesi elektron açısından doymuş hâldedir. Elektron bakımından doymuş yörüngeden elektron koparmak çok zordur. Bu durum enerji bandı yönünden ele alındığında iletim bandı ile valans bandı arasındaki yasak bölge dışarıdan uygulanacak enerji ile aşılamayacak kadar geniştir. Bundan dolayı bu tür maddeler çok yalıtkanlıktır. Son yörüngedeki elektron sayısı azaldıkça elektron koparmak kolaylaşacağı için yalıtkanlık derecesi düşer. Hava, cam, seramik, plastik, mika ve kâğıt gibi maddeler yalıtkanlar grubuna girer.

**Seramik;** yapıları kararlı, korozyona (paslanmaya), yüksek sıcaklıklara ve aşınmaya dayanıklı, mekanik olarak sert ve kırılğan, ısı ve elektrik yalıtkanlığı olan, ergime sıcaklıkları yüksek malzemelerdir.

**Cam,** kalsiyum silikat ( $\text{CaSiO}_3$ ) ile sodyum silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) maddelerinin eritilerek birbirine karıştırılmasıyla elde edilir. Karışıma mekanik mukavemeti artırıcı maddeler de katılarak izolatörlerde kullanılan dayanıklı cam elde edilir. Nem, cam izolatör üzerinde porselene göre daha çabuk yoğunlaştığı için cam izolatör üzerinde kir toplanmasına ve kaçak akımlara neden olur.

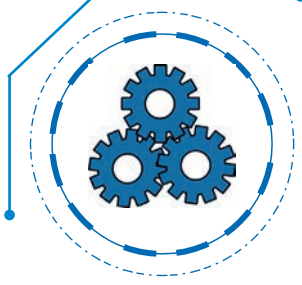
**Porselen,** ısı ve mekanik dayanımlarının yüksek olmasından dolayı çok eskiden beri kullanılan izolatördür. İzolatörün dielektrik dayanımını artırmak için yüzeyi ince bir sır tabakasıyla kaplanarak pürüzsüz olması sağlanır. Yüzeyin pürüzsüz olması, kirlenen izolatörlerin yağmur sularıyla kolayca temizlenmesine yardımcı olur.

### 1.2.5. Yarı İletkenler

Son yörüngelerinde (valans bandı) 4 elektron bulduran maddelere **yarı iletkenler** denir. Yarı iletkenlerin direnci iletkenlerin direncinden yüksek, yalıtkanların direncinden düşüktür. Bunlar iletkenlik bakımından iletken ve yalıtkanlar arasında yer alır. Yarı iletkenlerin bazıları "bileşik", bazıları "element"tir. Bileşiklere örnek olarak "çinko oksit" ile "bakır oksit" verilebilir. Elementlere örnek ise "germanyum" ve "silisyum" gösterilebilir. Yarı iletkenler kristal yapıdadır (Atomları belirli bir sistemle sıralanmıştır.). Bu yapı, tekli kristal (mono kristal) ya da çoklu kristal (poli kristal) olabilmektedir. Silisyum (silikon) ve germanyum atomlarının son yörüngelerinde dörder elektron vardır.



Germanyumun ve silisyumun saf kristalleri oldukça iyi bir yalıtkan olmalarına karşın atom yapılarına küçük miktarlarda arsenik, indiyum vb. eklenerek iletkenlikleri önemli ölçüde değiştirilebilir.

**UYGULAMA 1.2:****Çeşitli İletken, Yalıtkan, Yarı İletken Maddelerin Atom Şemalarının Çizimi**

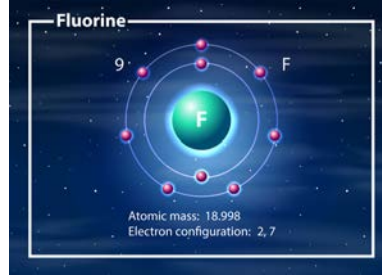
**AMAÇ:** Atomun yapısındaki elektron dağılımlarını hesaplamak



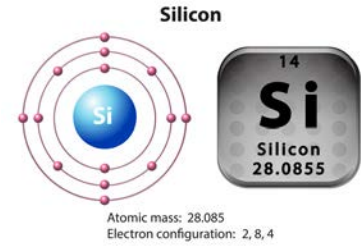
<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=20545>

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**

Görsel 1.17: İletken



Görsel 1.18: Yalıtkan



Görsel 1.19: Yarı iletken

**Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık**

Adı	Özelliği	Miktarı
Demir teli	1 mm'lik	1 metre
Strafor top	3 cm çapında	36 adet

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. İletken bir atom olan magnezyumun atom şeması verilen malzemeler kullanılarak modellenir.
3. Yalıtkan bir atom olan florun atom şeması verilen malzemeler kullanılarak modellenir.
4. Yarı iletken bir atom olan silisyumun atom şeması verilen malzemeler kullanılarak modellenir.
5. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir.



## Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

İyi iletken ve iyi yalıtkanlara günlük hayatta karşılaşılan hangi maddeler örnek verilebilir?

## Alınan Değerler ve Sonuç

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

## 1.3. STATİK YÜK HESABI YAPMA



**AMAÇ:** Statik yük kavramını açıklayabilmek, statik yük ölçme yöntemlerini öğrenmek ve statik yük hesaplamak

**GİRİŞ:** Statik elektrik (durgun elektrik), belli bazı nedenlerle meydana gelen, bir işe yarayan ve zaman zaman arklar şeklinde boşalan elektriktir. Bu boşalma genel olarak kontrol altına alınamaz ve statik elektrikten faydalanılamaz. Bu kontrolsüz güç, bazı tehlikeler yaratabilir.

### 1.3.1. Statik Elektrik Kavramı

**Statik elektrik**, tabiatta birbirinden farklı ya da aynı iletken veya yalıtkan iki maddenin temas etmesi, ayrılması veya sürtünme meydana getirmesi sebebiyle kendiliğinden oluşur. Birbirleriyle temas hâlindeki maddeler arasında temas yüzeyi boyunca elektron transferi olur. Bu sınır tabakasının elektrikselsel karakteristiği, her iki temas hâlindeki maddelerin karakteristiklerinden farklıdır. Bu iki madde birbirinden ayrılırsa sınır tabakası ortadan kalkar ve bir tanesinde elektron fazlalığı (negatif yüklenme), ötekisinde ise elektron azlığı (pozitif yüklenme) meydana gelir. Bu iki ayrı yük birbirini çeker ve arada bulunan hava gibi yalıtkan bir tabaka boyunca ark yaparak boşalmak ve yük farklılığını dengelemek ister. Bu ark bazı ortamlarda çok tehlikeli olabilir.



Görsel 1.20: Statik elektrik

Statik elektrik yüklerinin meydana geldiği olaylara şu örnekler verilebilir:

- Lastik tekerlekli araçlarda seyir hâlindeyken hava ile sürtünme kuvveti sebebiyle statik elektrik yükü birikir. Bu yük, metalik özellikte olmayan fiberglas gövdeli araçlarda daha fazladır. Zira bunlarda geçiş yüzeyinin direnci daha fazladır. Parlayıcı sıvı taşıyan tankerlerde hava ile sürtünmeye ilaveten tankın içindeki sıvının çalkalanması sebebiyle de fazla statik elektrik yükü birikir. Bu nedenle bu statik elektrik yükünün tehlikeli seviyeye erişmesini engellemek ve oluşacak statik elektrik yükünü sürekli olarak toprağa iletmek için bu araçlarda topraklama zincirleri kullanılması mecburidir.



- Fırtınalı havalarda, atmosferdeki bulutlarda statik elektrik yükü birikir. Bu yük, hava hareketlerindeki sürtünmelerden ve yağmur damlacıklarının sürekli çatlamasından oluşur. Farklı polaritedeki bulutlar ve bulutla yer arasında bu statik elektrik yüklerinin boşalması, kendini yıldırım şeklinde gösterir.
- Saçlar çok temiz ve kuruyken ortamın havası da kuru ve elektrikli ise yalıtkan özellikte olan saçlar ile plastik tarak arasında statik elektrik yüklerinin boşalarak dengelenmesi neticesinde ortaya çıkan çıtırtılar (deşarjlar) duyulur.
- Çok yüksek hızla mesafe alan uçaklarda yüksek sürtünme kuvveti sebebiyle büyük değerlerde statik elektrik yükü toplanır. Bunlar, uçağın bazı yerlerinden bilhassa kanatlarındaki sivri uçlar vasıtasıyla sürekli olarak boşluğa atılır. Sivri uçlar, fazla elektrik yükünü etrafa yayar. Bu boşaltma işi, havada devamlı yapılmasaydı uçaklar yere inerken meydana gelebilecek şiddetlideşarjlar sebebiyle uçağın infilak etmesi söz konusu olabilirdi.

Yukarıdaki örneklerden de anlaşılacağı gibi maddeler farklı fiziksel durumlar altında elektrik ile yüklenmektedir. Bu fiziksel durumlar genellikle üç şekilde olmaktadır:

1. **Sürtünmeyle Elektriklenme:** Birbirlerine sürtünen iki madde birbirine zıt ve denk elektrik ile yüklenir. Bunlardan elektron alan (-) yüklü, elektron veren ise (+) yüklüdür.
2. **Dokunmayla Elektriklenme:** Elektrik yüklü bir metal, nötr bir metale dokundurulursa yüklü olan maddeden yüksüz olan maddeye elektron akışı olur. Dokunmada veya birlikte yüklenmede cisimlerin yükleri nasıl paylaşacağı, bütünüyle cismin fiziksel ve geometrik yapısına bağlıdır. Dokundurulan cisimler özdeş ise yükü aralarında denk bölüşür. Birbirine değdirilen cisimler küresel yapıdaysa başlangıçtaki net elektrik yükü, cisimlerin yarıçaplarıyla doğru orantılı bir şekilde bölüşülür. Elektrik yükleri zıt kutuplarda olan farklı küreler birbirine dokundurulursa öncelikle nötrleşme olayı görülür. Kalan elektrik yükü ise eşit olarak bölüşülür.
3. **Etkiyle Elektriklenme:** Elektrik yüküne sahip bir küreye yüksüz bir çubuk yaklaştırıldığında nötr çubuğun yüklü cisme bakan yüzeyi kürenin elektrik yüküne zıt kutupta, diğer yüzeyi ise küre ile aynı kutupta elektrik ile yüklenir.

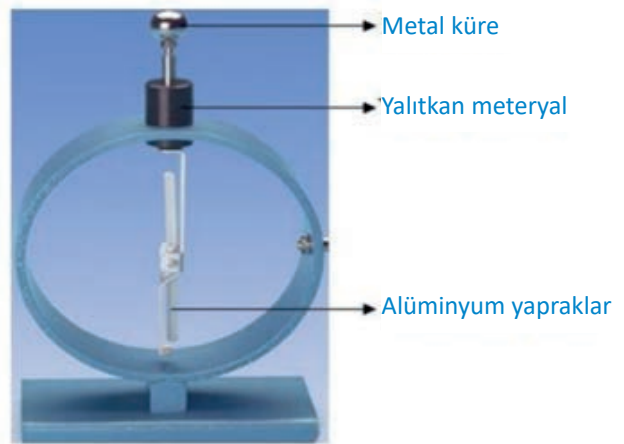
### 1.3.2. Statik Elektrik Yüklerinin Ölçülmesi

#### • Elektroskop

Bir cisimde elektrik yükünü ve elektrik yüklerinin cinslerini belirlemek için kullanılan alete **elektroskop** denir. Elektroskop yüksüzken metal yapraklar kapalıdır.

Yüksüz bir elektroskopa yüklü bir cisim yaklaştırıldığında etki ile elektriklelenen elektroskopun topuzu cismin yüküne zıt yüklenir. Elektroskopun yaprakları ise cismin yükü ile aynı yüklenerek açılır.

Yüksüz bir elektroskopa yüklü bir cisim dokundurulduğunda elektroskopun topuzu ve yaprakları dokundurulan cismin yüküyle yüklenir. Böylece aynı yükler birbirini iteceği için elektroskopun yaprakları açılır.



Görsel 1.21: Yapraklı elektroskop



Yüklü bir elektroskopa kendisiyle aynı yüklü bir cisim yaklaştırıldığında metal topuzdaki (-) yüklerin bir kısmı yapraklara iletileceği için elektroskopun yaprakları daha çok açılır. Zıt yüklü bir cisim yaklaştırıldığında elektroskopun yaprakları biraz ya da tam kapanabilir veya açılabilir. Bu durum, yüklü cismin ve elektroskopun yüklerinin büyüklüğüne bağlıdır.

#### • Coulomb Kanunu

Coulomb Kanunu, elektrik yüklü tanecikler arasındaki elektrostatik tanımlar. Bu kanun 1785'te Fransız Fizikçi Charles Augustin de Coulomb tarafından yayınlanmıştır. Coulomb, elektrik yük birimidir ve simgesi C'dir.

Coulomb Yasası'na göre iki noktasal yükün arasındaki elektrostatik kuvvet yüklerin sayısal değerlerinin çarpımıyla doğru, aralarındaki uzaklığın karesiyle ters orantılıdır. Bu iki cismin yüklerinin işaretleri aynı ise (pozitif-pozitif gibi) cisimler birbirini iter, iki cismin yüklerinin işaretleri farklıysa cisimler birbirini çeker.

$$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

F = Yükler arasındaki kuvvet (Newton- N);

$q_1, q_2$  = Elektrik yükleri (Coulomb - C);

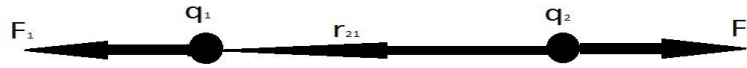
r = Yükler arası uzaklık (metre - m);

**k:** Kuvveti, uzaklığı ve yükleri ölçmekte kullanılan birimlere ve deney ortamına bağlı katsayıdır. Hava ve boşluk ortamında  $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$  dir (Sorularda k sabiti genellikle  $9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$  olarak değerlendirilir.).

**Örnek:**  $q_1 = 4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$  ve  $q_2 = -6 \cdot 10^{-6} \text{ C}$  elektrik yüklerine sahip iki yükün arasında 30 cm mesafe vardır. Aralarındaki elektrostatik kuvvet kaç Newton'dır?

**Çözüm:** Öncelikle kuvvet formülü, birimleri de göz önünde bulundurularak yazılır.

$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$  formülünde de soruda istendiđi gibi F kuvvet birimi Newton'dır. Formüldeki yük birimi de soruda verilen yük değerlerinde olduğu gibi Coulomb'dur. Formülde verilen r birimi metre, soruda verilen ise cm'dir.



şekil 1.1: İki yük arasındaki kuvvet

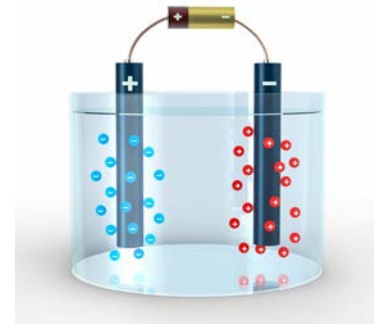
Dolayısıyla burada bir dönüştürme uygulanmalıdır. 30 cm = 0,3 m'dir.

k sabiti de bilindiğine göre ( $9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ ) tüm bilinenler yerlerine yazılıp matematiksel işlemler yapılır. Dikkat edilirse  $q_1$  yükü ile  $q_2$  işaretleri birbirine zıttır. Bu demek oluyor ki bu iki cisim arasında çekme kuvveti vardır. Zıt kutuplar birbirine çekme, aynı kutuplar birbirine itme kuvveti uygular. Bu nedenle formül,  $q_2$  yükündeki eksi ifade dikkate alınmadan yazılır.

$$F = 9 \cdot 10^9 \frac{4 \cdot 10^{-6} \cdot 6 \cdot 10^{-6}}{0,3^2} = \frac{216 \cdot 10^{-3}}{0,09} = 2,4 \text{ N} \text{ olarak bulunur.}$$

### 1.3.3. Elektrik İletimi

Elektriksel iletkenlik, bir ortam içindeki elektrik yüklerinin bir noktadan diğer bir noktaya taşınması olarak tanımlanır. Taşınan elektrik yükleri, serbest elektronlar ya da çözeltideki elektriksel olarak yüklü tanecikler iyonlar olabilir. Maddeler; elektriği serbest elektronlar, iyonlar ya da her ikisi



Görsel 1.22: Elektrolit



vasıtasıyla iletebilir. Elektrik akımının iyonlar tarafından taşınması olgusuna **elektrolitik iletkenlik** denir. Elektrolitik iletkenlik sulu bir çözeltinin iyonlarına ayrışarak elektriği iletebilmesi olarak tanımlanır.

Çözeltiler elektriği iletebilme özelliklerine göre ikiye ayrılır:

1. **Elektrolit Çözeltiler:** Çözünen maddenin iyonlarına ayrıştığı (iyonlaştığı), elektriği iletebilen çözeltilerdir.
2. **Elektrolit Olmayan Çözeltiler:** Çözünen maddenin suda iyonlarına ayrışmadığı, elektriği iletmeyen çözeltilerdir.

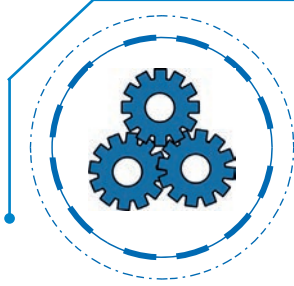
Elektriği iletebilen bir çözelti (elektrolit) içindeki iyonlar hareket etmedikçe elektrolitik iletkenlik gözlenmez. Çözeltilerin elektriksel iletkenliği, elektrolit çözeltide bulunan iyon sayısı ile doğru orantılıdır. İyonlaşma ne kadar yüksek ise iletkenlik o kadar fazla olur.

- Asitler, bazlar ve tuzlar suda iyonlarına ayrışarak çözünür.
- Derişim, belli bir hacimdeki madde miktarıdır. İyon derişimi arttıkça iletkenlik artar.

Sıcaklığın artması çoğunlukla çözünürlüğün ve dolayısıyla çözeltideki iyon derişiminin artması anlamına gelir. O hâlde çözelti ısıtılarak iletkenliği artırılabilir.

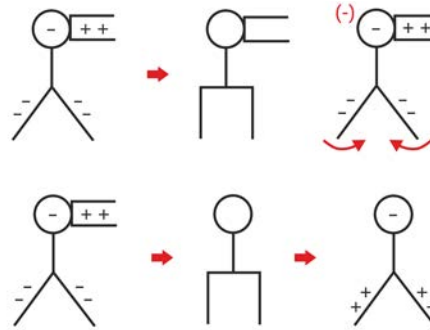
### UYGULAMA 1.3:

### Elektroskop Kullanarak Statik Elektrik Ölçümü Yapılması



**AMAÇ:** Statik yüklü cisimlerin etkisini gözlemlemek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Görsel 1.23: Elektroskop uygulaması

### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Elektroskop		

### İşlem Basamakları

1. Yüklü bir cismi nötr elektroskopa yaklaştırınız. Elektroskop yapraklarının hareketini gözlemleyiniz. Elektroskop yapraklarının hareketini aşağıdaki tabloya not ediniz.
2. Yüklü cismi nötr elektroskopa dokundurunuz. Elektroskop yapraklarının hareketini gözlemleyiniz. Elektroskop yapraklarının hareketini aşağıdaki tabloya not ediniz.



- Yüklü bir cismi, zıt yüklü elektroskopa yaklaştırınız. Elektroskop yapraklarının hareketini gözlemleyiniz. Elektroskop yapraklarının hareketini aşağıdaki tabloya not ediniz.
- Yüklü bir cismi aynı yüklü bir elektroskopa yaklaştırınız. Elektroskop yapraklarının hareketini gözlemleyiniz. Elektroskop yapraklarının hareketini aşağıdaki tabloya not ediniz.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Yaprak hareketleri çok belirgin olmayabilir Bunun nedeni, cisimdeki yük miktarının azlığı olabilir. Bu durumda cisimdeki yük artırılmalıdır. Bu nedenle yaprak hareketleri çok dikkatli gözlemlenmelidir.

### Alınan Değerler ve Sonuç

Tablo 1.2: Elektroskop Ölçüm Sonuçları

Yaklaştırılan Cismin Yüğü	Elektroskopun Yüğü	Yaprak Hareketi

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



## 1.4. ÇEŞİTLİ YÖNTEMLERLE ELEKTRİK ELDE ETME

**AMAÇ:** İş güvenliği tedbirlerini alarak elektrik elde etme yöntemlerini açıklamak

**GİRİŞ:** Elektrik enerjisine duyulan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Gelişmekte olan teknolojik ürünlerin sayısı arttıkça elektrik üretiminde çeşitlilik ve yenilik arayışları da artmıştır.

### 1.4.1. Elektrik Üretiminin Gelişim Evreleri

Sanayi Devrimi ile birlikte başlayan ve birbirini izleyen teknolojik değişim dalgalarının temeli enerji arzına dayanmaktadır. Tablo 1.3'te teknolojinin gelişim evreleri anlatılmaktadır.

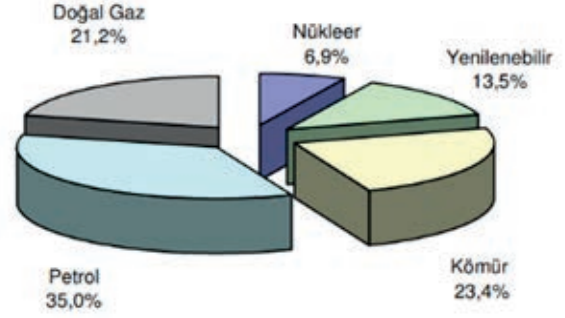




Tablo 1.3: Teknolojinin Gelişim Evreleri

Birinci dalga	İkinci dalga	Üçüncü dalga	Dördüncü dalga	Beşinci dalga
Sanayi Devrimi 18. ve 19.yy	Buharlı makinenin icadı. Kömür ve demir önemli hâle gelmiştir.	Elektrik ve çelik önem kazanmıştır. Elektrikle çalışan makinelerin kullanımı artmıştır.	Petrol önem kazanmıştır. Motorlu araçlar, radyo, televizyon, hava yolları bu dönemde gelişmiştir.	1990'larda başlayan mikroelektronik ve bilgisayar ağları çağı olarak tarif edilmektedir.

Tüm bu teknolojik ilerlemelerle enerji ihtiyacı da doğru orantılı olarak artmaktadır. Ülkeler, artan elektrik ihtiyacını karşılamak için en çok fosil enerji kaynaklarını kullanmıştır. Fosil enerji kaynakları, insanların sağlıklı yaşaması için gerekli olan çevresel faktörleri olumsuz etkilemiştir. Bunun yanında hızla tükenmesinden dolayı da günümüzde yenilenebilir enerji kaynakları tercih edilmekte ve bu konuda devletler yenilenebilir enerji kaynaklarına ciddi yatırımlar yapmaktadır.



Şekil 1.2: Dünya toplam enerji tüketiminde yakıt payları

## 1.4.2. Elektrik Elde Etme Yöntemleri

### • Isı Etkisiyle Elektrik Elde Etme

Elektrik enerjisi ile ısı enerjisi arasındaki dönüşümler genel bir ifade ile termoelektrik sistem olarak adlandırılır. Termoelektrik sistemler içinde en bilindik malzeme de termokupludur. Termokupl, farklı iki metal alaşımın uçlarının birbiri ile kaynaklanması sonucu elde edilir. Bu iki nokta arasındaki sıcaklık farkına orantılı olarak termoelektrik voltaj oluşur. Ortaya çıkan bu gerilim çok düşük seviyelerdedir.

Bu gerilim günümüzde kullanılan metal alaşımların türlerine göre 1 °C başına 1 ile 70  $\mu$ V (mikrovolt) düzeylerinde olmaktadır.

### • Işık Etkisiyle Elektrik Elde Etme

Işık enerjisinden elektrik enerjisi elde edilen sistemlere **fotovoltaik sistemler** denir. Fotovoltaik cihazlar, yarı iletken malzemeler kullanarak güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürür. Fotovoltaik cihazlar; hücresel yapıda oluşturulmuş, hücrelerde ışık etkisi ile koparılan elektronların hareket etmesiyle gerilim elde edilen cihazlardır. Bir fotovoltaik hücreden elde edilebilecek gerilim değeri çok düşüktür. Ancak çok sayıda hücrenin çeşitli yöntemlerle birleştirilmesi ile yüksek gerilim değerleri elde edilebilmektedir.



Görsel 1.24: Termokupl



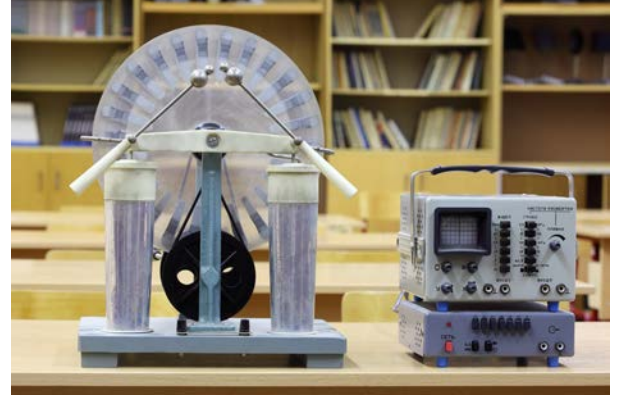
Görsel 1.25: Solar panel



### • Sürtme Etkisiyle Elektrik Elde Etme

Cisimlerin sürtünmesi sonucunda statik elektrik oluşmaktadır. Bu statik elektriği kullanılabilecek hâle getirebilmek için belirli bir hıza çıkarmak gerekmektedir. Bu cihazın adı, Wimshurst (Vimshörst) elektrostatik jeneratörüdür. Aynı mantıkla çalışan Van de Graaff jeneratörü de bulunmaktadır. Bu jeneratör, içine yüklenmiş statik elektriği ışık hızının %10'u kadar hızlandırabilmektedir.

Günümüzdeki en büyük elektrostatik (durgun yüklü) jeneratör, Yale Üniversitesi A.W. Wright Nükleer Yapı Laboratuvarında bulunmaktadır.



Görsel 1.26: Wimshurst (Vimshörst) elektrostatik jeneratör

### • Basınç Etkisiyle Elektrik Elde Etme

**Piezoelektrik etki**, bir maddenin elektrik alan altında genleşmesi veya daralmasıdır. Ters piezoelektrik etki ise basınç altında malzemenin elektrik potansiyel yaratmasıdır. Piezoelektrik malzemeler; elektrik enerjisini mekanik enerjiye, mekanik enerjiyi de elektrik enerjisine çevirme yeteneğine sahip malzemelerdir. Piezoelektrik malzemeler, bu özelliklerden faydalanılarak sensör ve tetikleyici olarak sıkça kullanılmaktadır. Piezoelektrik malzemeler günümüzde otomotiv teknolojisinde, biyoteknoloji, uzay teknolojisi ve savunma teknolojisinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

### • Kimyasal Yöntemle Elektrik Elde Etme

Günlük hayatta sıkça kullanılan piller, kimyasal yöntemlerle elektrik üretir ve bunu bünyesinde depolar.

### • Manyetik Etkiyle Elektrik Elde Etme

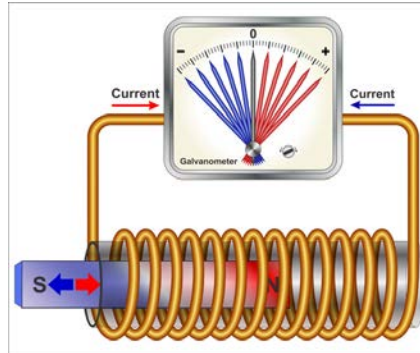
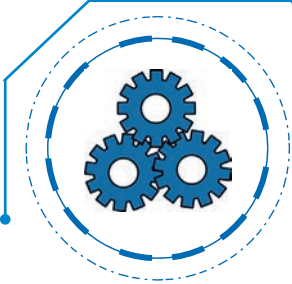
Çevrelerinde manyetik etki oluşturan malzemelere mıknatıs denir. Mıknatısların bu etkisi elektrik makinelerinde kullanılmaktadır. Elektrik makineleri; elektrik enerjisini mekanik enerjiye, mekanik enerjiyi de elektrik enerjisine dönüştüren cihazlardır. Elektrik makinelerinde enerji dönüşümünü sağlayan temel mekanizma manyetik alandır.

#### UYGULAMA 1.4:

#### Bobin Kullanarak Manyetik Etkiyle Elektrik Elde Etme

**AMAÇ:** Elektrik elde etmede manyetik etkiyi gözlemlemek

#### Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler



Görsel 1.27: Manyetik etki ile elektrik elde etme



### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Bakır bobin teli	0,5 mm çapında	5 metre
Silindir mıknats	Neodyum	5 adet
Plastik nüve	0,5 litre plastik su şişesi olabilir.	1 adet
Tahta ince çubuk	Şiş çubuğu olabilir.	1 adet
Mantar LED	Beyaz	1 adet

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. İletken olmayan bir çubuk, silindir şeklindeki nüvenin ortasından delinerek karşı taraftan çıkarılır.
3. Silindirin dışına bobin teli sarılır. Sarım ne kadar çok olursa üretilen gerilim o kadar artar.
4. Bobin teli sarımı bitince kalan iki ucun dışındaki yalıtkan emaye kazınır ve LED bağlanır.
5. Silindirin içinde çubuğun üzerine mıknatslar yapıştırılır.
6. LED gözlemlenir.
7. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

LED gözlemlendiğinde yanan ışık parlaklığı nasıldır? Işık sürekli yanıyor mu? Işık sürekli yanmıyorsa ışığı sürekli yakmak için ne yapılmalıdır?

### Alınan Değerler ve Sonuç

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



## 1.5. PİL BAĞLANTILARI YAPMA

**AMAÇ:** Pillerin yapılarını, çeşitlerini ve özelliklerini açıklamak, pillerin kimyasal yapılarını ve iç dirençlerini açıklamak, iş güvenliği tedbirlerini alarak pillerin seri, paralel ve karışık bağlantı çeşitlerini uygulamak

**GİRİŞ:** Pil, kimyasal enerjinin depolanabilmesi ve elektriksel bir forma dönüştürülebilmesi için kullanılan bir aygıttır. Piller; bir veya daha fazla elektrokimyasal hücre, yakıt hücreleri veya akış hücreleri gibi elektrokimyasal aygıtlardan oluşur.



### 1.5.1. Yapılarına Göre Pil Çeşitleri

Birincil ve ikincil pillere ait kimyasal özellikler Tablo 1.4'te verilmiştir. Elektrolit, elektrotların batırıldığı sıvıyı göstermektedir. Katot, negatif elektrodu; anot ise pozitif elektrodu göstermektedir.



Görsel 1.28: Piller

Tablo 1.4: Birincil ve İkincil Pillerin Kimyasal Bileşenleri

Pil Türü	Pil Tipleri	Katot	Anot	Elektrolit
Birincil Piller (Şarj Edilemeyen)	alkali	mangan oksit	çinko	potasyum veya sodyum hidroksit
	çinko-karbon	mangan oksit	çinko	amonyum veya çinko klorür
	civa oksit	civa oksit	çinko kadmiyum	potasyum veya sodyum hidroksit
	çinko-hava	havadan oksijen	çinko	potasyum hidroksit
	gümüş oksit	gümüş oksit	lityum	potasyum veya sodyum hidroksit
	lityum	çeşitli metal oksitler	lityum	çeşitli organik veya tuz çözeltileri
İkincil Piller (Şarj Edilebilir)	nikel kadmiyum	nikel oksit	kadmiyum	potasyum veya sodyum hidroksit
	kurşun asit	kurşun oksit	kurşun	sülfirik asit
	nikel metalhidrit	nikel oksit	metal alaşım	potasyum hidroksit
	lityum iyon	lityum kobalt	grafit karbon	lityum tuzu

#### • Birincil Piller

Elektronik tabanlı tüketici ürünlerindeki gelişmeler pillere olan talebi de arttırmıştır. Bu da pil teknolojilerinde gelişim ihtiyacını doğurmuştur. Örneğin lityumun kimyasal özelliklerinden dolayı pillerde kullanılması sonucunda yüksek özelliğe sahip piller ortaya çıkmıştır.

Günümüzdeki tüm pillerin temelini oluşturan iki farklı metal ve bir ara maddenin birleşimi ilkesi, İtalyan bilim adamı Alessandro Volta'nın yıllar önce yaptığı araştırmalar neticesinde ortaya çıkmıştır. Volta, araştırmalarında bakır ile çinkodan, bir sıvı içinde temas etmeksizin bir potansiyel fark elde edebileceğini keşfetti.

Kuru piller, genellikle silindirik kap şeklinde olan bir çinko anodu ve merkezi çubuk şeklindeki bir karbon katodunu içerir. Elektrolit, çinko anodunun yanındaki macun şeklindeki amonyum klorürdür. Elektrolit ile karbon katot arasındaki kalan boşluk amonyum klorür ve mangan dioksitten oluşan ikinci bir macun tarafından alınır ve bu ikinci katman, bir depolarizatör olarak işlev görür. Bazı tasarımlarda amonyum klorür yerine çinko klorür kullanılır.

#### • İkincil Piller

Şarj edilebilen piller bazen **ikincil piller** olarak da adlandırılır çünkü bu pillerin gücü ikincil bir kaynaktan gelmektedir. Bu pillerin bir özelliği de diğer piller kadar uzun süre dayanmamasına karşın birçok kez doldu-



rulabilme avantajıyla toplamda daha uzun ömürlü olmasıdır. Ayrıca şarj edilebilen piller (1,2 V) geleneksel pillere (1,5 V) göre daha düşük voltaja sahiptir. Şarj edilebilen pillerin, kullanılmaya başlar başlamaz voltajları düşen geleneksel pillerin aksine, ömürleri boyunca çok daha düzenli voltajları vardır.

- 1. Nikel Kadmiyum (NiCd):** Adından da anlaşılacağı gibi nikel ve kadmiyumdan yapılmış pillerdir. NiCd piller hafızalı piller olarak da adlandırılır. Kısa zamanda yüksek enerji yoğunluğu sağlayan bu bataryalar, genellikle telsiz telefonları ve küçük ev aletlerini çalıştırmak amacıyla kullanılmaktadır.
- 2. Nikel Metalhidrit (NiMH):** NiCd bataryalardan daha yüksek enerji yoğunluğuna sahip olan NiMH pilleri geliştirilmiştir. Her iki pilin de iç direnci vardır. Bu direnç, nikel-kadmiyum pillerde daha yüksektir. Bu piller kullanılmadığında kendi içinden bir akım akıtır ve boşalır. Bu olay, NiMH pillerde daha çabuk olur ve bu piller daha kısa sürede boşalır.
- 3. Lityum İyon (Li-iyon):** Şarj edilebilir lityum-iyon piller, bilinen şarj edilebilir pil sistemi içinde en fazla enerji yoğunluğuna (en yüksek elektrokimyasal potansiyele) sahip pillerdir. Bu pillerde katot, lityumlu metal oksitlerden; anot ise tabaka hâlindeki grafit içeren karbonlardan meydana gelmektedir. Elektrot ise organik karbonatlarda çözünen lityum tuzlarından oluşmaktadır. Pil şarj edilmeye başladığında katottaki lityum atomları lityum iyonlarına dönüşerek elektrolitten geçer, anottaki karbona doğru giderek elektronlarla birleşir ve karbon tabakaları arasına yerleşir. Deşarj sırasında ise bu işlemin tersi gerçekleşir.

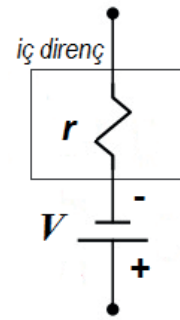
Tablo 1.5: Pil Türlerinin Özellikleri

ÖZELLİK	SİSTEM		
	NiCd	NiMH	Li-iyon
Enerji yoğunluğu	-	+	++
Tekrar kullanılabilme performansı	++	++	++
Kendi kendine deşarj	+	+	++
Hızlı şarj edebilme	++	+	+
Yüksek akım ile deşarj edebilme	++	+	+
Güvenilirlik	+	+	-*
Fiyat	+	-	--
Gerilim uyumluluğu	+	++	--
Deşarjda gerilim kararlılığı	++	+	+

Açıklamalar:  
++ = Mükemmel , + = İyi, - = Uygulamaların çoğu için yeterli, -- = Dezavantajlı, \* = Kontrol devreleri gerekli

### 1.5.2. Pillerin İç Direnci

Bütün piller, elektrotlar ve elektrolitlerle oluşturulmuştur. Kullanılan bütün malzemelerin elektriksel bir direnci olduğuna göre her pilin de boyutlarına, üretiminde kullanılan malzemelerin öz dirençlerine ve üretim teknolojisine bağlı bir iç direnci vardır. İç direnç, bütün gerilim kaynakları için kaçınılmaz bir özelliktir ve pilin içine dağılmış pek çok direncin birleşimidir. İç direnç, pil gerilimine seri bağlı bir  $r$  direnci ile gösterilir. Bir pil biterken iç direnci artar ve daha az gerilim üretmeye başlar. Ni-MH pilinin anodik, katodik ve elektrolit direnç değerlerinin Li-iyon pilininkinden çok daha büyük bir değere sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 1.3: Pilin iç dirençli gösterimi



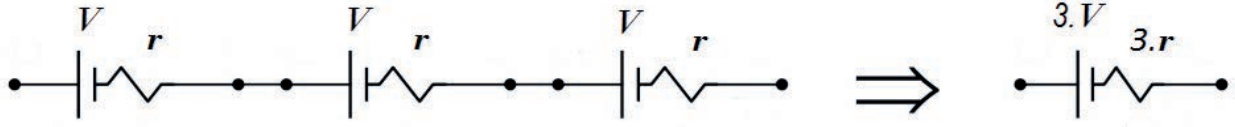
Ohmik direncin Ni-MH pilinde daha yüksek olması, pilin deşarj kapasitesinin ve şarj / deşarj döngü kabiliyetinin zayıf olduğunu göstermektedir. Enerji depolama cihazlarının iç dirençlerinin toplamı önemli bir performans göstergesi olup düşük direnç değeri, yüksek performansı işaret etmektedir.

### 1.5.3. Pillerin Bağlantıları

Değişik gerilim ve güç gereksinimleri olan uygulamalar için pillerin seri, paralel veya karışık bağlanmaları ile bataryalar elde edilir. Pillerin seri, paralel veya karışık bağlanmasındaki amaç, gerilim değerlerini ve dayanımlarını artırmaktır.

#### • Seri Bağlantı

Bilindiği gibi pillerin gerilim değerleri 1-3 volt arasında değişmektedir. Daha yüksek uç gerilimleri elde etmek için piller seri bağlanır.



Şekil 1.4: Pillerin seri bağlanması ve oluşan batarya

Pillerin seri bağlanarak gerilim değeri arttığı gibi iç direnci de artmaktadır. Toplam gerilim ve toplam iç direnç değerini bulmak için aşağıdaki formül kullanılır:

n adet pil için;

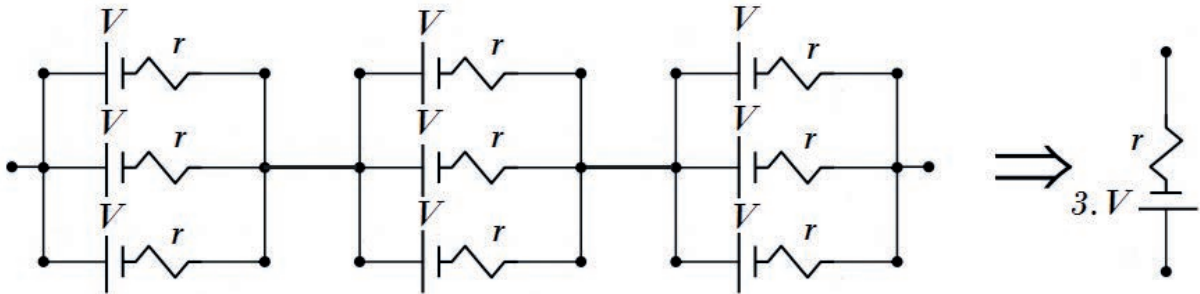
$$V_T = n.V \quad V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$$

$$r_T = n.r \quad r_T = r_1 + r_2 + r_3 + \dots$$

Seri bağlı olan pillerden elde edilen bataryanın akım miktarı tek bir pilinkinden fazla değildir. Batarya oluşturulurken özdeş olmayan piller kullanılmışsa bataryadan çekilen akım, akım değeri en küçük olan (iç direnci en yüksek olan) pilinkini aşmamalıdır. Bu koşula dikkat edilmezse bu pilin yüksek iç direnci nedeniyle uç geriliminin yönü ters döner ve batarya gerilimini çok azaltır. Ayrıca pil içinde tüketilen güç ve dolayısıyla pilin içinde ısınma da artar.

#### • Paralel Bağlantı

Pillerin paralel bağlanmasıyla elde edilen bataryaların avantajı, yüksek akım verebilmesi ve iç dirençlerinin düşük olmasıdır. Paralel bağlamada kullanılacak pillerin özdeş olmaları gereklidir. Pillerin özdeş olmamaları durumunda iç hava dolaşımı akımları oluşarak ısınma ve erken boşalma sorunlarına yol açar.



Şekil 1.6: Pillerin karışık bağlanması ve oluşan batarya



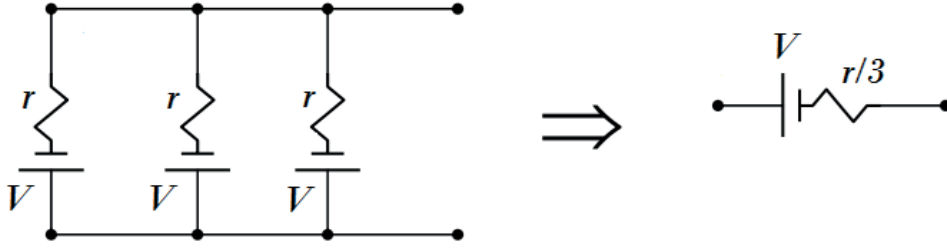
Pillerin paralel bağlanmasıyla elde edilen bataryalarda akım, kullanılan pil sayısı kadar artmakta ancak gerilim, tek bir pilinkine eşit kalmaktadır.

$$I_T = n \cdot I \quad r_T = \frac{r}{n}$$

formüllerinden anlaşıldığı üzere akım artar, iç direnç azalır.

#### • Karışık Bağlantı

İstenilen akım ve gerilim değerlerini elde edebilmek için piller seri ve paralel bağlanarak batarya oluşturulur. Karışık bağlantılı bataryalarda gerilim, akım ve iç direnç değerlerini bulmak için seri ve paralel devrelerdeki formüller sırasıyla kullanılır.



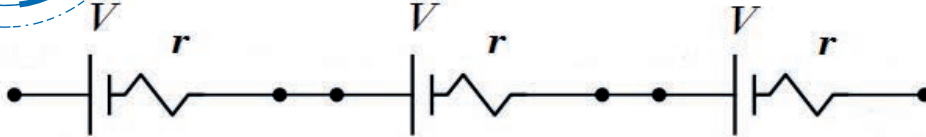
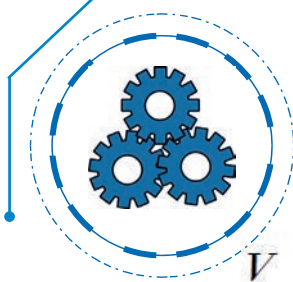
Şekil 1.5: Pillerin paralel bağlanması ve oluşan batarya

#### UYGULAMA 1.5:

Farklı Pilleri Seri Bağlayarak İç Direncin ve Eş Değer Gerilimin Ölçülmesi

**AMAÇ:** Pilleri seri bağlayarak batarya oluşturmak

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Şekil 1.7: Seri bağlı pil uygulaması

#### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Pil yatağı	Seri bağlı kalem boy 3'lü	1 adet
Pil	AA 1,5 volt	3 adet
Ölçü aleti		

#### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Ölçü aleti ile pillerin her birinin iç dirençleri ve gerilim değerleri ölçülerek tabloya yazılır.
3. Seri bağlantı konu başlığı altında bulunan batarya, pil yatağı ve pillerden yararlanılarak oluşturulur.
4. Oluşan bataryanın toplam iç direnci ve gerilim değeri ölçülerek tabloya yazılır.
5. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir.



### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Seri bağlanan pillerin iç dirençlerinin eşit olmaması durumunda bataryanın dayanma süresinde değişiklik olur mu?

### Alınan Değerler ve Sonuç

Tablo 1.6: Pil Ölçüm Sonuçları

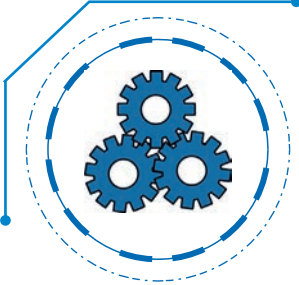
	Pilin iç direnci	Pilin gerilim değeri
1.Pil		
2.Pil		
3.Pil		
Bataryanın iç direnci		Bataryanın gerilim değeri

### Sonuç

		DEĞERLENDİRME FORMU					TARİH	..../..../20....
Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

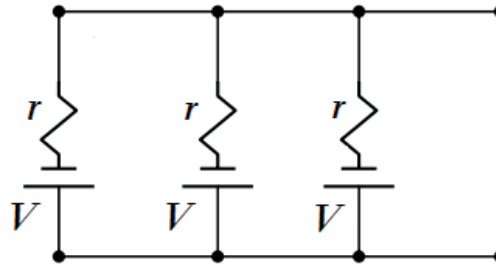
### UYGULAMA 1.6:

Farklı Pilleri Paralel Bağlayarak İç Direncin ve Eş Değer Gerilimin Ölçülmesi



**AMAÇ:** Pilleri paralel bağlayarak batarya oluşturmak

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Şekil 1.8: Paralel bağlı pil uygulaması

### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Pil yatağı	Paralel bağlı kalem boy 3'lü	1 adet
Pil	AA 1,5 volt	3 adet
Ölçü aleti		





### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Ölçü aleti ile pillerin her birinin iç dirençleri ve gerilim değerleri ölçülerek tabloya yazılır.
3. Paralel bağlantı konu başlığı altında bulunan batarya, pil yatağı ve pillerden yararlanılarak oluşturulur.
4. Oluşan bataryanın toplam iç direnci ve gerilim değeri ölçülerek tabloya yazılır.
5. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Paralel bağlanan pillerin iç dirençlerinin eşit olmaması durumunda bataryanın dayanma süresinde değişiklik olur mu?

### Alınan Değerler ve Sonuç

Tablo 1.7: Pil Ölçüm Sonuçları

	Pilin iç direnci	Pilin gerilim değeri
1.Pil		
2.Pil		
3.Pil		

Bataryanın iç direnci	Bataryanın gerilim değeri

### Sonuç

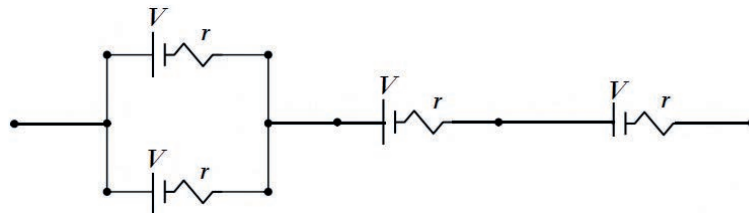
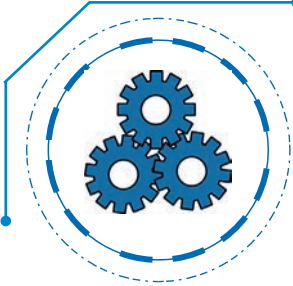
Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

### UYGULAMA 1.7:

Farklı Pilleri Karışık Bağlayarak İç Direncin ve Eş Değer Gerilimin Ölçülmesi

**AMAÇ:** Pilleri karışık bağlayarak batarya oluşturmak

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Şekil 1.9: Karışık bağlı pil uygulaması



### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Pil yatağı	Paralel bağlı kalem boy 3'lü	1 adet
Pil yatağı	Seri bağlı kalem boy 3'lü	1 adet
Pil	AA 1,5 volt	4 adet
Ölçü aleti		

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Ölçü aleti ile pillerin her birinin iç dirençleri ve gerilim değerleri ölçülerek tabloya yazılır.
3. Seri ve paralel bağlantı uygulamalarında elde edilen sonuçlara göre değerlendirme bölümüne karışık bağlantı modeli oluşturularak hesaplama yapılır ve çıkan sonuçlar değerlendirilir.
4. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Uçaklarda kullanılan bataryalar nasıl üretilmiştir?

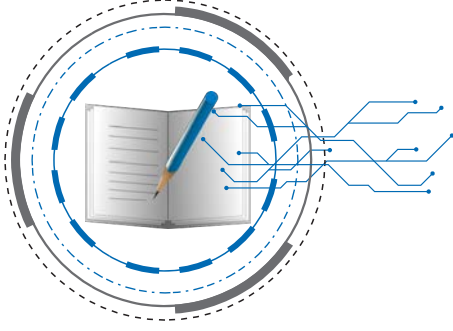
### Alınan Değerler ve Sonuç

Tablo 1.8: Pil Ölçüm Sonuçları

	Pilin iç direnci	Pilin gerilim değeri
1.Pil		
2.Pil		
3.Pil		
Bataryanın iç direnci		Bataryanın gerilim değeri

### Sonuç

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



# 1. ÖĞRENME BİRİMİ

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız (risk değerlendirme, kişisel koruyucu, çok ani, acil durum ekiplerinin, ilk yardım, atom, elektron, valans bandı, iletken, yalıtkanlık, yarı iletkenler, statik elektrik).

1. Elektrik kaynaklı yangınlar birçok sebepten dolayı olur ancak bilinmesi gereken asıl şey, elektrik kaynaklı yangınların ..... bir şekilde oluştuğudur.
2. Son yörüngelerinde (valans bandı) 4 elektron bulunduran maddelere ..... denir.
3. ...., belli bazı nedenlerle meydana gelen ve isminden de anlaşıldığı gibi bir işe yaramayan ve zaman zaman arklar şeklinde boşalan elektriktir.
4. ....oluşturulması ve yangın tatbikatlarının düzenli bir şekilde yapılması önem arz etmektedir.
5. ...., bir elementin kimyasal özelliklerini taşıyan en küçük yapı taşıdır.
6. Maddelerin ..... derecesi son yörüngede (valans yörüngesi) bulunan elektron sayısının fazlalığına bağlıdır.
7. Atom çekirdeği artı elektrik yüküne sahiptir, ..... ise eksi elektrik yüküne sahiptir.
8. ....uygulamaları ölümü veya kazazedenin daha fazla oranda zarar görmesini önler.
9. Atomun son yörüngesine .....denir.
10. .... ekipmanların yerli yerinde kullanılması, uyarı levhalarına uyulması, öğretmen olmadan enerji altında çalışmamak da uyulması gereken kuralların başında sayılabilir.
11. Valans bandındaki serbest elektron miktarı 1-3 arasında olan maddeler ..... maddeler olarak tanımlanır.
12. Elektrik atölyelerinde çalışma yapılmadan önce ..... yapılmış olması gereklidir.

**B) Aşağıda verilen klasik soruların çözümlemesini yapınız.**

1. Özdeş, 9 V gerilim değerine sahip 4 adet pil kullanılarak batarya oluşturmak istenmektedir. Batarya 9 V ile çalışan bir oyuncakta kullanılacaktır. Bu özellikteki bataryayı tasarlayınız (Pillerin öz direnci 4  $\Omega$  olarak kabul edilmektedir.).
2.  $q_1 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$  ve  $q_2 = 4 \cdot 10^{-6}$  elektrik yüklerine sahip iki yükün aralarında 10 cm mesafe vardır. Aralarındaki elektrostatik kuvvet kaç Newton'dır?

**C) Aşağıda verilen maddelerin iletken mi, yalıtkan mı yoksa yarı iletken mi olduklarını karşlarına yazınız.**

Madde	Özelliği
1. Bakır	
2. Silisyum	
3. Flor	
4. Alüminyum	
5. Gümüş	
6. Altın	
7. Kükürt	
8. Platin	
9. Fosfor	
10. Germanyum	

## 2. Öğrenme Birimi

# ELEKTRİKSEL BÜYÜKLÜKLERİ ÖLÇME



### KONULAR

- 2.1. AMPERMETREYLE AKIM ÖLÇME
- 2.2. VOLTMETREYLE GERİLİM ÖLÇME
- 2.3. OHMMETREYLE DİRENÇ ÖLÇME
- 2.4. AVOMETREYLE AKIM, GERİLİM VE DİRENÇ ÖLÇME
- 2.5. GÜÇ VE İŞ ÖLÇÜMLERİNİ YAPMA

### TEMEL KAVRAMLAR

- Akım
- Amper
- Ampermetre
- Gerilim
- Potansiyel fark
- EMK
- Volt
- Voltmetre
- Direnç
- Ohm
- Ohmmetre
- AVometre
- Multimetre
- İş
- Güç
- Enerji
- Joule
- Watt
- Kilowatt
- Saat
- Wattmetre
- Elektrik sayacı

### Bu öğrenme biriminde;

- Elektriksel büyüklüklerin ölçülmesiyle ilgili temel kavramları,
- Elektrik akımıyla ilgili temel kavramları ve ampermetre ile akım ölçmeyi,
- Gerilim, potansiyel fark, EMK kavramlarını ve voltmetre ile gerilim ölçmeyi,
- Dirençle ilgili temel kavramları ve ohmmetre ile direnç ölçmeyi,
- AVometre ile akım, gerilim ve direnç ölçmeyi,
- İş, güç ve enerji kavramlarını,
- İş, güç hesaplama ve ölçme konularını öğreneceksiniz.



## 2. ELEKTRİKSEL BÜYÜKLÜKLERİ ÖLÇME

### Hazırlık Çalışmaları



- 1- Elektriksel voltaj denilince aklınıza neler gelmektedir? Düşüncelerinizi belirtiniz.
- 2- Atomların yapısındaki elektronları hareket ettirmek mümkün müdür? Araştırınız.
- 3- Elektrik akımının yönü belirlenebilir mi? Düşüncelerinizi belirtiniz.
- 4- Elektriksel büyüklükler ölçülebilir mi? Düşüncelerinizi belirtiniz.

### 2.1 AMPERMETREYLE AKIM ÖLÇME

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak ampermetreyle akım ölçmek

**GİRİŞ:** Elektrik akımı, elektrik ve elektronik biliminde var olan en temel kavramlardan biridir. Elektrik akımı, elektrik biliminin merkezinde yer alır. Bu bölümde akım ve amper kavramları, amper dönüşümleri, ampermetrenin özellikleri, çalışması, çeşitleri ve ampermetre ile akım ölçme işlemi anlatılacaktır.



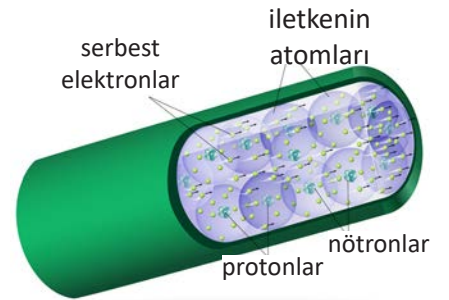
#### 2.1.1. Temel Kavramlar

##### Elektrik Akımı

Elektrik akımı, elektrik ve elektronik biliminde var olan en temel kavramlardan biridir. Elektrik akımı, elektrik biliminin merkezinde yer alır. **Elektrik akımı**, bir devredeki elektron akışı veya elektrik yükü akışıdır. Başka bir deyişle bir elektrik devresindeki belirli bir noktadan geçen yük akış hızıdır. Elektrik akımını iletkenin kesitinden bir yöne doğru geçen net yükler oluşturur. Elektrik akımını oluşturan temel etki, yüklü parçacıkların yapmış olduğu harekettir. Bu yüklü parçacıklar katı maddelerde elektronlardır. İletken katı maddelerde akımı meydana getiren temel etken, eksi (-) yüklü elektronların hareketidir.

Elektrik akımı; iletkenlere uygulanan potansiyel farkın, iletkeni meydana getiren atomların son yörüngesindeki elektronları kendi yörüngesinden koparıp bir yönde itmesi ile meydana gelir. Buna göre birim zamanda, bir yönde meydana gelen elektron hareketine **elektrik akımı** denir. Akımın ne olduğunu ve bir iletkende nasıl davrandığını daha iyi anlayabilmek için bir borudaki su akışı ile akım karşılaştırılabilir. Bu karşılaştırmanın sınırlamaları vardır ancak bu karşılaştırma, akım ve akım akışının çok temel bir göstere midir. Akım, bir borudan akan su gibi düşünülebilir. Bir uca basınç uygulandığında suyu bir yönde hareket ettirmeye ve borudan akmaya zorlar. Su akış miktarı, uca yerleştirilen basınçla doğru orantılıdır. Uç üzerine yerleştirilen basınç veya kuvvet, elektro itici kuvvete benzetilebilir. Boruya basınç uygulandığında veya bir musluğun açılması nedeniyle suyun akmasına izin verildiğinde su neredeyse anında akar. Aynı şey elektrik akımı için de geçerlidir. Elektronlar, üzerlerine uygulanan bir kuvvetten dolayı akar. Bu kuvvet **EMK** (Elektro Motor Kuvveti) olarak bilinir.

Devrelerde akım akışının yönü I harfi veya onunla ilişkili bir ok ve küçük i harfi ile gösterilir. Ancak bu yön aslında gerçek elektron akım akışından ziyade geleneksel akım akışını gösterir. Geleneksel akım akışı ve elektron akışı hakkında genellikle birçok yanlış anlama vardır. Biraz kafa karıştırıcı olabilir ancak oldukça basittir. İletkenler boyunca yük taşıyan parçacıklar serbest elektronlardır (Görsel 2.1).

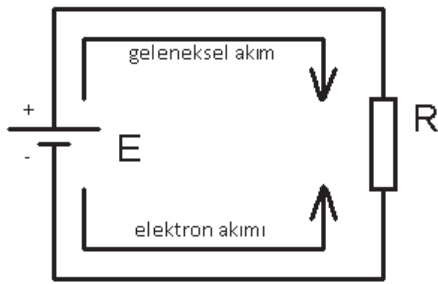


Görsel 2.1: İletkendeki serbest elektronlar

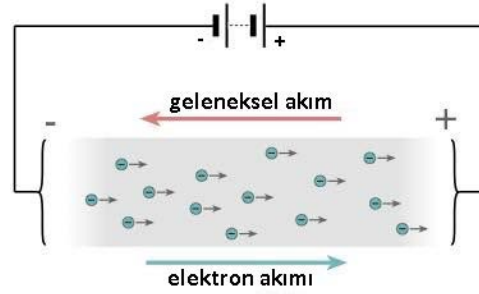


Bir devre içindeki elektrik alan yönü, tanım gereği artı (+) yüklerin itildiği yöndür. Böylece elektronlar elektrik alanının tersi yönde hareket eder. Eksi (-) terminalden artı (+) terminale akan elektronlar, elektron akım akışı olarak ifade edilir. Artı (+) terminalden eksi (-) terminale giden elektronlar geleneksel akım akışı olarak ifade edilir. Bunun nedeni, statik ve dinamik elektrik akımlarındaki ilk araştırmaların günümüzde bilinen artı (+) yük taşıyıcılarına dayanmasıdır. O zamanki kabul bugün hâlâ kullanılmaktadır. Geleneksel akım yönü, devre şemalarında kullanılır. Ancak gerçek akım yönü, elektronların oluşturduğu akım yönüdür. Bu durum Şekil 2.1 ve Şekil 2.2'de gösterilmiştir.

- Geleneksel akım akışı, artı (+) terminalden eksi (-) terminale doğrudur. Artı (+) yüklerin akacağı yönü gösterir.
- Elektron akışı, eksi (-) terminalden artı (+) terminale doğrudur. Elektronlar eksi (-) yüklüdür ve bu nedenle artı (+) terminale çekilir.



Şekil 2.1: Elektron akımı ve geleneksel akım



Şekil 2.2: Elektron akımı ve geleneksel akım

### Akım Şiddeti, Birimleri ve Dönüşümleri

Elektrik akımı İngilizce yoğunluk anlamına gelen intensity (intensitiy) sözcüğünün baş harfi olan I veya i harfi ile gösterilir. Yoğunluktan kastedilen şey, elektron yoğunluğudur çünkü elektron, elektrik akımını oluşturan parçacıktır ve akımın başlangıç kaynağıdır.

Akım şiddeti, SI (Uluslararası Birimler Sistemi) birimlerine göre **Amper** temel ölçü birimiyle ölçülen elektriksel bir niceliktir. Amper biriminin kısaltması **A**'dır. Amper ölçü birimi Andre Marie Ampere (Andrie Mari Amper) adından gelmektedir. Andre Marie Ampere (1775-1836) Fransız matematikçi ve fizikçidir. Erken elektrik bilimi ile ilgili birçok deney yapmıştır. Öncü çalışmaları nedeniyle elektrodinamiğin babası olarak kabul edilmiştir.

Birim zamanda geçen elektrik yükü miktarına **elektrik akım şiddeti** denir. Bir devreden birim zamanda (1 saniyede)  $6,24 \cdot 10^{18}$  tane elektron geçiyorsa o devrenin akımı **1 Amper** olarak kabul edilir. Coulomb Kanunu'na göre 1 Coulomb (C)  $6,24 \cdot 10^{18}$  tane elektronun yüküne eşittir. 1 Coulombluk elektrik yükü, 1 amperlik akım şiddeti demektir. Devreden geçen 1 amperlik akım şiddeti için saniyede 6,24 kentilyon (18 sıfırlı) adet elektronun akması gerekir.

Akım şiddeti aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanır.

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

Denklemden kullanılan;

I: Elektrik akımı şiddeti (Amper-A),

Q: Elektrik yükü miktarı (Coulomb-C),

t: Zamandır (Saniye-Sn.).



**Örnek:** Bir elektrik devresinden geçen akım 1 A ise devreden 10 saniyede geçen yük miktarını ve elektron sayısını bulunuz.

**Çözüm:**  $I = 1 \text{ A}$

$Q = ?$

$t = 10 \text{ Sn.}$

Elektron sayısı = ?

$$I = \frac{Q}{t} \quad 1 = \frac{Q}{10} \quad Q = 10 \cdot 1 = 10 \text{ C} \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$1 \text{ C} = 6,24 \cdot 10^{18} \text{ e} \quad 10 \text{ C} = 10 \cdot 6,24 \cdot 10^{18} = 62,4 \cdot 10^{18} = 624 \cdot 10^{17} \text{ adet elektrondur.}$$

**Örnek:** Bir elektrik devresinden 3 saniyede 12 C elektrik yükü akmaktadır. Buna göre devreden akımın şiddetini bulunuz.

**Çözüm:**  $Q = 12 \text{ C}$

$t = 3 \text{ Sn.}$

$I = ?$

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{12}{3} = 4 \text{ A olur.}$$

Bir şimşek veya yıldırımdaki akımın şiddeti 100.000 A (100 KA) seviyelerine ulaşabilirken yüksek frekansla çalışan elektronik devrelerinde akım şiddeti  $\mu\text{A}$  düzeyindedir.

Tablo 2.1'de elektrik akımı birimleri, Tablo 2.2'de akım birimlerinin dönüşümleri verilmiştir. Birimler biner biner büyür ve küçülür.

**Tablo 2.1: Elektrik Akımı Birimleri**

Elektriksel Büyüklük	Üst/Alt Birim	Birim Adı	Kısaltma	Katsayı
Elektrik Akımı Sembölü I veya i	Üst Birimler	MegaAmper	MA	$10^6$
		KiloAmper	KA	$10^3$
	Temel Birim	Amper	A	$10^0 = 1$
	Alt Birimler	miliAmper	mA	$10^{-3}$
		mikroAmper	$\mu\text{A}$	$10^{-6}$
		nanoAmper	nA	$10^{-9}$

**Tablo 2.2: Elektrik Akımı Birimlerinin Dönüşümleri**

MegaAmper (MA) > KiloAmper (KA) > Amper (A) > miliAmper (mA) > mikroAmper ( $\mu\text{A}$ ) > nanoAmper (nA)			
1 MA (MegaAmper)	$10^6 \text{ A}$	$10^3 \text{ KA}$	$10^9 \text{ mA}$
1 KA (KiloAmper)	$10^3 \text{ A}$	$10^6 \text{ mA}$	$10^9 \mu\text{A}$
1 mA (miliAmper)	$10^{-3} \text{ A}$	1000 $\mu\text{A}$	1000000 nA
1 $\mu\text{A}$ (mikroAmper)	$10^{-6} \text{ A}$	1000 nA	
1 nA (nanoAmper)	$10^{-9} \text{ A}$		

**Örnek:** Aşağıda verilen elektrik akımı birimlerinin dönüşümlerini yapınız.

- a) 0,82 KA = .....A    d) 900 A = .....KA    g) 0,003 KA = .....mA    j) 2500  $\mu\text{A}$  = .....mA  
b) 750 mA = .....A    e) 1500 A = .....MA    h) 0,027 MA = .....KA  
c) 1,5 A = .....mA    f) 3,2 A = .....  $\mu\text{A}$     i) 1280 mA = .....A





**Çözüm:** Tablo 2.1'den yararlanılarak birim dönüşümleri aşağıdaki gibi yapılır.

- a) 0,82 KA = 0,82.1000 = 820 A
- b) 750 mA = 750/1000 = 0,75 A
- c) 1,5 A = 1,5.1000 = 1500 mA
- d) 900 A = 900/1000 = 0,9 KA
- e) 1500 A = 1500/1000000 = 0,0015 MA
- f) 3,2 A = 3,2.1000000 = 3200000  $\mu$ A = 32.10+5  $\mu$ A
- g) 0,003 KA = 0,003.1000000 = 3000 mA
- h) 0,027 MA = 0,027.1000 = 27 KA
- i) 1280 mA = 1280/1000 = 1,28 A
- j) 2500  $\mu$ A = 2500/1000 = 2,5 mA

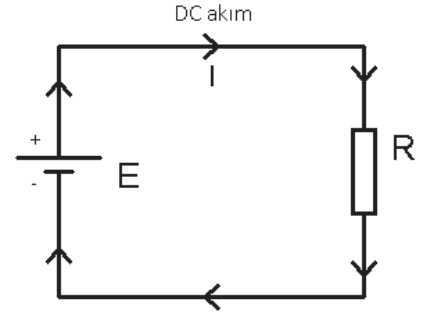
### Elektrik Akımı Çeşitleri

Elektrik akımı, yön ve şiddetinin zamanla değişimine göre iki türde olabilir.

#### • Doğru Akım

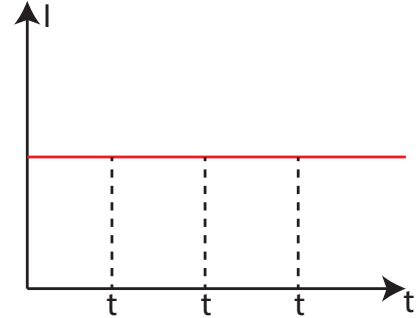
Zamana bağlı olarak yönü değişmeyen akıma **doğru akım** denir. İngilizce doğru akım anlamına gelen "Direct Current" sözcüklerinin baş harfleri olan DC şeklinde ifade edilir.

Doğru akım devresinde akım yönü Şekil 2.3'te görüldüğü gibidir. DC gerilim kaynağı bulunan devrede akım üreticinin artı (+) kutbundan eksi (-) kutbuna doğru direnç üzerinden geçerek ulaşır. Akımın yönü değişmez. Doğru akımın yönü değişmese de şiddeti (değeri) değişebilir. Zamana göre şiddeti değişkenlik gösterebilir. Ancak bu değişimde kesinlikle yön değişimi olmaması gerekmektedir. Şiddetinin değişimine göre doğru akım iki çeşittir.



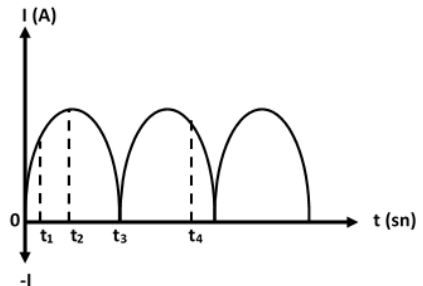
Şekil 2.3: Doğru akımda yön

- **Düzen Doğru Akım:** Zamana göre yönü ve şiddeti değişmeyen akıma **düzen doğru akım** denir. Düzen doğru akım; DC dinamları, piller, aküler, bataryalardan elde edilir. Ayrıca şebeke akımı, güç kaynağı veya adaptör denen cihazlarla düzen doğru akıma dönüştürülmektedir. Şekil 2.4'te düzen doğru akımın grafiği görülmektedir. Grafiğe göre devreden geçen akım zamana bağlı olarak değişmemektedir. Akım şiddeti; t1, t2, t3 ve t4 gibi farklı zamanlarda hep aynı kalmaktadır. Akımın tamamının t zaman ekseninin üst tarafında olması yönünün değişmediğini göstermektedir.



Şekil 2.4: Düzen doğru akım

- **Değişken Doğru Akım:** Zaman göre yönü değişmeyen, ancak şiddeti değişen akıma **değişken doğru akım** denir. Periyodik değişken doğru akım, sinyal jeneratörü adı verilen cihazlarla elde edilir. Şekil 2.5'te değişken doğru akıma örnek gösterilmiştir. Grafiğe göre devreden geçen akım zamana bağlı olarak değişmektedir. Akım şiddeti; t1, t2, t3 ve t4 gibi zamanlarda farklıdır. Akımın tamamının t zaman ekseninin üst tarafında olması yönünün değişmediğini göstermektedir.



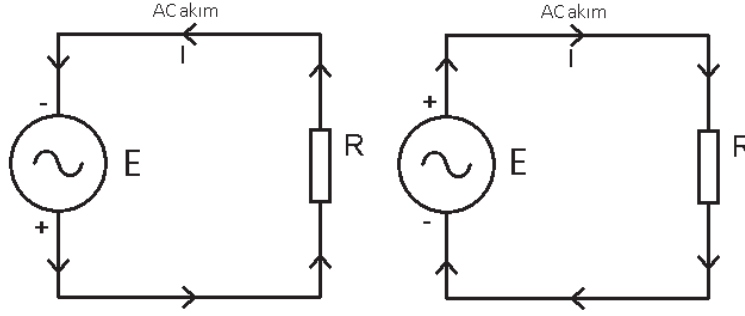
Şekil 2.5: Değişken doğru akım



### • Alternatif Akım

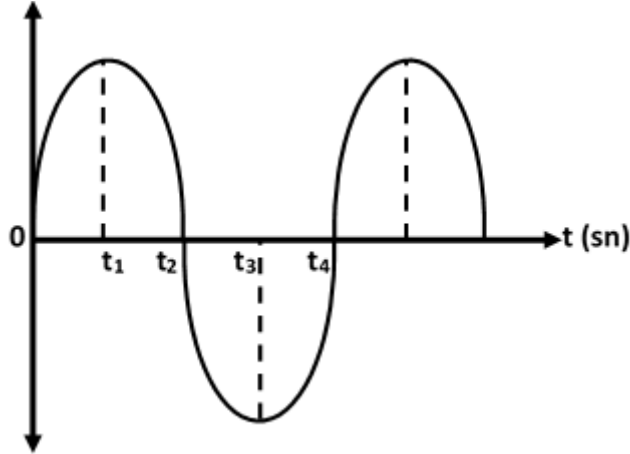
Zamana bağılı olarak yönü ve şiddeti (değeri) düzenli olarak değişen akıma **alternatif akım** denir. İngilizce alternatif akım anlamına gelen "Alternating Current" sözcüklerinin baş harfleri olan AC şeklinde ifade edilir. Yön değişimiyle kastedilen alternatif akımın zamanla hem artı (+) hem de eksi (-) değer almasıdır. Şiddetinin değişmesiyle de sıfırdan maksimum değere doğru hızlı bir değer artışı ve azalışı göstermesi ifade edilmektedir.

Alternatif akım devresinde akım yönü Şekil 2.6'da görüldüğü gibidir. AC gerilim kaynağı bulunan devrede kaynağın sürekli aynı yönde + (artı) ya da - (eksi) kutbu yoktur. Kutuplar sürekli değiştiği için her kutup değişiminde direnç üzerinden geçen akımın yönü de değişmektedir.



Şekil 2.6: Alternatif akımda yön

Bir akımın alternatif akım olabilmesi için iki önemli faktör vardır. Birincisi, akım zamana bağılı olarak yön değiştirmelidir. Şekil 2.7'de görülen alternatif akımın değişim eğrisine göre zaman ekseninin hem üstünde hem de altında olduğu görülmektedir. Alternatif akım hem artı hem de eksi yönde değerler almıştır. Bu durum alternatif akımın yön değiştirdiğini gösterir. Alternatif akım devreden belli bir süre (0-t<sub>2</sub> arası) bir yönde geçerken belli bir süre (t<sub>2</sub>-t<sub>4</sub> arası) ters yönde geçer. İki yönde geçen bu elektrik yüklerinin geçiş miktarı ve süresi birbiriyle aynıdır. Zaman ekseninin alt ve üstündeki bölümler birbirinin simetrisidir. Diğer faktör ise zamana göre akımın şiddetinin (değerinin) değişmesidir. Alternatif akım sıfırdan başlayarak artar ve belli bir sürede (t<sub>1</sub>) en üst değere çıktıktan sonra azalmaya başlar. Belli bir süre sonra (t<sub>2</sub>) sıfır olur. Sonra aynı işlem ters yönde tekrar eder. Bu durum alternatif akımın her an şiddetinin değiştiğini göstermektedir.



Şekil 2.7: Alternatif akım

Alternatif akımın değeri farklı şekillerde ifade edilir. Bu değerler; ani değer, maksimum (tepe) değer, tepeden tepeye değer, ortalama değer ve etkin (efektif) değer olarak adlandırılır. Uygulamada en çok etkin değer kullanılır. Ölçü aletleri alternatif akımın etkin değerini ölçer.



Alternatif akım denince akla ilk olarak şehir şebekesinden çekilen akım gelir. Şehir şebeke akımının dalga formu sinüs (sinüsoidal) eğrisi şeklindedir. En bilinen AC dalga biçimi sinüs dalgasıdır. Farklı uygulamalarda üçgen ve kare dalga gibi değişik dalga biçimleri de kullanılmaktadır.

Üretim ve iletim avantajlarının dışında alternatif akım kullanımda bazı avantajlara sahiptir. Örneğin alternatif akım makinelerinin daha basit yapıda olması, daha az bakım gerektirmesi ve doğru akım ihtiyacı olan cihazlar için kolaylıkla doğru akıma çevrilebilmesi alternatif akımın başlıca üstünlükleridir. Doğru akımın alternatif akıma dönüştürülmesi işlemi daha karmaşık ve pahalıdır.

Alternatif akım genellikle güç dağıtımı için kullanılır. Bu nedenle evlerdeki ve iş yerlerindeki prizler, ihtiyaç duyulan her şeye güç sağlamak için alternatif bir akım sağlar. Ancak doğru akım elektronik cihazlar, devreler, kartlar ve birçokları için daha yaygın olarak kullanılır. Hem alternatif akım hem de doğru akım kaynakları kendi yarar alanlarında elektrik ve elektronik endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

## 2.1.2. Ampermetrenin Özellikleri, Çalışması ve Çeşitleri

### Özellikleri ve Çalışması

Elektrik akım şiddetini ölçmek için kullanılan ölçü aletlerine **ampermetre** denir. Elektrik devrelerindeki ampermetrenin sembolü daire içinde "A" şeklindedir (Şekil 2.8). Ampermetre devreye seri bağlanır çünkü alıcının veya alıcılardan geçecek akımın ölçülebilmesi için akımın tamamının ampermetreden geçmesi gerekmektedir.

Akımı ölçmek için bir ampermetre kullanırken akımın ampermetreden geçmesi için devreye girmek gereklidir. Akımın aktığı devreden enerjinin kesilmesi ve ampermetrenin devreye bağlanması gerekir. Ampermetreler devreye seri bağlandıkları için ölçüm yaptıkları devrelerde bir yük gibi akımı sınırlandırıcı etki yapmaması, başka bir deyişle devrenin çalışmasını değiştirmemesi gerekir. Bu nedenle ampermetre bobinleri kalın telli ve az sarımlı yapılıdır. Böylece ampermetrelerin iç dirençleri çok küçüktür (0-1  $\Omega$ ). Ampermetrelerin yanlışlıkla devreye paralel bağlanmaları durumunda iç direnci çok küçük olduğu için üzerinden çok büyük akım geçer ve devre, ampermetre üzerinden kısa devre olur. Bu durumda ampermetre kısa sürede kullanılamaz duruma gelebilir.



Şekil 2.8: Ampermetre sembolü

### Çeşitleri

Birçok ampermetre çeşidi bulunmaktadır. Bunlar aşağıda sıralanmıştır:

- Yapısı ve çalışma prensibine göre hareketli bobinli, hareketli manyetizmalı, elektrodinamik, döner demirli ve termik ampermetre
- Gösterge şekline (yapısına) göre analog ampermetre ve dijital ampermetre
- Ölçtüğü akıma göre DC ampermetre ve AC ampermetre
- Ölçüm şekline göre tek faz ölçüm yapan ampermetre ve üç faz ölçüm yapan ampermetre
- Kullanım yerlerine göre taşınabilir ve pano tipi (sabit) ampermetre

Ampermetreler uygulamada analog, dijital ve pens ampermetreler olarak yaygın kullanıma sahiptir. Ampermetreler ölçülecek değere göre mA seviyesinden KA seviyesine kadar ölçme alanına sahip olarak imal edilmektedir. Ölçülecek akımın DC veya AC olmasına göre DC ampermetre veya AC ampermetre kullanılmalıdır.

- **Analog Ampermetre:** Skalalı ve ibreli yapıya sahiptir. Elektrik akımının etkisine göre hareket eden ibrenin durduğu yere bakılarak ölçülen büyüklüğün değeri tespit edilir (Görsel 2.2).



Görsel 2.2: Analog pano tipi ampermetre (0-25 A)



- **Dijital Ampermetre:** Elektronik sayıcı devre elemanlarından oluşur. Ölçüm sonucu, sayısal göstergeden doğrudan okunur. Okuma işlemi, analog ölçü aletlerinde olduğu gibi ölçü aletinden akım geçtiği anda olmaz. Bir süre sayıcının kararlı duruma gelmesi gerekmektedir (Görsel 2.3).



Görsel 2.3: Dijital pano tipi ampermetre

- **Pens Ampermetre:** Pens ampermetreler içinden akım geçen bir iletkenin etrafında meydana gelen manyetik alanın etkisinden yararlanılarak geliştirilmiş ölçü aletleridir. Pens ampermetreler, akım ölçme işlemi daha pratik hâle getirmek için ampermetre ve akım trafosu aynı gövde içinde birleştirilerek oluşturulmuş ölçü aletleridir.

Pens ampermetreler yapı olarak açılır kapanır bir pens (çene), pensi açıp kapayan bir klips ve bir göstergeden oluşur. Aletin gövdesinden dışarı doğru açılan demir nüvesi, pens gibi açılıp kapanacak şekilde yapılmıştır. Böylece akımı ölçülecek iletken kesilmeden pens içine alınır. Pens içine alınan akımı ölçülecek iletken tek sarımlı primer sargı görevi görerek, etrafında oluşan manyetik alan pens şeklindeki nüveden geçerek alet içindeki sekonder sargıda bir gerilim meydana getirir ve akım değeri bu şekilde tespit edilir. Pens ampermetreler devreye kablo bağlantıları ile bağlanmaz. Pens ampermetrelerde pens içine yalnız akımı ölçülecek iletken alınmalıdır. Pens içinde birden fazla iletken alınırsa ölçülen akım değeri; iletkenlerden aynı yönde akım geçiyor ise ölçülen değer bu akımların toplamına, zıt yönlü akım geçiyor ise farkına eşittir (Görsel 2.4).



Görsel 2.4: Pens ampermetre

### 2.1.3. Ampermetreyle Akım Ölçme

Öncelikle ölçülecek akımın türüne (AC-DC) uygun ampermetre seçilmelidir. Ampermetre ölçüm yapılacak noktaya, alıcının veya devrenin çektiği akımın tamamı üzerinden geçecek şekilde bağlanmalıdır. Bu bağlantı, seri bağlantıdır.

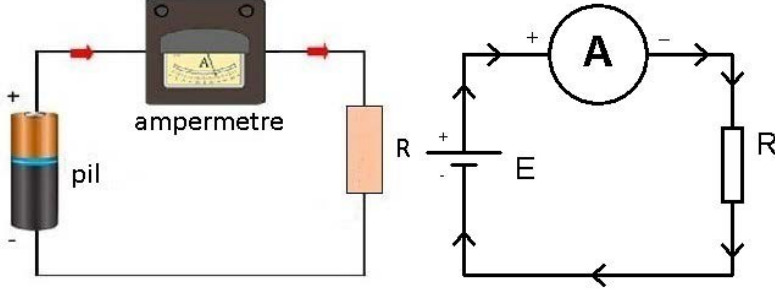
Ampermetre ile akım ölçümü yapılırken aşağıda belirtilen adımlar uygulanır:

- Ölçülecek akımın tipine uygun (AC-DC) ampermetre seçilmelidir.
- Ölçülecek akım değerine uygun hassasiyete sahip ampermetre seçilmelidir.  $\mu\text{A}$  seviyesindeki akım, amper seviyesinde ölçüm yapan bir ampermetre ile ölçülemez.
- Enerji altında hiçbir şekilde ampermetre bağlantısı yapılmamalı ve mevcut bağlantıya müdahale edilmemelidir.
- Ölçüme başlamadan önce ölçü aleti kademe anahtarı seçimi yapılmalıdır. Ampermetrenin ölçme sınırı, ölçülecek akım değerinden mutlaka büyük olmalıdır. Ölçü aleti ile ölçme sınırını aşan ölçüm yapılmamalıdır. Bu durum hem ölçü aleti hem de ölçüm yapan kişi için sakıncalar doğurabilir.
- Doğru akım ölçmelerinde artı (+) ve eksi (-) uçlar doğru bağlanmalıdır. Doğru akımda kullanılacak ampermetrenin artı (kırmızı prob) ve eksi (siyah prob) bağlantı uçları, akım ampermetreye artıdan girip eksiden çıkacak şekilde bağlanır (Şekil 2.9). Bu uçla ters bağlanırsa analog ampermetre ibresi ters sapar. Ters geçen akımın büyüklüğüne ve geçiş süresine bağlı olarak ampermetre hasar görebilir. Dijital ampermetrelerde herhangi bir hasar durumu söz konusu olmaz.

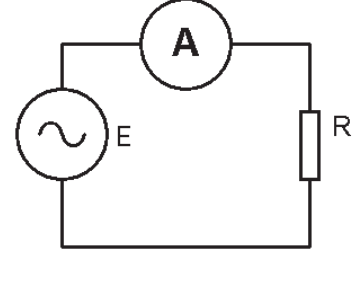


Ancak göstergede değer önünde eksi (-) görülür.

- Alternatif akım ölçmelerinde ampermetreye bağlanan giriş ve çıkış uçları farklılık göstermez (Şekil 2.10).

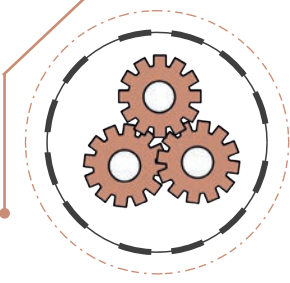


Şekil 2.9: DC ampermetre bağlantısı



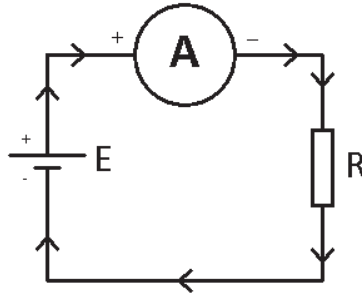
Şekil 2.10: AC ampermetre bağlantısı

### UYGULAMA 2.1: Ampermetreyle Akım Ölçme

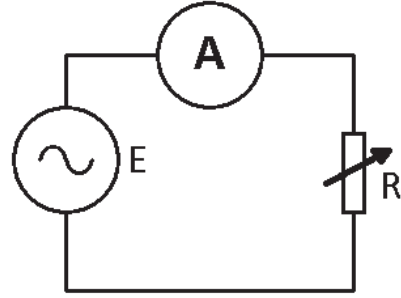


**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak ampermetreyi devreye bağlamak ve akım ölçmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Şekil 2.11: DC akım ölçme



Şekil 2.12: AC akım ölçme

### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Direnç (R)	1 K $\Omega$ , ¼ W	1 Adet
Direnç (R)	10 K $\Omega$ , ¼ W	1 Adet
Reosta (R)	5 $\Omega$ / 10 A	1 Adet
DC Güç Kaynağı	12 V	1 Adet
AC Güç Kaynağı	12 V	1 Adet
Analog Ampermetre	AC ve DC	1 Adet
Dijital Ampermetre	AC ve DC	1 Adet
Bağlantı Kablosu	-	-



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=20815>



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak gereksiz malzemeler bulundurulmamalıdır.
2. Öğretmen tarafından verilen tüm devre elemanları elle ve gözle kontrol edilir.
3. Ampermetre ile akım ölçmeye ilişkin bilgi yapraklarındaki işlem adımları tekrar okunur.
4. Şekil 2.11'de görülen DC devre kurulur. Sırasıyla analog ve dijital ampermetre bağlantısı yapılır. Öğretmen gözetiminde devreye enerji verilir. 1 K $\Omega$  ve 10 K $\Omega$  direnç değerleri için analog ve dijital ampermetre ile ölçülen akım değerleri birimleriyle birlikte Tablo 2.3'e kaydedilir. Ölçüm bitince enerji kesilir.
5. Şekil 2.12'de görülen AC devre kurulur. Sırasıyla analog ve dijital ampermetre bağlantısı yapılır. Öğretmen gözetiminde devreye enerji verilir. Analog ve dijital ampermetre ile ölçülen akım değerleri birimleriyle birlikte Tablo 2.3'e kaydedilir. Ölçüm bitince enerji kesilir. AC akım ölçmede öğretmen tarafından sadece dijital ampermetre tercihi yapılabilir. Öğretmen tarafından gerekli görülmesi durumunda reostanın farklı değerleri için akım ölçmesi yapılabilir.
6. Yapılan işlemlerle ilgili gözlemler sonuç kısmına yazılır.
7. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

#### Alınan Değerler

Tablo 2.3: Ampermetreyle DC/AC akım ölçüm tablosu

AMPERMETRE İLE DC/AC AKIM ÖLÇME			
Kaynak Gerilimi (E)	Direnç (R)	Analog Ampermetreyle Ölçülen Değer	Dijital Ampermetreyle Ölçülen Değer
12 V DC	1 K $\Omega$		
	10 K $\Omega$		
12 V AC	5 $\Omega$ / 10 A		

### Sonuç

Yaptığınız işlemlerle ilgili gözlemlerinizi kısaca yazınız.

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



## 2.2. VOLTMETREYLE GERİLİM ÖLÇME



**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak voltmetreyle gerilim ölçmek

**GİRİŞ:** Potansiyel fark, elektromotor kuvveti ve gerilim kavramları tıpkı elektrik akımı gibi elektrik ve elektronik biliminde var olan en temel kavramlardan biridir. Bu kavramlar, elektrik biliminin merkezinde yer alır. Bu bölümde potansiyel fark, elektromotor kuvveti, gerilim ve volt kavramları, volt dönüşümleri, voltmetrenin özellikleri, çalışması ve çeşitleri, voltmetre ile gerilim ve elektromotor kuvveti ölçme işlemi anlatılacaktır.

### 2.2.1. Temel Kavramlar

#### Potansiyel Fark

Elektronları bir noktadan başka noktaya hareket ettirmek için birim yük başına gereken **enerjiye potansiyel** denir. Elektrik alanı içinde herhangi iki noktanın potansiyelleri arasındaki farka **potansiyel fark** denir. İki nokta arasındaki elektriksel potansiyel fark, bu iki nokta arasındaki birim yükün taşınması için gerekli olan enerjidir. Potansiyel farkın ölçü birimi voltur.

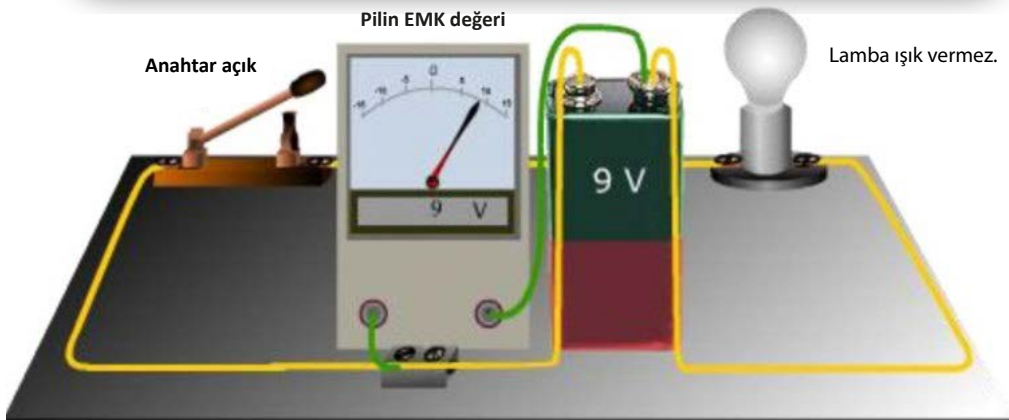
Elektriksel potansiyel bir devrenin etrafındaki akımı zorlamak için mevcut olan elektrik basıncının bir ölçüsüdür. Akım tanımlanırken bahsedilen bir su sisteminin karşılaştırılmasında potansiyel, belirli bir noktada su basıncına benzetilebilir. Sistemin bir bölümündeki basınç farkı ne kadar büyük olursa akacak su miktarı da o kadar büyük olur. Benzer şekilde, bir elektrik devresinin bir bölümündeki potansiyel fark veya gerilim ne kadar büyük olursa akan akım o kadar büyük olur.

#### Elektromotor Kuvveti (EMK)

Devreden akım akması için bir enerji kaynağı gereklidir. Bu enerji kaynağı, yük taşıyıcıları etkileyerek akıma neden olur. Bu kaynaklardan bazıları pil hücreleri, jeneratörler, yakıt hücreleri ve güneş hücreleridir. Enerji kaynağı devreden akım akmasını sağlayan elektronları harekete geçiren bir elektro itici güçtür. Başka bir deyişle bir elektrik devresinde yüklü elektronları akmaya zorlayan basınç olarak düşünülebilir.

Bir devrede bir alıcının (yükün) uçları arasındaki potansiyel farka elektromotor kuvveti denmez. Elektrik devrelerinde, devre açıkken kaynağın (üretcin) iki kutbu arasındaki potansiyel farka **elektromotor kuvveti** denir. Üreteç uçlarındaki potansiyel fark, elektrik yüklerini harekete geçirerek devreyi çalıştıran kuvvettir. Bir başka deyişle elektrik akımının oluşmasına neden olan kuvvettir. Elektromotor kuvveti kısaca EMK olarak ifade edilir. Ölçü birimi voltur. "E" harfi ile gösterilir (Şekil 2.13).

EMK= Alıcı uçlarındaki gerilim + Kaynağın iç direncinde düşen gerilim

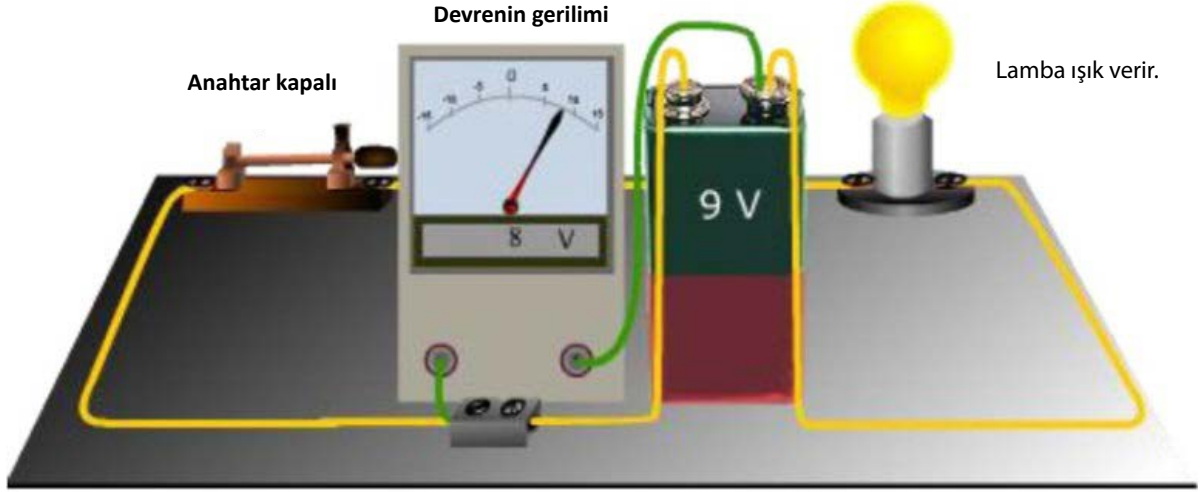


Şekil 2.13: Üretcin (pilin) EMK değeri



Bir pilin EMK değeri vardır. Bununla birlikte pil kullanıldıkça EMK değeri düşer. Bunun nedeni hücrenin içinde bir miktar direnç olmasıdır. Akım aktıkça iç direncin üzerinde bir gerilim düşümü olur. Böylece çıkışta görülen gerilim beklenenden daha az olur. Pilin yüksüz hâldeki gerilimi elektromotor kuvvet (EMK) olarak bilinir. EMK, her zaman alıcı uçlarında düşen gerilimden daha büyüktür. Çalışan bir devrede (kaynaktan akım çekilen bir devrede) kaynağın uçlarına bağlanan bir voltmetre EMK değerini değil, kaynağın gerilimini ölçebilir (Şekil 2.14).

Kaynaktan akım çekildiği anda kaynak içinde gerilim düşer. Kaynağın EMK değeri, kaynağın içinde düşen gerilim ve alıcı uçlarında düşen gerilimin toplamına eşittir. Özetle bir kaynağın boştaki ve yüklükten gerilimleri farklıdır. Bunun nedeni, kaynak devreye akım verirken enerjinin bir kısmının kaynaktan harcanmasıdır.



Şekil 2.14: Devrenin gerilim değeri

### Gerilim (Voltaj)

Gerilim (voltaj), herhangi bir elektrik veya elektronik devreye ilişkili en temel parametrelerden biridir. Pil radyo, ampul ve tıraş makinelerine kadar birçok elektrikli ürünün özelliklerinde yaygın olarak görülür. Örneğin, bir pilin gerilimi ile pilin iki terminali arasındaki potansiyel fark kastedilir.

Bir alıcının uçları arasında veya devrede herhangi iki nokta arasında oluşan potansiyel farka **gerilim (voltaj)** denir. Gerilim ve potansiyel fark aynıdır. Gerilim, volt cinsinden ölçülür. “U” veya “V” harfi ile gösterilir.

Bir cihazın çalışma gerilimi çok önemlidir. Elektrikli ve elektronik eşyaları doğru gerilim kaynaklarına bağlamak gerekir. 12 voltluk bir aküye 220 voltluk bir ampul bağlanırsa ampul ışık vermez. Ancak 220 voltluk bir kaynağa küçük bir 5 voltluk küçük bir USB cihazı bağlanırsa cihazdan çok fazla akım akar. Cihaz onarılamaz şekilde hasar görür.

### Gerilim Birimleri ve Dönüşümleri

Gerilim İngilizce voltaj anlamına gelen “**voltage**” sözcüğünün baş harfi olan **V** veya **U** harfi ile gösterilir.

Gerilim, SI (Uluslararası Birimler Sistemi) birimlerine göre “**Volt**” temel ölçü birimiyle ölçülen elektriksel bir niceliktir. Volt biriminin kısaltması **V**'dir. Volt ölçü birimi Alessandro Volta (Alessandro Volta) adından gelmektedir. Alessandro Volta (1745-1827) dinamik elektriğin öncülerinden biridir. İtalyan fizikçi elektriğin temel özelliklerini araştırarak ilk pili icat etmiş ve elektrik anlayışını geliştirmiştir.





Tablo 2.4'te elektrik gerilimi birimleri, Tablo 2.5'te gerilim birimlerinin dönüşümleri verilmiştir. Birimler, biner biner büyür ve küçülür.

Tablo 2.4: Elektrik Gerilimi Birimleri

Elektriksel Büyüklük	Üst/Alt Birim	Birim Adı	Kısaltma	Katsayı
Elektrik Gerilimi Sembölü V, U	Üst Birimler	MegaVolt	MV	$10^{+6}$
		KiloVolt	KV	$10^{+3}$
	Temel Birim	Volt	V	$10^0 = 1$
	Alt Birimler	miliVolt	mV	$10^{-3}$
		mikroVolt	$\mu V$	$10^{-6}$

Tablo 2.5: Elektrik Gerilimi Birimlerinin Dönüşümleri

MegaVolt (MV) > KiloVolt (KV) > Volt (V) > miliVolt (mV) > mikroVolt ( $\mu V$ )			
1 MV (MegaVolt)	$10^{+6} V$	$10^{+3} KV$	$10^{+9} mV$
1 KV (KiloVolt)	$10^{+3} V$	$10^{+6} mV$	$10^{+9} \mu V$
1 mV (miliVolt)	$10^{-3} V$	1000 $\mu V$	
1 $\mu V$ (mikroVolt)	$10^{-6} V$		

**Örnek:** Aşağıda verilen elektrik gerilimi birimlerinin dönüşümlerini yapınız.

- a) 1,2 KV = ..... V  
b) 1300 mV = ..... V  
c) 10 V = ..... mV  
d) 750 V = ..... KV  
e) 15000 V = ..... MV  
f) 1,5 V = .....  $\mu V$   
g) 0,05 KV = ..... mV  
h) 0,022 MV = ..... KV  
i) 0,01 MV = ..... V  
j) 5,6 mV = .....  $\mu V$

**Çözüm:** Tablo 2.3'ten yararlanılarak birim dönüşümleri aşağıdaki gibi yapılır.

- a) 1,2 KV =  $1,2 \cdot 1000 = 1200 V$   
b) 1300 mV =  $1300/1000 = 1,3 V$   
c) 10 V =  $10 \cdot 1000 = 10000 mV$   
d) 750 V =  $750/1000 = 0,75 KV$   
e) 15000 V =  $15000/1000000 = 0,015 MV$   
f) 1,5 V =  $1,5 \cdot 1000000 = 1500000 \mu V$   
g) 0,05 KV =  $0,05 \cdot 1000000 = 50000 mV$   
h) 0,022 MV =  $0,022 \cdot 1000 = 22 KV$   
i) 0,01 MV =  $0,01 \cdot 1000000 = 10000 V$   
j) 5,6 mV =  $5,6 \cdot 1000 = 5600 \mu V$



## 2.2.2. Voltmetrenin Özellikleri, Çalışması ve Çeşitleri

### • Özellikleri ve Çalışması

Elektrik devrelerinde gerilim ve EMK'yi ölçmek için kullanılan ölçü aletlerine voltmetre denir. Voltmetrelerin elektrik devrelerindeki sembolü daire içinde "V" şeklindedir (Şekil 2.15). Voltmetre devreye paralel bağlanır.

**Voltmetreler** devredeki enerji kaynağı, alıcı (yük) ve devredeki elemanlar üzerinde düşen gerilimleri ölçer. Gerilim, iki nokta arasındaki potansiyel fark olduğuna göre voltmetre, arasında potansiyel fark olan iki noktaya bağlanmalıdır. Bu bağlantı, paralel bağlantıdır.

Voltmetreler devreye paralel olarak bağlandıkları için kaynağın veya devrenin gerilimini düşürecek kadar akım çekmemeleri gerekir. Bu nedenle voltmetre bobinleri, ampermetrenin tersine ince telli ve çok sarımlıdır. Böylece voltmetrelerin iç direnci çok yüksektir. Voltmetrenin elektrik devrelerinde yanlışlıkla seri bağlanması, iç direnci çok fazla olduğu için devre direncini artırır. Kaynak geriliminin büyük bir kısmı voltmetre üzerinde düşeceği için devredeki alıcı (yük) düzgün olarak çalışmaz. Devredeki alıcı (yük) yüksek akımlı ise voltmetre kullanılamaz duruma gelebilir.

### • Çeşitleri

Birçok voltmetre çeşidi bulunmaktadır. Bunlar aşağıda sıralanmıştır:

- Yapısı ve çalışma prensibine göre hareketli bobinli, hareketli manyetizmalı, elektrodinamik voltmetre
- Gösterge şekline (yapısına) göre analog voltmetre ve dijital voltmetre
- Ölçtüğü gerilime göre DC voltmetre ve AC voltmetre
- Ölçüm şekline göre tek faz ölçüm yapan voltmetre ve üç faz ölçüm yapan voltmetre
- Kullanım yerlerine göre taşınabilir ve pano tipi (sabit) voltmetre

Voltmetreler uygulamada analog ve dijital voltmetreler olarak yaygın kullanıma sahiptir. Ölçülecek gerilimin DC veya AC olmasına göre DC voltmetre veya AC voltmetre kullanılmalıdır.

- **Analog Voltmetre:** Skalalı ve ibrelili yapıya sahiptir. Elektrik akımının etkisine göre hareket eden ibrenin durduğu yere bakılarak ölçülen büyüklüğün değeri tespit edilir (Görsel 2.5).

- **Dijital Voltmetre:** Elektronik sayıcı devre elemanlarından oluşur. Ölçüm sonucu sayısal göstergeden doğrudan okunur. Okuma işlemi analog ölçü aletlerinde olduğu gibi ölçü aletinden akım geçtiği anda olmaz. Bir süre sayıcının kararlı duruma gelmesi gerekmektedir. Okumada hatayı tamamen ortadan kaldırdığı için gerilimi ölçmede çok tercih edilen bir araçtır (Görsel 2.6).



Şekil 2.15: Voltmetre sembolü



Görsel 2.5: Analog pano tipi voltmetre (0-500 V)



Görsel 2.6: Dijital pano tipi voltmetre

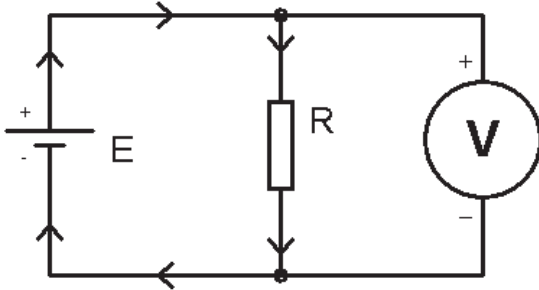


### 2.2.3. Voltmetre ile Gerilim ve EMK Ölçme

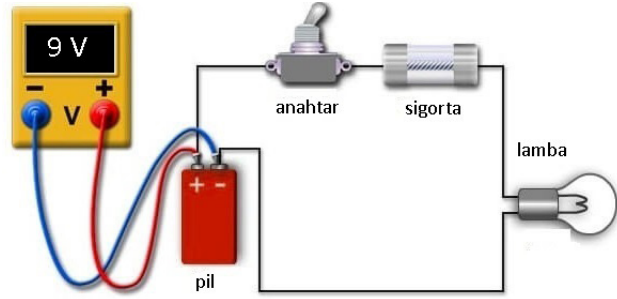
Öncelikle ölçülecek gerilimin türüne (AC-DC) uygun voltmetre seçilmelidir. Bu seçimin doğru yapılması; ölçümün doğruluğu, ölçüm yapan kişinin ve ölçü aletinin güvenliği için önemlidir. Voltmetre, devreye paralel bağlanmalıdır.

Voltmetre ile gerilim ölçümü yapılırken aşağıda belirtilen adımlar uygulanır:

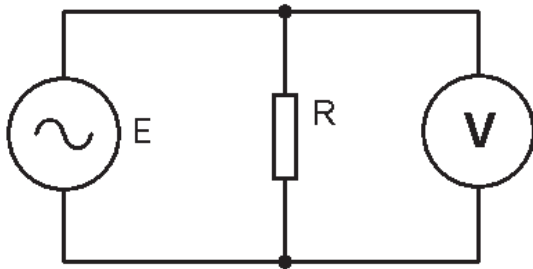
- Ölçülecek gerilimin tipine uygun (AC-DC) voltmetre seçilmelidir.
- Ölçülecek gerilim değerine uygun hassasiyet ve yapıya sahip voltmetre seçilmelidir. mV seviyesindeki gerilim, KV seviyesinde ölçüm yapan bir voltmetre ile ölçülemez.
- Enerji altında pano tipi (sabit) voltmetrelerin bağlantısı yapılmamalıdır. Yapılmış bağlantıya müdahale edilmemelidir. Taşınabilir ve proplar vasıtasıyla ölçüm yapılabilecek voltmetrelerle gerekli önlemler alındıktan sonra ölçüm yapılabilir.
- Enerji ölçümüne başlamadan önce ölçü aleti kademe anahtarı seçimi yapılmalıdır. Voltmetrenin ölçme sınırı ölçülecek gerilim değerinden mutlaka büyük olmalıdır. Ölçü aleti ile ölçme sınırını aşan ölçüm yapılmamalıdır. Bu durum hem ölçü aleti hem de ölçüm yapan kişi için sakıncalar doğurabilir.
- Voltmetre gerilimi ölçülecek kaynağa veya alıcının uçlarına bağlanmalıdır. Ancak DC gerilim ölçmelerinde artı (+) ve eksi (-) uçlar doğru bağlanmalıdır. Voltmetrenin artı bağlantı ucu (kırmızı prob) devrenin artısına, eksi bağlantı ucu (siyah prob) devrenin eksisine bağlanmalıdır (Şekil 2.16). Bağlantı uçları ters bağlarsa analog voltmetre ibresi ters sapar. Ters geçen akımın büyüklüğüne ve geçiş süresine bağlı olarak ampermetre hasar görebilir. Dijital voltmetrelerde herhangi bir hasar durumu söz konusu olmaz. Ancak göstergede değer önünde eksi (-) görülür.
- AC gerilim ölçmelerinde voltmetreye bağlanan giriş ve çıkış uçları farklılık göstermez (Şekil 2.17).
- Taşınabilir voltmetrelerde gerilim ölçümü yapılacak noktalara voltmetrenin kademe ayarı yapıldıktan sonra dokundurulularak ölçüm yapılır. Pano tipi voltmetrelerde ise aletin besleme ve ölçüm klemensleri bağlanarak ölçüm yapılır.



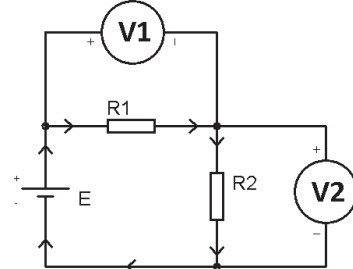
Şekil 2.16-a: DC voltmetre bağlantısı



Şekil 2.16-b: DC voltmetre bağlantısı



Şekil 2.17: AC voltmetre bağlantısı



Şekil 2.18: İki DC voltmetre bağlantısı

Şekil 2.18'deki devrede iki adet direnç vardır. Dirençler üzerinde düşen gerilimleri ölçmek için iki voltmetre aynı anda bağlanmıştır. V1 voltmetresi uçlarına paralel bağlı olduğu yük olan R1 direnci üzerinde düşen gerilimi, V2 voltmetresi uçlarına paralel bağlı olduğu yük olan R2 direnci üzerinde düşen gerilimi ölçer. Üreteç devreden ayrılıp boшта iken uçları arasındaki gerilim voltmetre ile ölçülürse üreticinin EMK değeri ölçülmüş olur.

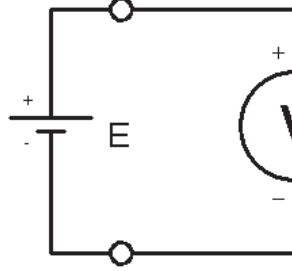
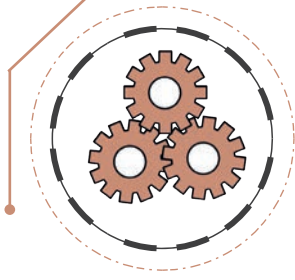


## UYGULAMA 2.2:

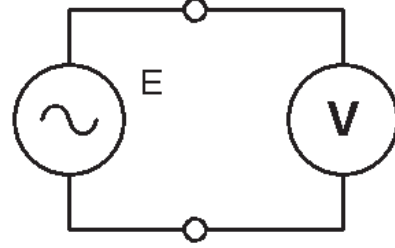
### Voltmetre ile Gerilim ve EMK Ölçme

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak voltmetreyi devreye bağlamak ve gerilim ölçmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



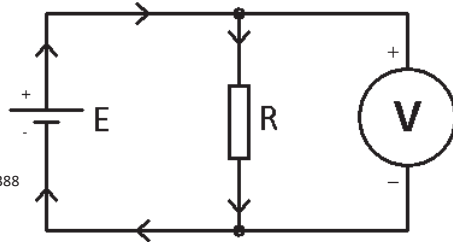
Şekil 2.19: DC EMK ölçme



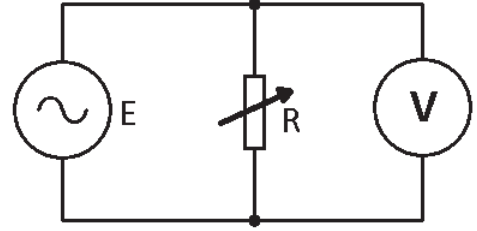
Şekil 2.20: AC EMK ölçme



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=26388>



Şekil 2.21: DC gerilim ölçme



Şekil 2.22: AC gerilim ölçme

### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Direnç (R)	1 K $\Omega$ , ¼ W	1 Adet
Reosta (R)	5 $\Omega$ / 10 A	1 Adet
DC Güç Kaynağı	12 V ayarlı	1 Adet
AC Güç Kaynağı	12 V / 24 V	1 Adet
Analog Voltmetre	AC ve DC	1 Adet
Dijital Voltmetre	AC ve DC	1 Adet
Bağlantı Kablosu	-	-

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak gereksiz malzemeler bulundurulmamalıdır.
2. Öğretmen tarafından verilen tüm devre elemanları elle ve gözle kontrol edilir.
3. Voltmetre ile gerilim ölçmeye ilişkin bilgi yapıtlarındaki işlem adımları tekrar okunur.
4. DC ve AC güç kaynaklarının boşa (yüksüz) iken EMK değerleri ölçülür (Şekil 2.19 ve Şekil 2.20). Ölçülen değerler Tablo 2.6'ya kaydedilir. Ölçüm bitince enerji kesilir.
5. Şekil 2.21'de görülen DC devre kurulur. Sırasıyla analog ve dijital voltmetre bağlantısı yapılır. Öğretmen gözetiminde devreye enerji verilir. 5 V DC ve 12 V DC kaynak gerilimi için analog ve dijital voltmetre ile ölçülen gerilim değerleri, birimleriyle birlikte Tablo 2.7'ye kaydedilir. Ölçüm bitince enerji kesilir.



- Şekil 2.22'de görülen AC devre kurulur. Sırasıyla analog ve dijital voltmetre bağlantısı yapılır. Öğretmen gözetiminde devreye enerji verilir. 12 V AC ve 24 V AC kaynak gerilimi için analog ve dijital voltmetre ile ölçülen gerilim değerleri, birimleriyle birlikte Tablo 2.7'ye kaydedilir. Ölçüm bitince enerji kesilir.
- Yapılan işlemlerle ilgili gözlemler sonuç kısmına yazılır.
- Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

#### Alınan Değerler

Tablo 2.6: Voltmetreyle DC/AC EMK Ölçüm Tablosu

VOLTMETRE İLE DC/AC EMK ÖLÇME		
Boşta (Yüksüz) Kaynak Gerilimi (E)	Analog Voltmetreyle Ölçülen Değer	Dijital Voltmetreyle Ölçülen Değer
5 V DC		
12 V AC		

Tablo 2.7: Voltmetreyle DC/AC Gerilim Ölçüm Tablosu

VOLTMETRE İLE DC/AC GERİLİM ÖLÇME			
Kaynak Gerilimi (E)	Direnç (R)	Analog Voltmetreyle Ölçülen Değer	Dijital Voltmetreyle Ölçülen Değer
5 V DC	1 K $\Omega$		
12 V DC	1 K $\Omega$		
12 V AC	5 $\Omega$ / 10 A		
24 V AC	5 $\Omega$ / 10 A		

### Sonuç

Yaptığınız işlemlerle ilgili gözlemlerinizi kısaca yazınız.

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



## 2.3. OHMMETREYLE DİRENÇ ÖLÇME



**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak ohmmetre ile direnç ölçmek

**GİRİŞ:** Bir elektrik devresine gerilim uygulandığında alıcıdan (yükten) akım geçmektedir. Geçen akımı sınırlayan etken ise alıcının direncidir. Bu bölümde direnç ve ohm kavramları, ohm dönüşümleri, ohmmetrenin özellikleri, çalışması ve çeşitleri, ohmmetre ile direnç ölçme işlemi anlatılacaktır.

### 2.3.1. Temel Kavramlar

#### Direnç

Maddelerin elektronların hareketine, bir başka deyişle elektrik akımına karşı gösterdiği zorluğa **direnç** denir. Bir elektrik devresine gerilim uygulandığında alıcıdan (yükten) akım geçmektedir. Geçen akımı sınırlayan etken ise alıcının direncidir. Elektrik devrelerinde bulunan iletkenler ve alıcılar (ısıtıcı, lamba, fırın, motor vb. yükler) elektrik yüklerinin hareketini zorlaştırır. İletkenin direnci fazla ise geçen akım miktarı az, iletkenin direnci az ise geçen akım miktarı fazladır.

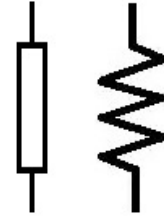
Direnç aynı zamanda bir devre elemanıdır. Elektrik akımına zorluk göstermek üzere üretilen analog devre elemanlarına **direnç** denir. Neredeyse tüm elektronik devrelerde ve elektrik şebekelerinde kullanılan temel bir bileşendir. Direncin devrelerde görevleri şunlardır:

- Akımı bölmek (akım bölücü)
- Gerilimi bölmek (gerilim bölücü)
- Akımı sınırlandırmak (akım sınırlayıcı)

Direnç elektrik devrelerinde **"R"** harfi ile gösterilir. Görsel 2.7'de örnek dirençler, Şekil 2.23'te genel direnç sembolleri gösterilmiştir.



Görsel 2.7: Çeşitli dirençler



Şekil 2-23: Direnç sembolleri

#### Direnç Birimleri ve Dönüşümleri

Direnç İngilizce rezistans anlamına gelen **"Resistor"** sözcüğünün baş harfi **"R"** ile gösterilir.

Direnç, SI (Uluslararası Birimler Sistemi) birimlerine göre **"Ohm"** temel ölçü birimiyle ölçülen elektriksel bir nicelikdir. Ohm birimi  $\Omega$  simgesi ile gösterilir.  $\Omega$  simgesi Omega olarak adlandırılır. Ohm ölçü birimi Georg Simon Ohm (Corç Saymın Om) adından gelmektedir. Alman fizikçi Georg Simon Ohm (1789-1854), **Ohm Kanunu** olarak bilinen bir telden geçen akımın, geçtiği alanla doğru orantılı ve uzunluğuyla ters orantılı olduğunu tespit ederek gerilim, akım ve direnç arasındaki bağlantıyı bulmuştur.

Bir iletkenin iki ucu arasına 1 voltluk bir gerilim uygulandığında bu iletkenin 1 amperlik akım geçerse bu iletkenin direnci  $1 \Omega$ 'dur.

Tablo 2.8'de elektrik direnci birimleri, Tablo 2.9'da direnç birimlerinin dönüşümleri verilmiştir. Birimler, biner biner büyür ve küçülür.



Tablo 2.8: Elektrik Direnci Birimleri

Elektriksel Büyüklük	Üst/Alt Birim	Birim Adı	Kısaltma	Katsayı
Elektrik Direnci	Üst Birimler	MegaOhm	MΩ	10 <sup>+6</sup>
		KiloOhm	KΩ	10 <sup>+3</sup>
Sembolü R	Temel Birim	Ohm	Ω	10 <sup>0</sup> = 1
	Alt Birimler	Alt birimler kullanılmaz.		

Tablo 2.9: Elektrik Direnci Birimlerinin Dönüşümleri

MegaOhm (MΩ) > KiloOhm (KΩ) > Ohm (Ω)		
1 MΩ (MegaOhm)	10 <sup>+6</sup> Ω	10 <sup>+3</sup> KΩ
1 KΩ (KiloOhm)	10 <sup>+3</sup> Ω	

**Örnek:** Aşağıda verilen direnç birimlerinin dönüşümlerini yapınız.

- a) 1,8 KΩ = ..... Ω  
b) 1500 Ω = ..... KΩ  
c) 10 KΩ = ..... Ω  
d) 820 Ω = ..... KΩ  
e) 15000 Ω = ..... MΩ  
f) 1,2 MΩ = ..... KΩ  
g) 0,082 KΩ = ..... Ω  
h) 0,033 MΩ = ..... Ω  
i) 2,7 MΩ = ..... KΩ  
j) 30000 Ω = ..... MΩ

**Çözüm:** Tablo 2.5'ten yararlanılarak birim dönüşümleri aşağıdaki gibi yapılır.

- a) 1,8 KΩ = 1,8.1000 = 1800 Ω  
b) 1500 Ω = 1500/1000 = 1,5 KΩ  
c) 10 KΩ = 10.1000 = 10000 Ω  
d) 820 Ω = 820/1000 = 0,82 KΩ  
e) 15000 Ω = 15000/1000000 = 0,015 MΩ  
f) 1,2 MΩ = 1,2.1000 = 1200 KΩ  
g) 0,068 KΩ = 0,068.1000 = 68 Ω  
h) 0,033 MΩ = 0,033.1000000 = 33000 Ω  
i) 2,7 MΩ = 2,7.1000 = 2700 KΩ  
j) 30000 Ω = 30000/1000000 = 0,03 MΩ

## 2.3.2. Ohmmetrenin Özellikleri, Çalışması ve Çeşitleri

### Özellikleri ve Çalışması

Direnç ölçmek için kullanılan ölçü aletlerine **ohmmetre** denir. Ohmmetrelerin sembolü daire içinde "Ω" şeklindedir (Şekil 2.24).

Her elektrik ve elektronik devrenin, devre elemanının, yükün ve iletkenin bir direnci vardır. Bu direnç değeri ohmmetre ile ölçülür. Ohmmetreler yapı olarak bir ampermetre, değeri bilinen bir direnç, bir DC kaynak (pil) ve ani temaslı bir butondan oluşur. Buton her modelde yoktur. Buton, değeri ölçülecek direnç ohmmetreye bağlı olduğu sürece akım geçmesini engelleyerek pilin kısa sürede tükenmesini önlemek amacı ile kullanılmıştır. Sadece sıfır ayarı ya da ölçme işlemi yapılırken butona basılır.

Voltmetre ve ampermetre ölçüm yapabilmek için gerekli gücü ölçüm yaptığı devreden alır. Ohmmetre ise enerji altında kullanılmadığından ölçüm yapabilmesi için gerekli gücü içindeki DC kaynaktan (genellikle 9 V pil) alır. Bu nedenle pili olmayan ya da pili bitmiş ohmmetre çalışmaz. Ohmmetre ile ölçüm yaparken devrenin enerjili olmamasına dikkat edilmelidir. Ayrıca ohmmetre uçlarına iki elle temas edilmemelidir. Aksi hâlde ölçüm yanlış olur.



Şekil 2.24: Ohmmetre sembolü



Ohmmetreler devrelerde iki amaçla kullanılır:

- Devre elemanlarının direncini ölçmek
- Herhangi bir devrede kısa devre ya da açık devre olup olmadığını anlamak

### Çeşitleri

Yapısına göre ohmmetrelerin üç farklı çeşidi bulunmaktadır.

- **Seri Ohmmetre:** Seri ohmmetrelerde ölçülecek direnç ohmmetre ile seri bağlanır. Bu tip ohmmetrelerde 0 (sıfır) değeri, ölçü aletini kullanan kişiye göre skalanın sağında bulunur. Boştaki bir ohmmetrede ibre  $\infty$  (sonsuz) gösterir. Uygulamada daha çok seri tip ohmmetreler kullanılır.
- **Şönt (Paralel) Ohmmetre:** Şönt ohmmetrelerde ölçülecek direnç ohmmetre ile paralel bağlanır. Düşük dirençleri ölçmek için kullanılır. Bu tip ohmmetrelerde 0 (sıfır) değeri, ölçü aletini kullanan kişiye göre skalanın solunda bulunur.
- **Multi Ohmmetre:** Çok geniş aralıklarda ölçüm yapan ohmmetrelerdir. Gösterge şekline göre ohmmetrelerin iki farklı çeşidi bulunmaktadır.
- **Analog Ohmmetre:** Skalalı ve ibreli yapıya sahiptirler (Görsel 2.8).



Görsel 2.8: Analog ohmmetre örnekleri

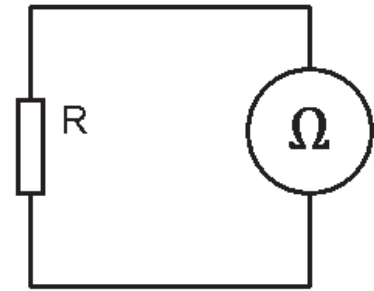
- **Dijital Ohmmetre:** Elektronik sayıcı devre elemanlarından oluşur. Ölçüm sonucu sayısal göstergeden doğrudan okunur. Okuma işlemi analog ölçü aletlerinde olduğu gibi ölçü aletinden akım geçtiği anda olmaz. Bir süre sayıcının kararlı duruma gelmesi gerekmektedir. Okumada hatayı tamamen ortadan kaldırdığı için direnç ölçmek için çok iyi bir araçtır (Görsel 2.9).



Görsel 2.9: Dijital ohmmetre

### 2.3.3. Ohmmetreyle Direnç Ölçme

Dirençler, bir devrede akan akım miktarını ve ayrıca bir devredeki farklı noktadaki potansiyeli belirledikleri için elektrik ve elektronik devrelerdeki ana bileşenlerdir. Bu nedenle bir devreye yerleştirilmiş belirli bir direnç için direnç değerinin bilinmesini sağlamak önemlidir. Ohm Kanunu'na göre direnci hesaplamak kolaydır. Ohmmetre, direnç ölçmek için özel olarak tasarlanmış bir ölçü aletidir. Değeri bilinmeyen bir direncin değeri ohmmetre ile kolayca ölçülebilir. Dirençler kutuplu eleman olmadığı için ohmmetre problemlerinin bağlantısı her iki yönde de yapılabilir (Şekil 2.25).



Şekil 2.25: Ohmmetre bağlantısı

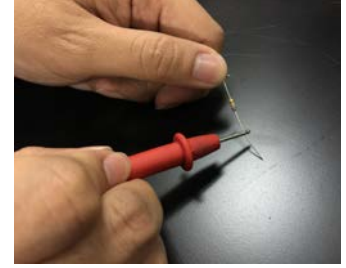




Ohmmetre ile direnç ölçümü veya kısa devre / açık devre kontrolü yapılırken aşağıda belirtilen adımlar uygulanır:

- Kısa ve açık devre kontrollerinde devrede enerji olup olmadığı mutlaka kontrol edilmelidir. Enerji varsa kesilmelidir. Baskı devre kartı üzerinde bulunan bir direnç ölçülecekse devre kartından çıkarılmasında yarar vardır. Devre üzerinde ölçüm yapılırsa devredeki diğer elemanların etkisi olacağı için ölçüm sonucu yanlış çıkabilir.
- Özellikle değeri bilinmeyen bir direnç değerinin ölçümü yapılırken problemlerin ikisinin de elle tutulmamasına dikkat edilmelidir. Bu durum direncin yanında vücut direncinin ölçülmesine de neden olur. Özellikle de büyük değerli dirençleri ölçerken yanlış ölçüm yapılmış olur (Görsel 2.10).
- Dijital ohmmetrelerde ölçme sınırı, ölçülecek direnç değerinden büyük olmalıdır. Ölçülecek direnç değerine en yakın ve kesinlikle direnç değerinden küçük olmayan kademe konumu seçilmelidir. Ölçü aletinin değer ekranında direnç değeri yerine 1 ifadesinin görülmesi küçük bir kademe seçildiğini gösterir. Bu durumda kademe büyütülmelidir. Değer ekranında 0 ifadesinin görülmesi büyük bir kademe seçildiğini gösterir. Bu durumda kademe küçültülmelidir. Seçilen kademe konumu direnç değerine uygun ise değer ekranında direnç değeri sayısal olarak görülür (Görsel 2.11).
- Analog ohmmetrelerin skala bölümleri  $\infty$  (sonsuz) tarafında sık, 0 (sıfır) tarafında seyrekler (Görsel 2.12). İbrenin bu bölümlere gelen sapmalarında doğru ve hassas ölçme yapılamaz. Bu nedenle ohmmetre kademe anahtarı konumunda ibre skalanın ortalarına gelecek şekilde seçilmelidir. Daha sonra sıfır ohm ayarı yapılmalıdır. Sıfır ohm ayarı, direnç ölçümlerinde doğru ölçme yapmak için ölçü aleti üzerinde bulunan sıfır ohm ayar düğmesi ile yapılır. Bunun için önce problemler kısa devre edilir (Problemler birbirine değdirilir.). İbrenin sapması ve skalanın en sonundaki sıfır değerini göstermesi gerekir. Bu değeri göstermiyorsa problemler kısa devre iken sıfır ohm ayar düğmesi ile ibrenin sıfıra gelmesi sağlanır. İbre sıfır değerine gelmiyorsa aletin içindeki pilin gücü yetersiz demektir. Pil değiştirilmelidir.

Sıfır ohm ayarı her ölçümde ve kademe değişikliğinde yeniden yapılmalıdır. Sıfır ohm ayarı yapıldıktan sonra direnç ölçümü yapılabilir. Skalada ibrenin gösterdiği iki rakam aralığındaki taksimat (bölüntü) sayısına göre değer okunur. İbrenin skala üzerinde gösterdiği değer kademe anahtarının konumu ile çarpılır. Çıkan sonuç ölçülen elemanın direnç değeridir. Analog ohmmetrelerde direnç kademeleri genellikle X1, X10, X100, X1K, X10K şeklindedir (Görsel 2.13). Örneğin, kademe anahtarı X10 konumundayken skaladan okunan değer 30 ise ölçülen direncin değeri  $30 \cdot 10 = 300 \Omega$ 'dur. Kademe anahtarı X1K konumundayken skaladan okunan değer 25 ise ölçülen direncin değeri  $25 \cdot 1K = 25 K\Omega$ 'dur. Kademe anahtarı X10K konumundayken skaladan okunan değer 25 ise ölçülen direncin değeri  $25 \cdot 10K = 250 K\Omega$  dur.



Görsel 2.10: Direnç ölçme



Görsel 2.11: Dijital ohmmetre ile direnç ölçme



Görsel 2.12: Analog AVOmetrede en üstte ohm skalası



Görsel 2.13: Analog AVOmetrede direnç kademeleri

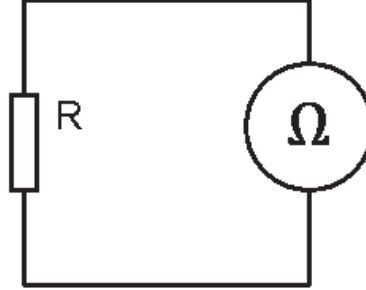
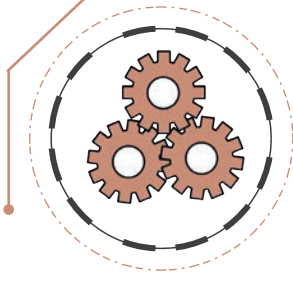


### UYGULAMA 2.3:

#### Ohmmetre ile Direnç Ölçme

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak ohmmetre ile direnç değerlerini ölçmek

#### Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler



Şekil 2.26: Ohmmetre ile direnç ölçme

#### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Direnç	Çeşitli değerlerde	5 Adet
Analog Ohmmetre	AVOmetrenin ohmmetresi kullanılacaktır.	1 Adet
Dijital Ohmmetre	AVOmetrenin ohmmetresi kullanılacaktır.	1 Adet

#### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak gereksiz malzemeler bulundurulmamalıdır.
2. Öğretmen tarafından verilen dirençler elle ve gözle kontrol edilir. Dirençlerin gerçek değerleri Tablo 2.10 ve Tablo 2.11'e kaydedilir.
3. Ohmmetre ile direnç ölçmeye ilişkin bilgi yapraklarındaki işlem adımları tekrar okunur.
4. Analog ohmmetre ile direnç ölçmede önce uygun kademe belirlenir ve sıfır ohm ayarı yapılır. Dirençler sırasıyla direnç ölçme adımlarına uygun olarak ölçülür. İki elin de temas etmemesine dikkat edilir. Her ölçme işlemi için kademe anahtarı konumu, skaladan okunan değer ile direnç değeri birimiyle birlikte Tablo 2.10'a kaydedilir.
5. Dijital ohmmetre ile dirençler sırasıyla direnç ölçme adımlarına uygun olarak ölçülür. İki elin de temas etmemesine dikkat edilir. Her ölçme işlemi için direnç değerleri birimleriyle birlikte Tablo 2.11'e kaydedilir.
6. Gerçek direnç değerleri ile ölçülen direnç değerleri karşılaştırılır.
7. Yapılan işlemlerle ilgili gözlemler sonuç kısmına yazılır.
8. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.



## Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

## Alınan Değerler

Tablo 2.10: Analog Ohmmetre İle Direnç Ölçüm Tablosu

ANALOG OHMMETRE İLE DİRENÇ ÖLÇME				
Sıra No	Direnç Değeri	Kademe Anahtarı Konumu	Skaladan Okunan Değer	Ölçülen Direnç Değeri
1				
2				
3				
4				
5				

Tablo 2.11: Dijital Ohmmetre İle Direnç Ölçüm Tablosu

DİJİTAL OHMMETRE İLE DİRENÇ ÖLÇME			
Sıra No	Direnç Değeri	Kademe Anahtarı Konumu	Ölçülen Direnç Değeri
1			
2			
3			
4			
5			

## Sonuç

Yaptığınız işlemlerle ilgili gözlemlerinizi kısaca yazınız.

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



## 2.4. AVOMETREYLE AKIM, GERİLİM VE DİRENÇ ÖLÇME



**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak AVOMETRE ile akım, gerilim ve direnç ölçmek  
**GİRİŞ:** Günümüz elektrik ve elektronik dünyasında ampermetre, voltmetre ve ohmmetreler tek bir ölçüm aracında birleştirilerek AVOMETRELER imal edilmiştir. Bu bölümde AVOMETRENİN özellikleri, çalışması ve çeşitleri, AVOMETRENİN prob bağlantı terminallerinin seçimi, AVOMETRENİN kademe ve sınıf seçici komütatörünün doğru seçimi, AVOMETRE ile direnç, gerilim ve akım ölçme işlemi anlatılacaktır.

### 2.4.1. AVOMETRENİN ÖZELLİKLERİ, ÇALIŞMASI VE ÇEŞİTLERİ

#### Özellikleri ve Çalışması

Günümüz elektrik ve elektronik dünyasında ampermetre, voltmetre ve ohmmetreler tek bir ölçüm aracında birleştirilerek AVOMETRELER imal edilmiştir. Akım, gerilim ve direnç değerini ölçen aletlere **AVOMETRE** veya **MULTIMETRE** denir. AVOMETREDEKİ AVO ifadesi, "**Amper, Volt, Ohm**" ölçü birimlerinin baş harflerinden oluşmaktadır. AVOMETRE çok amaçlı kullanılan bir ölçü aleti olduğu için diğer bir adı multimetredir. AVOMETRELERİN sembolü daire içinde "AVO" şeklindedir (Şekil 2.27).



Şekil 2.27: AVOMETRE sembolü

AVOMETRELER yapılarına göre analog ve dijital olmak üzere iki tipte imal edilir. Analog AVOMETRELER yapı olarak döner bobinli ölçü aletleridir. AVOMETRELERİN özellikle son zamanda çıkan modelleri akım, gerilim, direnç yanında kapasite, endüktans, frekans, sıcaklık değerlerini de ölçer. Ayrıca transistörlerin uç tespitlerini yapabilen AVOMETRE modelleri de mevcuttur.

#### Çeşitleri

AVOMETRELER yapılarına göre analog ve dijital olmak üzere iki tipte imal edilir. Her iki tip de uygulamada yaygın olarak kullanılır.

- **Analog AVOMETRELER :** Elektronik test endüstrisinin güvenilir ölçü aletlerinden biridir. Analog AVOMETRELERİN üretici firmaya göre birçok tip ve modeli vardır. Ancak hepsinde ölçme ve okuma işlemi genel olarak aynıdır. Kullanıcı, aletlerin üzerindeki işaretlere göre kullanma yöntemlerini kolayca çözebilir.

Analog AVOMETRELERDE skalası nedeniyle okuma zorluğu vardır. Görsel 2.14'te verilen analog AVOMETREDE görüldüğü gibi tek skalada birden fazla taksimatlandırma (bölümlendirme) yapılmıştır. Her taksimatın yanına hangi büyüklüğün ölçülmesinde kullanılacağı belirtilmiştir. Ölçülecek büyüklük için uygun kademe seçildikten sonra ait olduğu skala taksimatından büyüklük değeri okunmalıdır.



Görsel 2.14: Analog AVOMETRE

**Prob Bağlantı Terminalleri:** Analog AVOMETRELERİN genellikle üç prob bağlantı terminali bulunmaktadır. **COM** (ortak) terminali, tüm AVOMETRELERDE akım, gerilim ve direnç ölçümlerinde kullanılan ortak terminaldir. DC akım ve gerilim ölçmelerinde eksi (-) terminaldir. Siyah prob, COM terminaline takılır. Kırmızı prob, ölçüm çeşidine göre uygun terminale bağlanır. Akım, gerilim ve direnç ölçmelerinde kırmızı prob, + (artı) olarak işaretlenmiş terminale takılır. Ölçü aletlerinin çalışma talimatında ölçme sınırları belirtilmiştir. Bu sınırlar maksimum 1000 V AC, 1000 V DC, 250 mA DC olabilir.

Görsel 2.15'te görülen analog AVOMETRE prob bağlantı terminallerinin işlevi Tablo 2.12'de verilmiştir. Bazı analog AVOMETRELERİN ÜZERİNDE BULUNAN ÜÇGEN İÇİNDE ÜNLEM İŞARETİ, PROB BAĞLANTI TERMINALLERİNE İLİŞKİN "ÇALIŞMA TERTİBATINA DİKKAT EDİNİZ." ANLAMINDADIR.

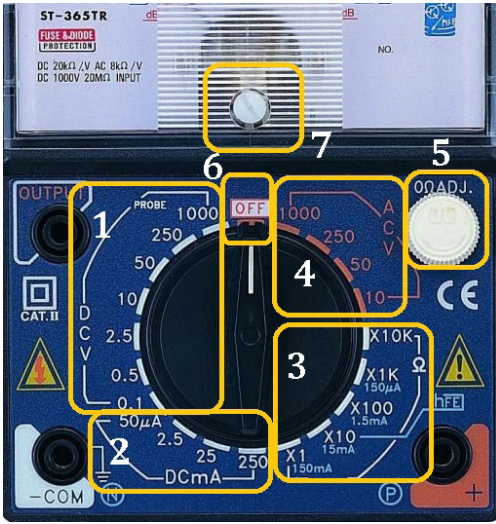


Görsel 2.15: Analog AVOMETRE prob bağlantı terminalleri

Tablo 2.12: Analog AVOMETRE PROB BAĞLANTI TERMINALLERİNİN İŞLEVİ

TERMINAL NO	İŞLEVİ
1	Akım, gerilim ve direnç ölçümleri için kırmızı probun takılacağı terminal
2	Tüm ölçümler için siyah probun takılacağı ortak terminal (COM)
3	AC ve DC gerilim değerlerinin bileşenli olarak bulunduğu devrelerde, AC gerilim değerinin DC'den ayrıştırılarak ölçülmesi için kırmızı probun takılacağı terminal

**Kademe ve Sınıf Seçici Komütatörü:** Farklı ölçmeler yapmak için AVOMETRE ÜZERİNDE SEÇİM YAPILMASINI SAĞLAYAN DÖNER ANAHTAR VARDIR. BUNA **KADEME ANAHTARI** VEYA **SINIF SEÇİCİ KOMÜTATÖR** DENİR. AKIM VE GERİLİM ÖLÇERKEN AC-DC SEÇİMİ KADEME ANAHTARI İLE YAPILIR. BU SEÇİM ÇOK ÖNEMLİDİR. GÖRSEL 2.16'DA GÖRÜLEN ANALOG AVOMETRENİN KADEME KONUMLARININ İŞLEVİ TABLO 2.13'TE VERİLMİŞTİR.



Görsel 2.16: Analog AVOMETRE kademe konumları

Tablo 2.13: Analog AVOMETRE KADEME KONUMLARININ İŞLEVİ

ÇALIŞMA TERTİBATI NO	İŞLEVİ
1	DC gerilim ölçme (Kademe konumları 0,1 V, 0,5 V, 2,5 V, 10 V, 50 V, 250 V, 1000 V)
2	DC akım ölçme (Kademe konumları 50µA, 2,5 mA, 25 mA, 250 mA)
3	Direnç ölçme (Kademe konumları X1, X10, X100, X1K, X10K)
4	AC gerilim ölçme (Kademe konumları 10 V, 50 V, 250 V, 1000 V)
5	Sıfır ohm ayar potansiyometresi
6	Cihaz kapalı konumu
7	İbrenin skalada birinci taksimatta durması için kullanılan sıfır noktası ayar vidası (Saatçi tornavidası ile ayarlanır.)

- **Dijital AVOMETRELER:** Dijital AVOMETRELER SON YILLARDA TEKNOLOJİNİN HIZLI GELİŞİMİ SONUCU MALİYETİNİN DÜŞMESİ VE OKUMA KOLAYLIĞI GİBİ NEDENLERLE OLDUKÇA YAYGINLAŞMIŞTIR. DİJİTAL AVOMETRELERİN BİRÇOK MODELİNE RASTLAMAK MÜMKÜNDÜR.



Okuma işlemi, LCD (sıvı kristal ekran) göstergeden doğrudan sayısal olduğu için kullanımı analog AVOMETRELERE göre çok daha kolay ve pratiktir. Göstergede görülen değer, ölçülen değer kendisidir. Ayrıca hesaplama işlemi yapılmasını gerektirmez. Ölçme için kullanıcının yapacağı işlem, uygun kademe ve ölçülecek büyüklüğe uygun prob bağlantı terminallerinin seçimidir (Görsel 2.17).



Görsel 2.17: Dijital AVOMETRE

**Prob Bağlantı Terminalleri:** Dijital AVOMETRELERİN genellikle 2,3 veya 4 prob bağlantı terminali bulunmaktadır. Bağlantı terminallerinin hemen yanında önemli talimatlar bulunur. Terminal sayısı arttıkça aletin özellikleri de artmaktadır. AVOMETRELERİN bazı yeni modellerinde bilgisayar bağlantısı için port (bağlantı noktası) bulunmaktadır. Böylece AVOMETREDE ölçülen büyüklük ve değerler bilgisayar ortamına aktarılabilir.

COM (ortak) terminali, tüm AVOMETRELERDE akım, gerilim ve direnç ölçümlerinde kullanılan ortak terminaldir. DC akım ve gerilim ölçmelerinde eksi (-) terminaldir. Siyah prob, COM terminaline takılır. Kırmızı prob, ölçüm çeşidine göre uygun terminale bağlanır. DC veya AC gerilim, direnç ve mA (miliAmper) seviyesinde akım ölçmelerinde kırmızı prob, yanında "VΩ" yazan (bazılarında VΩmA) terminale takılır. Yüksek değerli akım (200 mA'den büyük) ölçümü yapılacaksa kırmızı prob, yanında 10 A veya 20 A yazan yüksek akım terminaline takılır. Ölçü aletlerinin çalışma talimatında ölçme sınırları belirtilmiştir. Bu sınırlar örneğin maksimum 750 V AC, 1000 V DC, 200 mA DC olabilir. Görsel 2.18'de görülen dijital AVOMETRE prob bağlantı terminallerinin işlevi Tablo 2.14'te verilmiştir. Prob bağlantı terminallerinin altında bulunan üçgen içinde ünlem işareti, prob bağlantı terminallerine ilişkin "Çalışma tertibatına dikkat ediniz." anlamındadır.



Görsel 2.18: Dijital AVOMETRE prob bağlantı terminalleri

Tablo 2.14: Dijital AVOMETRE Prob Bağlantı Terminallerinin İşlevi

TERMİNAL NO	İŞLEVİ
1	20 A değerine kadar olan AC ve DC akım ölçümleri için kırmızı probun takılacağı terminal
2	200 mA değerine kadar olan AC ve DC akım ölçümleri için kırmızı probun takılacağı terminal
3	Tüm ölçümler için siyah probun takılacağı ortak terminal (COM)
4	Gerilim, direnç, diyot vb. ölçümler için kırmızı probun takılacağı terminal

**Kademe ve Sınıf Seçici Komütatörü:** Farklı ölçmeler yapmak için AVOMETRE üzerinde seçim yapılmasını sağlayan döner anahtar vardır. Buna kademe anahtarı veya sınıf seçici komütatör denir. Akım ve gerilim ölçerken AC-DC seçimi kademe anahtarı ile yapılır. Bazı AVOMETRELERDE ayrı bir komütatör anahtar aracılığı ile yapılmaktadır. Bu seçim çok önemlidir. Bazı AVOMETRELERDE akım, gerilim ve direnç büyüklükleri için tek kademe vardır. Bu tip AVOMETRELERDE sadece ölçüm yapılacak büyüklüğe göre kademenin seçilmesi yeterlidir. Görsel 2.19'da görülen çok konumlu dijital AVOMETRENİN kademe konumlarının işlevi Tablo 2.15'te verilmiştir. Görsel 2.20'de görülen tek konumlu dijital AVOMETRENİN kademe konumlarının işlevi ise Tablo 2.16'da verilmiştir.



Görsel 2.19: Çok konumlu dijital AVOMETRE

Tablo 2.15: Çok Konumlu Dijital AVOMETRE Kademe Konumlarının İşlevi

KADEME ANAHTARI KONUM ARALIĞI NO	İŞLEVİ
1	DC gerilim ölçme (Kademe konumları 200 mV, 2000 mV, 20 V, 200 V, 1000 V)
2	AC gerilim ölçme (Kademe konumları 200 V, 750 V)
3	DC akım ölçme (Kademe konumları 2000 $\mu$ A, 20 mA, 200 mA, 10A)
4	Direnç ölçme (Kademe konumları 200 $\Omega$ , 2000 $\Omega$ , 20 K $\Omega$ , 200 K $\Omega$ , 2000 K $\Omega$ )



Görsel 2.20: Tek konumlu dijital AVOMETRE

Tablo 2.16: Tek Konumlu Dijital AVOMETRE Kademe Konumlarının İşlevi

KADEME ANAHTARI KONUM NO	İŞLEVİ
1	DC gerilim ölçme (Birimler arası geçiş otomatik yapılır. Birim, ekranda değerin yanında görülür.)
2	AC gerilim ölçme (Birimler arası geçiş otomatik yapılır. Birim, ekranda değerin yanında görülür.)
3	Direnç ölçme (Birimler arası geçiş otomatik yapılır. Birim, ekranda değerin yanında görülür.)
4	$\mu$ A seviyesinde AC/DC akım ölçme
5	mA seviyesinde AC/DC akım ölçme
6	A seviyesinde AC/DC akım ölçme
7	Temassız AC gerilim tespit özelliği
8	Cihaz kapalı konumu

## 2.4.2. AVOMETREYLE AKIM, GERİLİM VE DİRENÇ ÖLÇME

AVOMETRE ile ölçme yapmakla diğer ölçü aletleri ile ölçme yapmak arasında bir fark yoktur. Yapılacak işlem, kademe anahtarı konumu ile bağlantı terminallerini doğru bir şekilde tespit etmektir. AVOMETRELER, ölçüm yapılmadığı zamanlarda içindeki pili korumak için kapalı konumda tutulmalıdır. Aletin kapalı konumu yoksa ölçme problemleri gerilim ölçüm terminallerine takılmalı ve kademe anahtarı maksimum gerilim (AC 1000 V) konumuna ayarlanmalıdır.



Ölçü aleti, kullanılacak kademe düşünülmeden yanlışlıkla bağlanırsa ölçü aletine zarar verme olasılığı düşük olur.

AVOmetreler ile ölçüm yapılırken aşağıda belirtilen genel hususlara dikkat edilmelidir:

- AVOmetre problemleri ölçülecek büyüklüğün gerektirdiği bağlantı şekline göre takılmalıdır. Kırmızı prob ölçülecek büyüklüğe göre uygun sokete, siyah prob ise COM (ortak) terminaline takılmalıdır. Yüksek değerli akım ölçümü yapılırken (10-20 A) kırmızı prob yüksek akım terminaline bağlanmalıdır.
- Ölçülecek büyüklüğün cinsine göre AC veya DC seçimi yapılmalıdır.
- Ölçülecek büyüklük AVOmetrenin ölçme sınırından küçük olmalıdır. Kademe anahtarı en doğru ölçme için ölçülecek büyüklüğe en yakın ancak küçük olmayan kademe konumuna getirilmelidir.
- Ölçülecek büyüklüğün değeri net olarak bilinmiyorsa kademe anahtarı en büyük değere getirilmelidir.
- DC ölçmelerinde analog AVOmetrede ibre ters saparsa uçlar ters çevrilmelidir. Dijital AVOmetrede rakamsal değerlerin önünde eksi işareti görülürse uçlar ters çevrilmelidir.
- Analog AVOmetrenin ibresi çok az saparsa kademe küçültülmelidir. Dijital AVOmetrede değer ekranında 0 (sıfır) ifadesi görülürse kademe küçültülmelidir.
- Analog AVOmetrenin ibresi skalanın dışına kadar saparsa kademe büyütülmelidir. Dijital AVOmetrede değer ekranında 1 (bir) ifadesi görülürse kademe büyütülmelidir.

### AVOmetreyle Akım Ölçme

Öncelikle ölçülecek akımın türüne (AC-DC) uygun kademe seçimi yapılmalıdır. AVOmetre, ölçüm yapılacak noktaya alıcının veya devrenin çektiği akımın tamamı üzerinden geçecek şekilde (seri) bağlanmalıdır. AVOmetre ile akım ölçerken ampermetre ile akım ölçme işlem adımları uygulanır (bk. 2.1.3. Ampermetreyle Akım Ölçme).

### AVOmetreyle Gerilim Ölçme

Öncelikle ölçülecek gerilimin türüne (AC-DC) uygun kademe seçimi yapılmalıdır. Bu seçimin doğru yapılması ölçümün doğruluğu, ölçüm yapan kişinin ve ölçü aletinin güvenliği için önemlidir. Gerilim ölçerken AVOmetre devreye paralel bağlanmalıdır. AVOmetre ile gerilim ölçerken voltmetre ile gerilim ölçme işlem adımları uygulanır (bk. 2.2.3. Voltmetreyle Gerilim ve EMK Ölçme).

Analog AVOmetrelerin skalasında farklı taksimatlar vardır. Görsel 2.21'de analog AVOmetre skalası görülmektedir. Üstten ikinci skala (direnc okuma skalasının altındaki) 0-10, 0-50 ve 0-250 olmak üzere üç farklı şekilde taksimatlandırılmıştır. Bu durum, ölçülen büyüklüğün kademe anahtarının konumuna göre hangi taksimattan ve hangi değer ile ölçüleceğinin doğru tespit edilmesini gerektirir. Seçilen kademe ile okunan değer arasında sonuca ulaşmak için işlem yapmak gerekebilir.

DC ve AC gerilim ölçerken hangi skaladan okuma yapılırsa yapılsın, kademe anahtarının konumuna göre yapılan işlemde aynı sonuca ulaşılır. Örneğin DC gerilim ölçerken DC 50 V kademesinde 0-10 skalasında ibre 4 rakamını göstermişse ölçülen DC gerilim değeri  $4 \cdot (50/10) = 4 \cdot 5 = 20$  V olarak hesaplanır. AC gerilim ölçerken AC 1000 V kademesinde 0-50 V skalasında ibre 11 rakamını göstermişse ölçülen değer AC gerilimin değeri  $11 \cdot (1000/50) = 220$  V olarak hesaplanır. Yine DC gerilim ölçerken DC 2,5 V kademesinde 0-10 skalasında ibre 2 rakamını göstermişse ölçülen DC gerilim değeri  $2 \cdot (2,5/10) = 0,5$  V olarak hesaplanır. İbrenin gösterdiği değer, kademe konumu skala son değeri oranıyla çarpılır.

Skaladaki farklı taksimatlara göre her aralığın değeri Tablo 2.17'de görülmektedir. Okuma sırasında ibre sapma durumuna göre bu aralıklara dikkat edilmelidir.





Tablo 2.17: Analog AVOMETREDE SKALA TAKSİMAT DEĞERLERİ

SKALA	TAKSİMAT DEĞERLERİ
0-10	Her aralık (iki çizgi arası) 0,2
0-50	Her aralık (iki çizgi arası) 1
0-250	Her aralık (iki çizgi arası) 5

Analog AVOMETRELERDE 0-10, 0-50 ve 0-250 skalaları DC akım ve gerilim ile AC gerilim ölçmelerinde kullanılır. Dolayısıyla yukarıda anlatılan okuma ve hesap yapma işlemleri hepsi için uygulanır.



Görsel 2.21: Analog AVOMETRE skalası

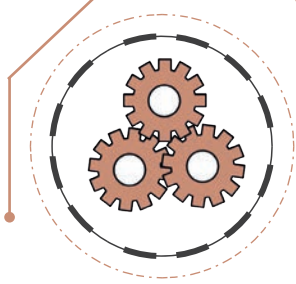
### AVOMETREYLE DİRENÇ ÖLÇME

Öncelikle devrede enerji olup olmadığı kontrol edildikten sonra AVOMETRE kademe anahtarı direnç ölçme konumuna ayarlanmalıdır. Analog AVOMETRELERDE doğru ölçme yapmak için ölçü aleti üzerinde bulunan sıfır ohm ayar düğmesi ile sıfır ohm ayarı yapılmalıdır. Sıfır ohm ayarı her ölçümde ve kademe değişikliğinde yeniden yapılmalıdır. Direnç ölçümü yapılırken problemlerin ikisinin de elle tutulmamasına dikkat edilmelidir. Bir elin temas etmesinde sakınca yoktur. AVOMETRE ile direnç ölçerken ohmmetre ile direnç ölçme işlem adımları uygulanır (bk. 2.3.3. Ohmmetreyle Direnç Ölçme).

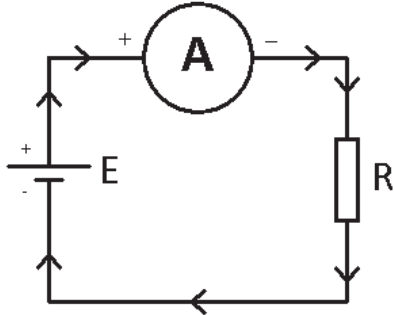
### UYGULAMA 2.4:

AVOMETREYLE AKIM ÖLÇME

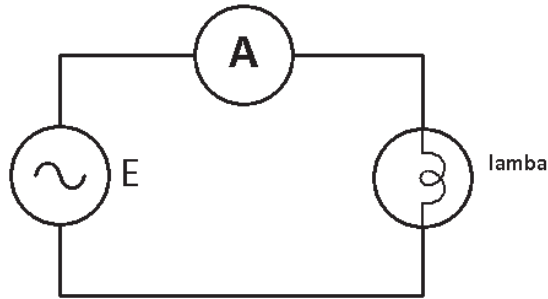
**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak AVOMETRE ile akım ölçmek



### UYGULAMAYA AİT ŞEMA, BAĞLANTI ŞEKLİ VE RESİMLER



Şekil 2.28: DC akım ölçme



Şekil 2.29: AC akım ölçme



### Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Direnç (R)	1 K $\Omega$ , ¼ W	1 Adet
Direnç (R)	10 K $\Omega$ , ¼ W	1 Adet
Lamba	60 W	1 Adet
Lamba	100 W	1 Adet
Lamba Duyu	Tavan duy	1 Adet
DC Güç Kaynağı	12 V	1 Adet
AC Güç Kaynağı	220 V AC şebeke gerilimi kullanılır.	1 Adet
Analog AVOMetre	-	1 Adet
Dijital AVOMetre	-	1 Adet
Bağlantı Kablosu	-	-

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak gereksiz malzemeler bulundurulmamalıdır.
2. Öğretmen tarafından verilen tüm devre elemanları elle ve gözle kontrol edilir.
3. AVOMetre ile akım ölçmeye ilişkin bilgi yapraklarındaki işlem adımları tekrar okunur.
4. Şekil 2.28'de görülen DC devre kurulur. Sırasıyla analog ve dijital AVOMetre bağlantısı yapılır. Öğretmen gözetiminde devreye enerji verilir. 1 K $\Omega$  ve 10 K $\Omega$  direnç değerleri için analog ve dijital AVOMetre ile ölçülen akım değerleri, birimleriyle birlikte Tablo 2.18'e kaydedilir. Ölçüm bitince enerji kesilir.
5. Şekil 2.29'da görülen AC devre kurulur. Lamba bağlantıları için tavan duy kullanılır. Sırasıyla analog ve dijital AVOMetre bağlantısı yapılır. Öğretmen gözetiminde devreye enerji verilir. 60 W ve 100 W yükler için analog ve dijital AVOMetre ile ölçülen akım değerleri, birimleriyle birlikte Tablo 2.18'e kaydedilir. Ölçüm bitince enerji kesilir. AC akım ölçmede öğretmen tarafından sadece dijital AVOMetre tercihi yapılabilir.
6. Yapılan işlemlerle ilgili gözlemler sonuç kısmına yazılır.
7. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

#### Alınan Değerler

Tablo 2.18: AVOMetre ile DC / AC Akım Ölçüm Tablosu

AVOMETRE İLE DC/AC AKIM ÖLÇME			
Kaynak Gerilimi (E)	Direnç/Yük (R)	Analog AVOMetreyle Ölçülen Değer	Dijital AVOMetreyle Ölçülen Değer
12 V DC	1 K $\Omega$		
	10 K $\Omega$		
220 V AC	60 W lamba		
	100 W lamba		

**Sonuç**

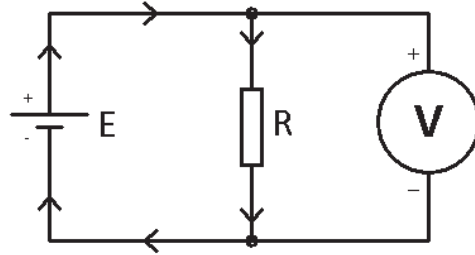
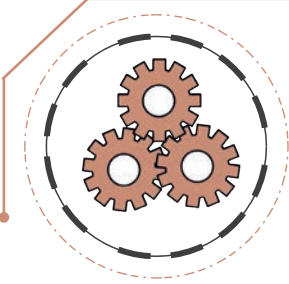
Yaptığınız işlemlerle ilgili gözlemlerinizi kısaca yazınız.

DEĞERLENDİRME FORMU							TARİH	...../...../20....
Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

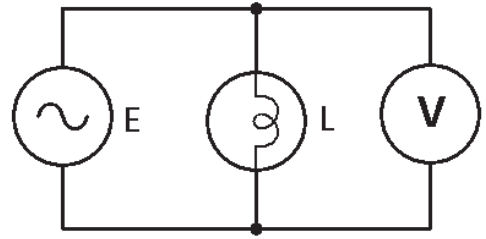
**UYGULAMA 2.5:****AVOmetreyle Gerilim Ölçme**

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak AVOmetre ile gerilim ölçmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Şekil 2.30: DC gerilim ölçme



Şekil 2.31: AC gerilim ölçme

**Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık**

Adı	Özelliği	Miktarı
Direnç (R)	1 K $\Omega$ , ¼ W	1 Adet
Lamba (L)	100 W	1 Adet
Lamba Duyu	Tavan duyu	1 Adet
DC Güç Kaynağı	12 V ayarlı	1 Adet
AC Güç Kaynağı	220 V AC şebeke gerilimi kullanılır.	1 Adet
Analog AVOmetre	AC ve DC	1 Adet
Dijital AVOmetre	AC ve DC	1 Adet
Bağlantı Kablosu	-	-



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak gereksiz malzemeler bulundurulmamalıdır.
2. Öğretmen tarafından verilen tüm devre elemanları elle ve gözle kontrol edilir.
3. AVOMETRE ile gerilim ölçmeye ilişkin bilgi yapraklarındaki işlem adımları tekrar okunur.
4. Şekil 2.30'da görülen DC devre kurulumu. Sırasıyla analog ve dijital AVOMETRE bağlantısı yapılır. Öğretmen gözetiminde devreye enerji verilir. 5 V DC ve 12 V DC kaynak gerilimi için analog ve dijital AVOMETRE ile ölçülen gerilim değerleri, birimleriyle birlikte Tablo 2.19'a kaydedilir. Ölçüm bitince enerji kesilir.
5. Şekil 2.31'de görülen AC devre kurulumu. Lamba bağlantısı için tavan duyu kullanılır. Sırasıyla analog ve dijital AVOMETRE bağlantısı yapılır. Öğretmen gözetiminde devreye enerji verilir. 220 V AC kaynak gerilimi için analog ve dijital AVOMETRE ile ölçülen gerilim değerleri, birimleriyle birlikte Tablo 2.19'a kaydedilir. Ölçüm bitince enerji kesilir.
6. Yapılan işlemlerle ilgili gözlemler sonuç kısmına yazılır.
7. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

#### Alınan Değerler

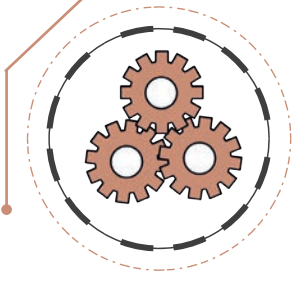
Tablo 2.19: AVOMETRE İLE DC / AC GERİLİM ÖLÇÜM TABLOSU

AVOMETRE İLE DC/AC GERİLİM ÖLÇME			
Kaynak Gerilimi (E)	Direnç/Yük (R)	Analog AVOMETREyle Ölçülen Değer	Dijital AVOMETREyle Ölçülen Değer
5 V DC	1 K $\Omega$		
12 V DC	1 K $\Omega$		
220 V AC	100 W lamba		

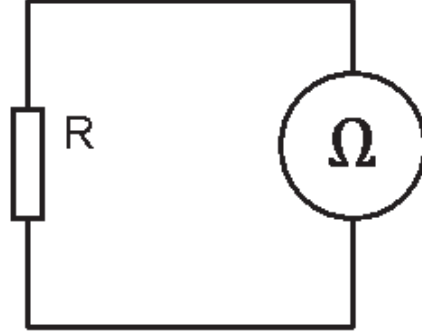
### Sonuç

Yaptığınız işlemlerle ilgili gözlemlerinizi kısaca yazınız.

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

**UYGULAMA 2.6: AVOMETREYLE DİRENÇ ÖLÇME**

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak AVOMETRE İLE DİRENÇ ÖLÇMEK  
**UYGULAMAYA AİT ŞEMA, BAĞLANTI ŞEKLİ VE RESİMLER**



Şekil 2.32: AVOMETRE İLE DİRENÇ ÖLÇME

**Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık**

Adı	Özelliği	Miktarı
Direnç	Çeşitli değerlerde	5 Adet
Analog AVOMETRE	-	1 Adet
Dijital AVOMETRE	-	1 Adet

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak gereksiz malzemeler bulundurulmamalıdır.
2. Öğretmen tarafından verilen dirençler elle ve gözle kontrol edilir. Dirençlerin gerçek değerleri Tablo 2.20 ve Tablo 2.21'e kaydedilir.
3. AVOMETRE İLE DİRENÇ ÖLÇMEYE İLİŞKİN BİLGİ YAPRAKLARINDAKİ İŞLEM ADIMLARI TEKRAR OKUNUR.
4. Analog AVOMETRE İLE DİRENÇ ÖLÇMEDE ÖNCE UYGUN KADEME BELİRLENİR VE SIFIR OHM AYARI YAPILIR. DİRENÇLER SİRSIRISYLA DİRENÇ ÖLÇME ADIMLARINA UYGUN OLARAK ÖLÇÜLÜR. İKİ ELİN DE TEMAS ETMEMESİNE DİKKAT EDİLİR. Her ölçme işlemi için kademe anahtarı konumu, skaladan okunan değer ile direnç değeri, birimiyle birlikte Tablo 2.20'ye kaydedilir.
5. Dijital AVOMETRE İLE DİRENÇLER SİRSIRISYLA DİRENÇ ÖLÇME ADIMLARINA UYGUN OLARAK ÖLÇÜLÜR. İKİ ELİN DE TEMAS ETMEMESİNE DİKKAT EDİLİR. Her ölçme işlemi için direnç değerleri, birimleriyle birlikte Tablo 2.21'e kaydedilir.
6. Gerçek direnç değerleri ile ölçülen direnç değerleri karşılaştırılır.
7. Yapılan işlemlerle ilgili gözlemler sonuç kısmına yazılır.
8. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.



## Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

### Alınan Değerler

Tablo 2.20: Analog AVOMETREYLE DİRENÇ ÖLÇÜM TABLOSU

ANALOG AVOMETRE İLE DİRENÇ ÖLÇME				
Sıra No	Direnç Değeri	Kademe Anahtarı Konumu	Skaladan Okunan Değer	Ölçülen Direnç Değeri
1				
2				
3				
4				
5				

Tablo 2.21: Dijital AVOMETREYLE DİRENÇ ÖLÇÜM TABLOSU

DİJİTAL AVOMETRE İLE DİRENÇ ÖLÇME			
Sıra No	Direnç Değeri	Kademe Anahtarı Konumu	Ölçülen Direnç Değeri
1			
2			
3			
4			
5			

### Sonuç

Yaptığınız işlemlerle ilgili gözlemlerinizi kısaca yazınız.

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



## 2.5. GÜÇ VE İŞ ÖLÇÜMLERİNİ YAPMA



**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak güç ve iş ölçümlerini yapmak

**GİRİŞ:** Elektriksel iş, elektrik enerjisi ve elektriksel güç birbiriyle ilişkili kavramlardır. Bu bölümde iş, güç ve enerji kavramları, ilgili hesaplamalar, birim dönüşümleri, wattmetre ve elektrik sayacı bağlantısı, iş ve güç ölçme işlemi anlatılacaktır.

### 2.5.1. Temel Kavramlar

#### Elektriksel İş ve Enerji

İş yapabilme yeteneğine **enerji** denir. Enerji, birim zamanda yapılan işin miktarıdır. Elektrik enerjisinin zaman içinde kullanımı işi oluşturur. Elektrik enerjisinin iş yaptırma yeteneği vardır. Elektrik devrelerinde enerji, pil ve batarya gibi enerji üreteçlerinden sağlanır. Elektrik enerjisi; ısı, ışık, ses, hareket gibi başka enerji formlarına dönüştürülebilir. Bir elektrik devresinde kaynağın (üretecin) yaptığı iş, alıcının (yükün) yaptığı işten büyüktür. Aradaki fark, üreticinin içinde yapılan iştir. Üretecin ısınması şeklinde görülür.

Elektrik enerjisi **W** harfi ile gösterilir. Elektrik enerjisi, SI (Uluslararası Birimler Sistemi) birimlerine göre "Joule" (Jul) ölçü birimiyle ölçülen elektriksel bir nicelikdir. Joule biriminin kısaltması J'dir. Joule ölçü birimi, İngiliz fizikçi James Prescott Joule (Ceymis Piresgat Jul) adından gelmektedir. James Prescott Joule (1818-1889) bir iletkenin geçen elektrik akımının ısı yaydığını bulmuştur. Bu teori **Joule Kanunu** olarak bilinir.

Birim zamanda 1  $\Omega$ 'luk dirençten 1 A akım geçmesiyle yapılan iş 1 Jouledur. 1 J, 1 Wsn.ye (Watt Saniye) eşittir. Joule çok küçük birimdir. Bu nedenle elektrik enerjisinin yaptırdığı iş, "**Watt Saat**" (Wh) temel ölçü birimiyle ölçülür. Uygulamada üst katı olan KiloWattSaat (KWh) kullanılır. Elektriksel iş, elektrik sayaçları ile ölçülür. Elektrik sayaçları abonenin harcadıkları elektrik enerjisini KiloWattSaat (KWh) cinsinden ölçer. Elektrik birim fiyatı da KWh üzerinden hesaplanır. Tablo 2.22'de elektriksel iş birimleri, Tablo 2.23'te elektriksel iş birimlerinin dönüşümleri verilmiştir. Birimler, biner biner büyür ve küçülür.

Tablo 2.22: Elektriksel İş (Enerji) Birimleri

Elektriksel Büyüklük	Üst/Alt Birim	Birim Adı	Kısaltma	Katsayı
Elektriksel İş (Enerji) Sembölü W	Üst Birimler	MegaWatt Saat	MWh	$10^6$
		KiloWatt Saat	KWh	$10^3$
	Temel Birim	Watt Saat	Wh	$10^0 = 1$
	Alt Birimler	Uygulamada alt birimler kullanılmaz.		

Tablo 2.23: Elektriksel İş (Enerji) Birimlerinin Dönüşümleri

MegaWatt Saat (MWh) > KiloWatt Saat (KWh) > Watt Saat (Wh)		
1 MWh (MegaWatt Saat)	$10^6$ Wh	$10^3$ KWh
1 KWh (KiloWatt Saat)	$10^3$ Wh	



## Elektriksel Güç

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. Birim zamanda yapılan işe güç denir. Güç, bir işin ne kadar hızlı yapıldığıyla ilgilidir. Güç fazla ise aynı iş çabuk biter. Enerjinin kullanım oranıdır. Devreye uygulanan gerilim ve çekilen akımla doğru orantılıdır.

Güç, İngilizce “power” sözcüğünün baş harfi “P” ile gösterilir.

Güç, SI (Uluslararası Birimler Sistemi) birimlerine göre “Watt” temel ölçü birimiyle ölçülen elektriksel bir niceliktir. Watt biriminin kısaltması **W**’tır. Watt ölçü birimi James Watt (Ceymis Vat) adından gelmektedir. Modern buhar makinesinin geliştiricisi olan James Watt (1736-1819) endüstriyel devrimin oluşmasında büyük rol oynamış İskoç mucittir.

Birim zamanda 1 J enerji harcandığında 1 W’lık güç kullanılmış olur. Başka bir deyişle 1 saniyede 1 J enerji harcayan bir elektrikli cihaz 1 W gücündedir.

Tablo 2.24’te elektriksel güç birimleri, Tablo 2.25’te güç birimlerinin dönüşümleri verilmiştir. Birimler, biner biner büyür ve küçülür.

**Tablo 2.24: Elektriksel Güç Birimleri**

Elektriksel Büyüklük	Üst/Alt Birim	Birim Adı	Kısaltma	Katsayı
Elektriksel Güç Sembölü P	Üst Birimler	MegaWatt	MW	$10^6$
		KiloWatt	KW	$10^3$
	Temel Birim	Watt	W	$10^0 = 1$
	Alt Birimler	miliWatt	mW	$10^{-3}$
		mikroWatt	$\mu$ W	$10^{-6}$

**Tablo 2.25: Elektriksel Güç Birimlerinin Dönüşümleri**

MegaWatt (MW) > KiloWatt (KW) > Watt (W) > miliWatt (mW) > mikroWatt ( $\mu$ W)			
1 MW (MegaWatt)	$10^6$ W	$10^3$ KW	$10^9$ mW
1 KW (KiloWatt)	$10^3$ W	$10^6$ mW	$10^9$ $\mu$ W
1 mW (miliWatt)	$10^{-3}$ W	1000 $\mu$ W	
1 $\mu$ W (mikroWatt)	$10^{-6}$ W		

**Örnek:** Aşağıda verilen elektriksel güç birimlerinin dönüşümlerini yapınız.

- 1,32 KW = ..... W
- 1250 mW = ..... W
- 10 W = ..... mW
- 800 W = ..... KW
- 18000 W = ..... MW
- 1,5 W = .....  $\mu$ W
- 0,05 KW = ..... mW
- 0,044 MW = ..... KW
- 0,0015 MW = ..... W
- 4,8 mW = .....  $\mu$ W

**Çözüm:** Tablo 2.15’ten yararlanılarak birim dönüşümleri aşağıdaki gibi yapılır.

- 1,32 KW = 1,32.1000 = 1320 W
- 1250 mW = 1250/1000 = 1,25 W
- 10 W = 10.1000 = 10000 mW
- 800 W = 800/1000 = 0,8 KW
- 18000 W = 18000/1000000 = 0,018 MW
- 1,5 W = 1,5.1000000 = 1500000  $\mu$ W
- 0,05 KW = 0,05.1000000 = 50000 mW
- 0,044 MW = 0,044.1000 = 44 KW
- 0,0015 MW = 0,0015.1000000 = 1500 W
- 4,8 mW = 4,8.1000 = 4800  $\mu$ W





## 2.5.2. İş, Güç ve Enerji Hesaplamaları

Elektriksel güç, devreye uygulanan gerilim ve çekilen akımla doğru orantılıdır. Güç aşağıdaki denklemler kullanılarak hesaplanır.

$$\begin{aligned} [1] P &= U \cdot I && \text{Denklemlerde kullanılan;} \\ [2] P &= I^2 \cdot R && P: \text{Elektriksel güç (Watt-W),} \\ [3] P &= \frac{U^2}{R} && U: \text{Gerilim (Volt-V),} \\ &&& I: \text{Akım şiddeti (Amper-A),} \\ &&& R: \text{Dirençtir (Ohm-}\Omega\text{).} \end{aligned}$$

Elektriksel iş veya elektrik enerjisi aşağıdaki denklemler kullanılarak hesaplanır.

$$\begin{aligned} [1] W &= P \cdot t && \text{Denklemlerde kullanılan;} \\ [2] W &= U \cdot I \cdot t && W: \text{Elektrik enerjisi, yükün yaptığı iş (Joule-J),} \\ [3] W &= I^2 \cdot R \cdot t && P: \text{Elektriksel güç (Watt-W),} \\ [4] W &= \frac{U^2}{R} \cdot t && U: \text{Gerilim, yük uçlarında düşen gerilim (Volt-V),} \\ &&& I: \text{Akım şiddeti, yükten geçen akım (Amper-A),} \\ &&& R: \text{Direnç, yükün direnci (Ohm-}\Omega\text{),} \\ &&& t: \text{Zaman, yükün çalışma süresidir (Saniye-Sn.).} \end{aligned}$$

Elektrik enerjisi hesaplamalarında yükün çalışma süresi olarak zaman, denklemden saniye cinsinden kullanılırsa enerji Wsn (Watt Saniye) veya J (Joule) cinsinden hesaplanmış olur. Saat cinsinden kullanılırsa enerji Wh (Watt Saat) veya kWh (KiloWatt Saat) cinsinden hesaplanmış olur.

**Örnek:** 220 V AC gerilimle çalışan bir ütü 7 A akım çekmektedir. Ütünün gücünü hesaplayınız.

**Çözüm:**  $U = 220 \text{ V}$        $I = 7 \text{ A}$        $P = ?$

$$P = U \cdot I = 220 \cdot 7 = 1540 \text{ W olur.}$$

**Örnek:** Bir uçağın yolcu kabinindeki bir yolcu okuma lambasının üzerinde düşen gerilim 25 V, çektiği akım 0,5 A olduğuna göre lambanın gücünü hesaplayınız.

**Çözüm:**  $U = 25 \text{ V}$        $I = 0,5 \text{ A}$        $P = ?$

$$P = U \cdot I = 25 \cdot 0,5 = 12,5 \text{ W olur.}$$

**Örnek:** Bir devrede 100  $\Omega$ 'luk direnç üzerinde düşen gerilim 5 V olduğuna göre dirençte harcanan gücü bulunuz.

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{5^2}{100} = \frac{25}{100} = 0,25 \text{ W olur}$$

**Çözüm:**  $U = 5 \text{ V}$        $R = 100 \Omega$        $P = ?$

**Örnek:** Uçuş sırasında pilot kabini ön camında oluşan buzlanmayı önlemek amacıyla kullanılan buz önleyici sistemdeki ısıtıcı üzerinde 110 V gerilim düşümü olduğu ve ısıtıcının 3 A akım çektiği ölçülmüştür. Isıtıcının gücünü ve 30 dakika çalıştırılması durumunda yaptığı işi Wh cinsinden hesaplayınız.

**Çözüm:**  $U = 110 \text{ V}$        $I = 3 \text{ A}$        $t = 30 \text{ dakika} = 30/60 = 0,5 \text{ saat}$  (1 saat = 60 dakikadır).

$$P = ? \quad W = ?$$

$$P = U \cdot I = 110 \cdot 3 = 330 \text{ W olur.} \quad W = P \cdot t = 330 \cdot 0,5 = 165 \text{ Wh olur.}$$



**Örnek:** Bir hidroelektrik santralinin kurulu gücü 18000 KW'tır. Santral 1 (bir) saat çalıştırılıyor. Santralin ürettiği enerjiyi MWh cinsinden hesaplayınız.

**Çözüm:**  $P = 18000 \text{ KW} = 18 \text{ MW}$        $t = 1 \text{ saat}$        $W = ?$

$$W = P \cdot t = 18 \cdot 1 = 18 \text{ MWh olur.}$$

**Örnek:** Direnci  $100 \Omega$  olan bir ısıtıcıdan 5 dakika boyunca 2 A değerinde akım geçirilmiştir. Isıtıcıdan elde edilen sıcaklığın miktarını Joule cinsinden hesaplayınız.

**Çözüm:**  $R = 100 \Omega$        $I = 2 \text{ A}$        $t = 5 \text{ dakika} = 5 \cdot 60 = 300 \text{ Sn}$        $W = ?$

$$W = I^2 \cdot R \cdot t = 2^2 \cdot 100 \cdot 300 = 4 \cdot 100 \cdot 300 = 120000 \text{ J olur}$$

### 2.5.3. İş ve Güç Ölçme

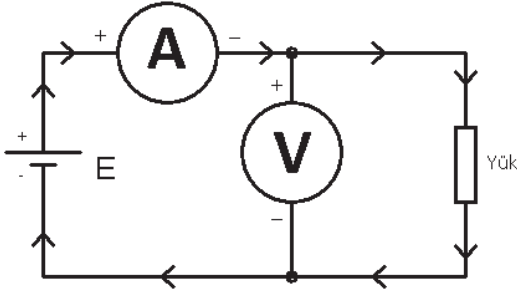
Elektriksel güç doğrudan güç ölçen bir wattmetre veya ampermetre ve voltmetre yardımı ile ölçülür. Elektriksel iş ise elektrik sayaçları ile ölçülür.

#### Ampermetre ve Voltmetre Yardımıyla Güç Ölçme

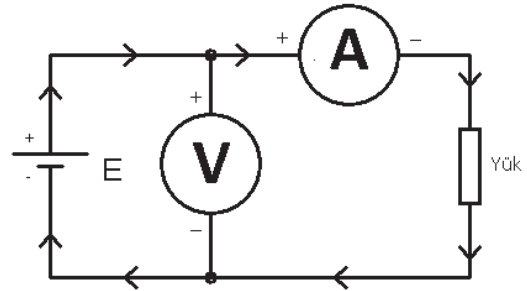
Ampermetrenin yüke seri, voltmetrenin ise paralel bağlanmasıyla yapılan güç ölçme yöntemidir. Elektrik devrelerinde akım ve gerilimin çarpımı elektriksel gücü verir. Bu yöntemle güç ölçülürken  $P = U \cdot I$  formülünden yararlanılır. Elektrik devresinde harcanan gücün bulunabilmesi için akım ve gerilim değerlerinin ölçülmesi gerekir. Devreye uygun şekilde bağlanan voltmetre ve ampermetrenin gösterdikleri değerlerin çarpımları devrenin gücünü verir. Bu yöntemle DC devrelerde harcanan güç ile sadece direnç içeren AC devrelerde harcanan güç ölçülebilir. Bu, aktif güçtür. Bobin ve kondansatörlü devrelerde ise harcanan güç reaktif güçtür. Reaktif güç bu yöntemle ölçülemez.

Ampermetre ve voltmetre yardımıyla güç ölçme, ampermetrenin önce veya sonra bağlanmasına göre iki şekilde yapılır.

- **Ampermetreyi Önce Bağlama:** Akımı büyük, gerilimi küçük olan devrelerde kullanılır. Yüksek akımlı alıcıların güçlerinin (büyük güç) ölçülmesinde kullanılır (Şekil 2.33).
- **Ampermetreyi Sonra Bağlama:** Akımı küçük, gerilimi büyük olan devrelerde kullanılır. Küçük akımlı alıcıların güçlerinin (düşük güç) ölçülmesinde kullanılır (Şekil 2.34).



Şekil 2.33: Ampermetreyi önce bağlama



Şekil 2.34: Ampermetreyi sonra bağlama

#### Wattmetreler ve Güç Ölçme

Elektrik devrelerinde herhangi bir hesaplama gereksiz alıcıların aktif gücünü doğrudan ölçmek için kullanılan ölçü aletlerine wattmetre denir. Wattmetrelerin elektrik devrelerindeki sembolü daire içinde "W" şeklindedir (Şekil 2.35).



Şekil 2.35: Wattmetre sembolü



Wattmetreler diğer ölçü aletlerinde olduğu gibi analog ve dijital olmak üzere iki tipte imal edilmiştir (Görsel 2.22 ve Görsel 2.23).

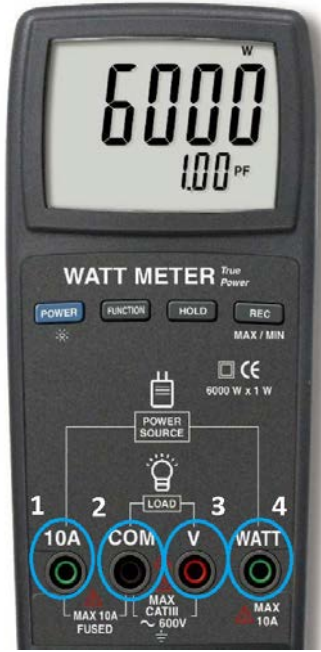


Görsel 2.22: Analog pano tipi wattmetre



Görsel 2.23: Tak AC dijital wattmetre

Görsel 2.24'te taşınabilir tip AC dijital wattmetre ve bağlantı terminalleri, Tablo 2.26'da terminallerin işlevleri verilmiştir. Terminallerin bağlantısı üretici firma tarafından aletin üzerinde gösterilmiştir. Dijital wattmetrelerin çalışma prensibi analog wattmetreler gibidir. Akım ve gerilim değerleri sensörler (duyurga) yardımıyla ölçülerek dijital ortamda değerlendirilir ve ekrana yansıtılır.



Görsel 2.24: Taşınabilir AC dijital wattmetre bağlantı terminalleri

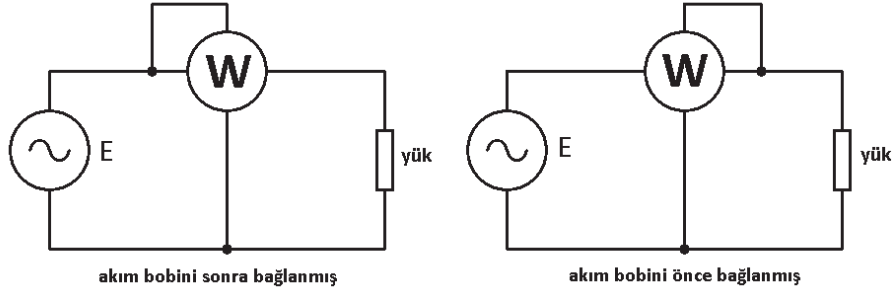
Tablo 2.26: Taşınabilir Dijital Wattmetre Bağlantı Terminalleri

TERMİNAL NO	İŞLEVİ
1-4	Güç kaynağı bağlantısı için terminaller (Maksimum 10 A)
2-3	Yük (alıcı) bağlantısı için terminaller (Maksimum 600 V)

Wattmetreler alıcıların aktif güçlerini ölçer. Aktif güç, elektrik enerjisinin gözle görünür işe dönüşen güç çeşididir. Ampermetre ve voltmetrenin özelliğini bir arada gösteren ölçü aletleridir. Biri akım bobini diğeri gerilim bobini olmak üzere wattmetrelerin iki bobini vardır. Akım bobini kalın kesitli ve az sarımlıdır. Akım bobini ampermetre özelliği gösterir. Bu nedenle gücü ölçülecek alıcıya seri bağlanır. Gerilim bobini ise ince kesitli iletken çok sarımlı olarak yapılır. Gerilim bobini voltmetre özelliği gösterir. Bu nedenle gücü ölçülecek alıcıya paralel bağlanır.



Wattmetrelerle güç ölçülürken büyük güçlü alıcıların gücü ölçülecekse akım bobini önce bağlanmalı, küçük güçlü alıcıların gücü ölçülecekse akım bobini sonra bağlanmalıdır (Şekil 2.36).



Şekil 2.36: Wattmetrenin devreye bağlanması

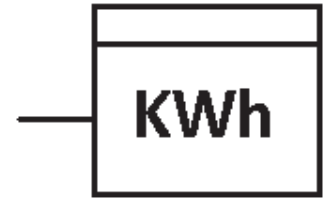
Wattmetreler ölçebileceği akım ve gerilime göre imal edilir. Üzerinde yazılı değerden fazla gerilim uygulanırsa veya fazla akım çekilirse wattmetre bozulur.

Wattmetreler ile güç ölçümü yapılırken aşağıda belirtilen hususlara dikkat edilmelidir:

- Elektriksel güç ölçümünde ölçülecek güce uygun wattmetre kullanılmalıdır.
- AC ve DC wattmetre seçimine hem AC hem DC güç ölçebilen wattmetrelerde ise AC-DC kademe seçimine dikkat edilmelidir.
- Ölçü aletinin akım ve gerilim sınırlarına dikkat edilmelidir. Bazı wattmetrelerde akım ve gerilim kademelerine göre bağlantı terminalleri ayrı ayrıdır. Bunlardan devreye uygun olanı tercih edilmelidir. Okuma işlemi bu kademelere uygun yapılmalıdır. Ölçülen değer, uygun güç birimi ile okunmalıdır.
- AC devrelerde güç ölçerken fazlara ait gerilimler ile akımların polariteleri doğru bağlanmalıdır. Örneğin gerilimler doğru bağlanıp akım trafolarından bir tanesinin polaritesi ters bağlanırsa wattmetre aktif güç yerine reaktif güçle orantılı hatalı bir değer gösterir. Wattmetrenin doğru değer gösterebilmesi için bağlantı şemasına uygun montaj yapılmalıdır.

### Elektrik Sayaçları ve İş Ölçme

Elektriksel iş ölçmek için kullanılan ölçü aletlerine elektrik sayacı denir. Temel olarak üretilen ve tüketilen gücün zaman içindeki miktarını ölçerek çalışan bu cihazlar zaman dilimi olarak saati kullanmaktadır. Elektrik sayaçları abonenin harcadıkları elektrik enerjisini KiloWattSaat (KWh) cinsinden ölçer. Elektrik birim fiyatı KWh üzerinden hesaplanır. Sayaçlar wattmetre gibi gücü ölçerken diğer taraftan zamana göre toplamını alıp bu değeri kaydeder. Bu nedenle toplayıcı tip ölçü aletleridir. Elektrik sayaçlarının sembolü Şekil 2.37'de görüldüğü gibidir.



Şekil 2.37: Elektrik sayacı sembolü

Elektrik sayacı gibi enerji sayaçları ile enerji tüketimlerini izlemek, enerji kaynaklarının kısıtlı olmasından dolayı büyük önem taşımaktadır. Elektrik sayacı veya diğer adıyla enerji sayacı; konutlarda, iş yerlerinde elektrikle çalışan cihazların tükettiği elektrik enerjisi miktarını ölçer. Elektrik dağıtım şirketleri, sağladıkları enerji miktarlarını faturalandırmak amacıyla alışveriş merkezi, konut gibi enerjiyi toplu olarak alan yerleşkelerde enerji bedelini adil olarak dağıtabilmek adına elektrik sayacı kullanmaktadır. Ayrıca fabrikalar da üretimde kullandıkları enerji miktarını ürün maliyetlerine yansıtarak gerçek ürün maliyetini bulmak için enerji sayacı kullanır.



Elektrik sayaçları çalışma mekanizmasına göre iki tiptir:

- **İndüksiyon Tipi Sayaçlar:** Devrenin çektiği akım devreye seri bağlanan kalın telli ve az sarımlı akım bobininden geçirilerek bir manyetik alan oluşturma prensibine göre çalışır. Elektromanyetik indüksiyon prensibi ile çalışır. Bu sayaçlar artık kullanılmamaktadır (Görsel 2.25).
- **Elektronik Tip Sayaçlar:** Dijital enerji sayaçlarıdır. Bu sayaçlarda bir mikroişlemci veya dijital sinyal işlemcisi kullanılır. Performansları mikroişlemciye bağlıdır. Günümüzde elektronik elektrik sayaçları olarak isimlendirilen elektrik sayaçlarıdır. Günün farklı saatlerinde ve hafta sonları farklı ücretlendirme yapabildiklerinden kullanımı zorunlu hâle gelmiştir. Elektronik sayaçlarda ölçülen işin miktarı dijital bir ekrandan okunur. Bu sayaçlarda ölçülen değer, tarih, gerçek zaman saati dönüşümlü olarak dijital ekranda ifade edilir. Elektronik sayaçlar farklı tarifeler üzerinden ücretlendirme yapmanın yanında optik port vasıtası ile okuma kolaylığı sağlamaktadır. Analog sayaçlara göre daha az kalibrasyona ihtiyaç göstermektedir. Görsel 2.26'da yeni nesil akıllı elektrik sayacı görülmektedir. Bu sayaçların tek dezavantajı maliyetidir.



Görsel 2.25: İndüksiyon tipi analog elektrik sayacı



Görsel 2.26: Modern elektronik tip akıllı elektrik sayacı

Elektrik sayaçları bağlantı yapısına göre iki tiptir:

- **Bir Fazlı Sayaçlar:** Tek bir fazı bulunan sayaçlardır. Konut ve mesken gibi yerlerde kullanılır.
- **Üç Fazlı Sayaçlar:** Üç fazı bulunan sayaçlardır. Burada amaç daha pahalıya mal olan ve motorin ile jeneratörde üretilen elektriğin yanı sıra şebeke tüketimini farklı birim fiyatlardan fatura etmektir. Alışveriş merkezi ve rezidans gibi yapılarda kullanılmaktadır.

Elektrik sayaçları yaptığı ölçüme göre iki tiptir:

- **Aktif Sayaçlar:** Konut, mesken gibi yerlerde sadece aktif gücü ölçen aktif sayaçlar kullanılmaktadır.
- **Aktif / Reaktif Sayaçlar:** Alışveriş merkezi, fabrika, hastane gibi yapılarda aktif / reaktif sayaçlar kullanılmaktadır.

Elektrik sayaçları zamana göre iki tiptir:

- **Tek Zamanlı Sayaçlar:** Tek zamanlı aboneliklerde 7/24 aynı fiyatlandırma yapılmaktadır.
- **Çok Zamanlı Sayaçlar:** Çok zamanlı aboneliklerde gündüz, puant ve gece olmak üzere üç farklı tarifelendirme yapılmaktadır. Bunun nedeni, abone tüketimini genel tüketimin yüksek olduğu puant tarifesinden çekip genel tüketimin daha az olduğu gece tarifesine yönlendirmektir çünkü puant tarifesi en yüksek güç çekilen zamandır (Tablo 2.27).

Tarifelendirme	Saat Aralığı
Gündüz (T1)	06.00 – 17.00
Puant (T2)	17.00 – 22.00
Gece (T3)	22.00 – 06.00

Tablo 2.27: Çok zamanlı sayaçlarda tarifelendirme

Sayaçlar devreye wattmetrelerde olduğu gibi akım bobini seri, gerilim bobini paralel olarak bağlanır. Her sayacın bağlantı şeması kendi kapağının içinde verilmiştir. Sayaçların bağlantısı üç şekilde yapılır.

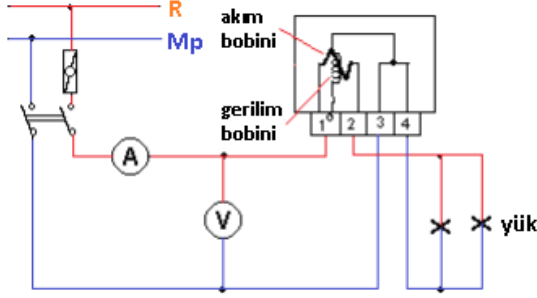
- **Direkt Bağlama:** Alçak gerilim şebekelerinde alıcıların gücünün yüksek olmadığı konut, mesken gibi yerlerde elektrik sayaçları devreye doğrudan doğruya bağlanır. Doğrudan bağlanan sayaçlar bir fazlı devrelerde 220 V, üç fazlı devrelerde 380 V ile çalışır.
- **Akım Ölçü Transformatörü ile Bağlama:** Bazı fabrika ve atölyelerde alıcıların çektikleri akımın büyük olduğu yerlerde kullanılır.



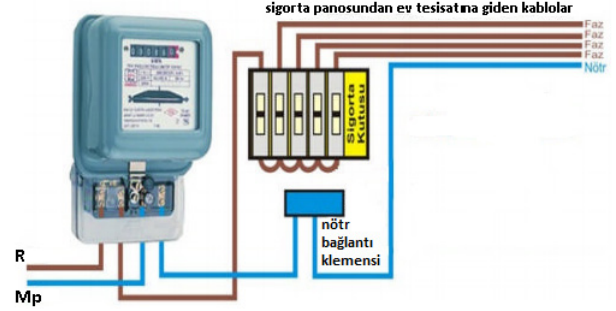
- **Akım ve Gerilim Ölçü Transformatörü ile Bağlama:** Yüksek gerilimli elektrik tesislerinde kullanılır.

Elektrik sayaçları ile iş ölçümü yapılırken aşağıda belirtilen işlem adımları uygulanır:

- Bir fazlı indüksiyon tipi aktif elektrik sayaçlarında bağlantı uçları, akım ve gerilim bobini uçlarıdır. Akım bobini uçlarına faz girer. Buradan çıkarak daire panosuna gider. Nötr hattı gerilim bobinine girer. Buradan çıkarak daire kat panosuna gider ve buradan tesisata dağılır. Bir başka deyişle sayacın 1 numaralı ucuna faz girer, 2 numaralı ucundan faz çıkar. 3 numaralı ucuna nötr (yüksüz) girer. 4 numaralı ucundan nötr (yüksüz) çıkar (Şekil 2.38 ve Şekil 2.39).

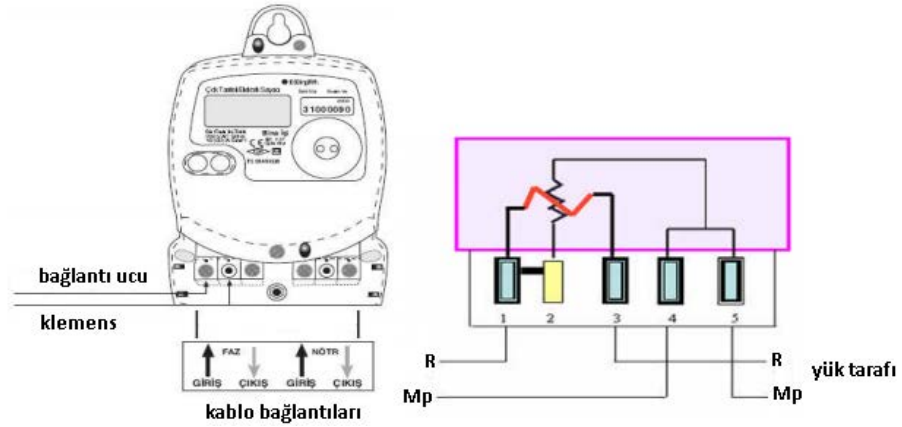


Şekil 2.38: Bir fazlı indüksiyon tipi aktif elektrik sayacı devre bağlantısı

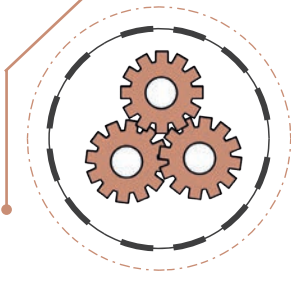


Şekil 2.39: Bir fazlı indüksiyon tipi aktif elektrik sayacı tesis bağlantısı

- Bir fazlı elektronik tip aktif elektrik sayaçlarının bağlantısı mekanik sayaçlarda olduğu gibi yapılır. Klemens bağlantıları mekanik sayaçlar ile aynıdır. Şebekeden gelen faz 1 numaralı klemense bağlanır. 3 numaralı klemensden çıkarak devreye gider. 1 ve 3 numaralı klemensler arasında sayacın akım bobini vardır. Böylece sayacın akım bobini devreye seri bağlanmış olur. Şebekeden gelen nötr hattı 4 numaralı klemense girer. 5 numaralı klemensden çıkarak devreye gider. 4 ve 5 numaralı klemensler sayacın içinde birbirine şöntlenmiştir. Fazın girişi yaptığı 1 numaralı klemens ile 2 numaralı klemens bir köprü bağlantı elemanı ile birbirine bağlanmıştır. Böylece şebekeden gelen faz, 2 numaralı klemense de gelmiş olur. 2 numaralı klemense sayacın gerilim bobini bağlıdır. Gerilim bobininin çıkışı ise nötr olduğu 4-5 numaralı klemense bağlıdır. Bu da sayacın gerilim bobininin devreye paralel bağlı olduğunu gösterir. Devredeki herhangi bir yükün çalışması durumunda şebekeden çektiği akımın etkisi ile sayaç iş ölçme işlemi yapar (Şekil 2.40).

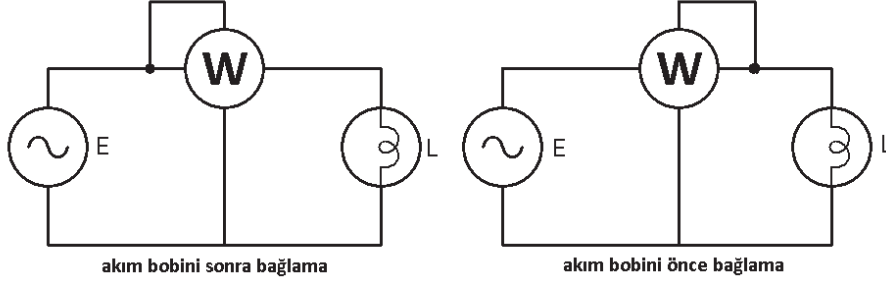


Şekil 2.40: Bir fazlı elektronik tip aktif elektrik sayacı klemens bağlantısı

**UYGULAMA 2.7: Wattmetreyle Güç Ölçme**

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak wattmetreyi devreye bağlamak ve güç ölçmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Şekil 2-41: Wattmetreyi devreye bağlama ve güç ölçme

<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=26393>

**Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık**

Adı	Özelliği	Miktarı
Lamba (L)	75 W	1 Adet
Lamba (L)	100 W	1 Adet
Lamba Duyu	Tavan duy	2 Adet
Wattmetre	1 fazlı	1 Adet
AC Güç Kaynağı	220 V AC şebeke gerilimi kullanılır.	1 Adet
Bağlantı Kablosu	-	-

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak gereksiz malzemeler bulundurulmamalıdır.
2. Öğretmen tarafından verilen tüm devre elemanları elle ve gözle kontrol edilir.
3. Wattmetre ile güç ölçmeye ilişkin bilgi yapraklarındaki işlem adımları tekrar okunur.
4. Şekil 2.41'de görülen devreler kurulur. Lamba bağlantısı için tavan duy kullanılır. Sırasıyla akım bobini sonra bağlama ve akım bobini önce bağlama wattmetre bağlantısı yapılır. Öğretmen gözetiminde devreye enerji verilir. 75 W ve 100 W yükler için ölçülen güç değerleri, birimleriyle birlikte Tablo 2.28'e kaydedilir. Ölçüm bitince enerji kesilir.
5. Yapılan işlemlerle ilgili gözlemler sonuç kısmına yazılır.
6. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.



## Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

### Alınan Değerler

Tablo 2.28: Wattmetreyle Güç Ölçüm Tablosu

WATTMETRE İLE GÜÇ ÖLÇME			
Kaynak Gerilimi (E)	Yükün Gücü (W)	Akım Bobini Sonra Bağlamada Ölçülen Güç Değeri (W)	Akım Bobini Önce Bağlamada Ölçülen Güç Değeri (W)
220 V AC	75 W		
	100 W		

### Sonuç

Yaptığınız işlemlerle ilgili gözlemlerinizi kısaca yazınız.

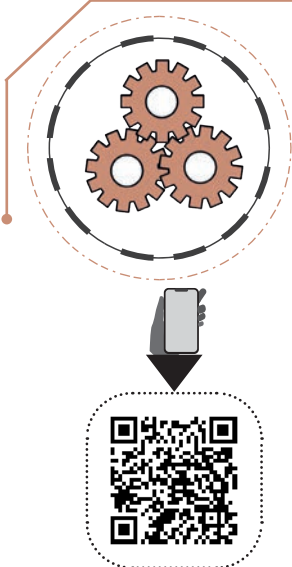
DEĞERLENDİRME FORMU							TARİH	...../...../20....
Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

### UYGULAMA 2.8:

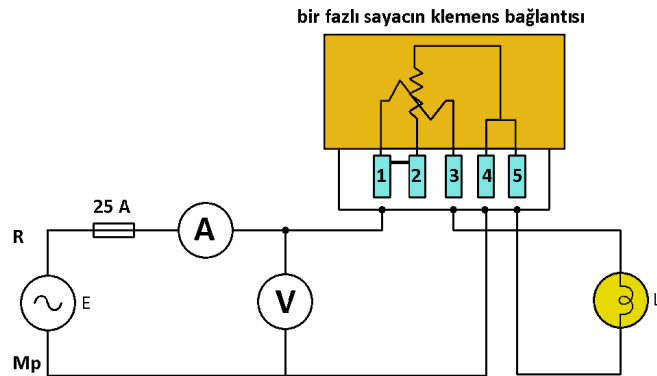
#### Elektrik Sayacıyla İş Ölçme

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak elektrik sayacını devreye bağlamak ve iş ölçmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=26394>



Şekil 2.42: Elektrik sayacını devreye bağlama ve iş ölçme



**Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık**

Adı	Özelliği	Miktarı
Lamba (L)	100 W	1 Adet
Lamba Duyu	Tavan duy	1 Adet
Sigorta	25 A Otomatik	1 Adet
Ampermetre	Dijital tip	1 Adet
Voltmetre	Dijital tip	1 Adet
Elektrik Sayacı	1 fazlı aktif elektronik (akıllı) tip	1 Adet
AC Güç Kaynağı	220 V AC şebeke gerilimi kullanılır.	1 Adet
Bağlantı Kablosu	-	-

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak gereksiz malzemeler bulundurulmamalıdır.
2. Öğretmen tarafından verilen tüm devre elemanları elle ve gözle kontrol edilir.
3. Elektrik sayacı ile iş ölçmeye ilişkin bilgi yapraklarındaki işlem adımları tekrar okunur.
4. Şekil 2.42'de verilen bağlantı şeklinden yararlanarak elektrik sayacının klemens bağlantısı (akım ve gerilim bobini bağlantıları) yapılır. Lamba bağlantısı için tavan duy kullanılır. Öğretmen gözetiminde devreye enerji verilir.
5. Elektrik sayacı ilk okuma değeri Tablo 2.30'a kaydedilir.
6. Ampermetreden okunan akım değeri ile voltmetreden okunan gerilim değeri Tablo 2.29'a kaydedilir.
7. Yük 5 (beş) dakika çalıştırılır.
8. Devredeki 100 W yükün harcadığı güç,  $P = U \cdot I$  formülü ile hesaplanır. Yapılan iş (harcanan enerji),  $W = P \cdot t$  formülü ile hesaplanır. Bulunan değerler Tablo 2.29'a kaydedilir.
9. Yükün çalışma süresi dolunca enerji kesilir. Elektrik sayacı son okuma değeri Tablo 2.30'a kaydedilir. Elektrik sayacının ilk okuma ve son okuma değeri arasındaki fark, Tablo 2.30'a sayaçtan ölçülen iş olarak kaydedilir.
10. Hesaplanan ve ölçülen değerler karşılaştırılır.
11. Yapılan işlemlerle ilgili gözlemler sonuç kısmına yazılır.
12. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.



## Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

### Alınan Değerler

Tablo 2.29: Elektriksel Güç ve İş Hesaplama Tablosu

ELEKTRİKSEL GÜÇ VE İŞ HESAPLAMA					
Yükün Gücü (W)	Yükün Çalışma Süresi	Ampermetreden Okunan Değer (A)	Voltmetreden Okunan Değer (V)	Hesaplanan Güç (W)	Hesaplanan İş (Wh)
100 W	5 dakika				

Tablo 2.30: Elektrik Sayacı İş Ölçüm Tablosu

ELEKTRİK SAYACI İLE İŞ ÖLÇME				
Yükün Gücü (W)	Yükün Çalışma Süresi	Elektrik Sayacı İlk Okuma Değeri	Elektrik Sayacı Son Okuma Değeri	Sayaçtan Ölçülen İş (Wh)
100 W	5 dakika			

## Sonuç

Yaptığınız işlemlerle ilgili gözlemlerinizi kısaca yazınız.

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



## 2. ÖĞRENME BİRİMİ

### ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

#### A) Aşağıdaki cümlelerde parantez içine yargılar doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. ( ) Birim zamanda, bir yönde meydana gelen elektron hareketine elektrik akımı denir.
2. ( ) Zamana bağlı olarak yönü değişmeyen akıma alternatif akım denir.
3. ( ) Evlerdeki prizler, ihtiyaç duyulan her şeye güç sağlamak için alternatif bir akım sağlar.
4. ( ) Skalalı ve ibrelili yapıya sahip ölçü aletlerine dijital ölçü aletleri denir.
5. ( ) Ampermetre bağlantısı enerji altında yapılmamalıdır.
6. ( ) Alternatif akım ölçmelerinde ampermetreye bağlanan giriş ve çıkış uçları farklılık göstermez.
7. ( ) EMK ölçmek için kullanılan ölçü aletlerine wattmetre denir.
8. ( ) Dijital ölçü aletleri elektronik sayıcı devre elemanlarından oluşur.
9. ( ) Direnç değerinin ölçümü yapılırken problemlerin ikisinin de elle tutulmamasına dikkat edilmelidir.
10. ( ) AVOMETRELERİN ÜZERİNDE FARKLI ÖLÇMELER YAPMAK İÇİN SEÇİM YAPILMASINI SAĞLAYAN DÖNER ANAHTAR VARDIR.
11. ( ) Joule çok küçük bir birim olduğun için uygulamada Watt Saniye kullanılır.
12. ( ) Enerji, birim zamanda yapılan işittir.
13. ( ) Doğrudan güç ölçmek için kullanılan ölçü aletinin adı wattmetredir.
14. ( ) Akıllı elektrik sayaçları indüksiyon tipi sayaçlardır.
15. ( ) Elektrik sayaçlarına enerji sayacı da denir.

#### B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Ampermetre devreye ..... bağlanır.
2. Elektrik devrelerinde, boşta iken kaynağın iki kutbu arasındaki potansiyel farka ..... denir.
3. Uygulamada daha çok ..... tip ohmmetreler kullanılır.
4. AVOMETRE ÇOK AMAÇLI KULLANILAN BİR ÖLÇÜ ALETİ OLDUĞU İÇİN DİĞER BİR ADI ..... DİR.
5. Wattmetrelerin akım bobini alıcıya ....., gerilim bobini alıcıya ..... paralel bağlanır.



C) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Elektrik akımına ilişkin aşağıdaki seçeneklerde verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?
  - A) Bir devredeki elektron akışıdır.
  - B) Geleneksel akım artıdan eksiye doğrudur.
  - C) Elektrik akımını meydana getiren etki EMK'dir.
  - D) Elektron akımı eksiden artıya doğrudur.
  - E) Ölçü birimi voltuttur.
2. Elektrik akımını ölçmek için kullanılan ölçü aletinin adı aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?
  - A) Ampermetre
  - B) Voltmetre
  - C) Ohmmetre
  - D) Wattmetre
  - E) Elektrik sayacı
3. 0,0075 A akım değerinin mA olarak karşılılığı aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?
  - A) 0,075
  - B) 0,75
  - C) 7,5
  - D) 75
  - E) 750
4. Bir devrede bir alıcının (yükün) uçları arasındaki potansiyel farka verilen isim aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?
  - A) EMK
  - B) Gerilim
  - C) Akım
  - D) Direnç
  - E) Güç
5. 18000 V gerilim değerinin KV olarak karşılılığı aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?
  - A) 0,18
  - B) 1,8
  - C) 1800
  - D) 180
  - E) 18
6. Voltmetrenin devreye bağlantısı aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?
  - A) Akım bobini paralel, gerilim bobini seri
  - B) Seri-paralel
  - C) Seri
  - D) Paralel
  - E) Akım bobini seri, gerilim bobini paralel



7. **Dirençlere ilişkin aşağıdaki seçeneklerde verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?**
- A) Birimi ohmdur.
  - B) Elektrik akımına karşı gösterilen kolaylıktır.
  - C) Ohmmetre ile ölçülür.
  - D) Devrelerde akımı bölmek için kullanılabilir.
  - E) Devrelerde gerilimi bölmek için kullanılabilir.
8. **5600 K $\Omega$  direnç değerinin M $\Omega$  olarak karşılılığı aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?**
- A) 5,6
  - B) 0,56
  - C) 56
  - D) 560
  - E) 0,056
9. **Analog ohmmetre ile ölçülen direnç değeri için skaladan 12 değeri okunuyor. Kademe anahtarının konumu X10K olduğuna göre ölçülen direncin değeri aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?**
- A) 1,2  $\Omega$
  - B) 12  $\Omega$
  - C) 120  $\Omega$
  - D) 12 K $\Omega$
  - E) 120 K $\Omega$
10. **AVOmetrelerde siyah probun takılacağı terminal aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?**
- A) V $\Omega$ mA yazan terminal
  - B) 20 A yazan terminal
  - C) COM (ortak) terminali
  - D) Artı terminal
  - E) Output (çıkış) terminali
11. **Analog ölçü aletlerinde her ölçümde ve kademe değişikliğinde yeniden yapılması gerekli olan sıfır ayarı aşağıdaki seçeneklerde belirtilen hangi elektriksel büyüklüğü ölçerken yapılmalıdır?**
- A) Akım
  - B) Gerilim
  - C) Direnç
  - D) Güç
  - E) İş



12. Analog AVOMetre ile ölçülen DC gerilim için 0-50 skalasından 42 değeri okunuyor. Kademe anahtarının konumu DC 50 V iken ölçülen gerilim değeri aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?
- A) 4,2 V  
B) 420 V  
C) 16,8 V  
D) 42 V  
E) 7 V
13. Aşağıdaki seçeneklerde verilen ölçü birimlerinden hangisi elektriksel iş birimlerinden biri değildir?
- A) Watt  
B) Joule  
C) Watt Saat  
D) KiloWatt Saat  
E) MegaWatt Saat
14. 2500 KW güç değerinin MW olarak karşılığı aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?
- A) 25  
B) 2,5  
C) 250  
D) 0,25  
E) 25000
15. 2500 wattlık bir elektrik süpürgesi maksimum güçte 7,5 dakika çalıştırılıyor. Harcanan enerji (yapılan iş) miktarı aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?
- A) 18,75 KWh  
B) 312,5 KWh  
C) 18,75 Wh  
D) 312,5 Wh  
E) 625 Wh

# 3. Öğrenme Birimi

## DİRENÇLİ DEVRELERDE ELEKTRİK KANUNLARI



### KONULAR

- 3.1. DİRENÇ RENK TABLOSUNU DOĞRU KULLANARAK  
DİRENÇ RENK DEĞERİ OKUMA
- 3.2. DİRENÇ BAĞLANTI TÜRLERİ
- 3.3. POTANSİYOMETRE VE REOSTA BAĞLANTILARINI  
YAPMA
- 3.4. WHEATSTONE KÖPRÜSÜ BAĞLANTISI YAPMA
- 3.5. OHM KANUNU HESAPLAMALARINI YAPMA
- 3.6. KIRCHHOFF KANUNLARI HESAPLAMALARINI YAPMA

### TEMEL KAVRAMLAR

- Direnç
- Öz direnç
- Ayarlı dirençler
- Direnç renk kodu
- Dirençlerin bağlanması
- Potansiyometre
- Reosta
- Ohm Kanunu
- Wheatstone Köprüsü
- Kirchhoff Kanunları

### Bu öğrenme biriminde;

- Direncin özelliklerini ve direncin değerine etki eden faktörleri,
- Direnç değerini okuma, tespit etme ve değeri bilinmeyen direncin değerini belirlemeyi,
- Direncin devrelerde akıma karşı davranışlarını ve akım kontrol durumlarını,
- Direnç değeri okumayı ve direnç renk tablosunu,
- Ohm Kanunu ile direnç, akım ve gerilim hesaplamalarını,
- Kirchhoff Kanunu ile direnç üzerinden geçen akım, direnç üzerine düşen gerilim hesaplamalarını ve uygulamalarını öğreneceksiniz.



## 3. DİRENÇLİ DEVRELERDE ELEKTRİK KANUNLARI

### Hazırlık Çalışmaları



1. Direncin elektronik devrede görevi ne olabilir?
2. Dirençlerin üzerinde bulunan renkli çizgiler ne anlama gelir?
3. İstenilen değerlikte bir direnç bulunmazsa bu değerlikte bir direnç başka nasıl elde edilebilir?
4. Değeri bilinmeyen bir direncin değeri çok hassas bir doğrulukta nasıl öğrenilebilir?

### 3.1. DİRENÇ RENK TABLOSUNU DOĞRU KULLANARAK DİRENÇ RENK DEĞERİNİ OKUMA



**AMAÇ:** Direnç renk tablosunu kullanarak direnç değerini okumak

**GİRİŞ:** Kelime anlamı itibari ile direnme anlamına gelen direnç, elektrikli devrelerde ise elektrik akımına karşı direnen, zorluk çıkaran devre elemanı olarak kullanılmaktadır. Bu öğrenme biriminde direnç değerlerini okuma, direnç çeşitleri, dirençlerin bağlantı şekillerini, Wheatstone (Vitsın) Köprüsü, Ohm Kanunu, Kirchhoff (Kirşof) Kanunu konuları işlenip uygulamalar yapılacaktır.

#### 3.1.1. Direnç ve Özdirenç Kavramı

**Dirençler**, elektrik akımına karşı zorluk gösteren devre elemanlarıdır. Dirençlerin bu özelliklerinden yararlanılıp elektronik devreler üzerinde elektrik akımı belirli değerlerde tutularak kontrol edilebilir. Elektrik akımını istenilen değerlerde kontrol edebilmek için farklı değerlikte dirençler üretilmektedir. Üretilen bu dirençlerin değerini, üretimi esnasında kullanılan maddelerin miktarı ve özellikleri belirlemektedir.

Her maddenin bir direnç katsayısı vardır. Birim uzunluk ve kesitteki bu katsayıya **öz direnç** denir.



Görsel 3.1: Direnç

- **Direnç:** Dirençler "R" harfi ile gösterilir. Birimi ohm ( $\Omega$ )'dur. İletkenlerin direncine etki eden bazı faktörler vardır. Bunlar;

- İletkenin öz direnci,
- İletkenin kesiti,
- İletkenin boyudur.

Bu formülde;

R= direnç ( $\Omega$ )

l = iletkenin boyu (m)

$\rho$ = öz direnç ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )

A= iletkenin kesiti ( $\text{mm}^2$ )

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A}$$





Formülden de anlaşıldığı gibi iletkenin boyu uzadıkça direnci de artar. İletkenin boyu kıaldıkça direnci azalır. Buna karşın iletkenin kesiti arttıkça direnci azalır, iletkenin kesiti azaldıkça direnci artar.

- **Öz Direnç** : Birim uzunluk (1 metre) ve birim kesitteki (1mm<sup>2</sup>) iletkenin direncine **öz direnç ( $\rho$ )** denir. Öz direnç maddenin cinsine bağlı bir katsayıdır. İyi bir iletkenin öz direnç sıfıra yakındır. Bazı iletkenlerin öz direnç değerlerine göre sıralanışı şöyledir:

Tablo 3.1: İletken Maddelerin Öz Dirençleri

İLETKENİN CİNSİ	İLETKENİN ÖZ DİRENÇİ
Gümüş	0,016
Bakır	0,0178
Altın	0,023
Alüminyum	0,0285

### 3.1.2. Direnç Çeşitleri

Dirençler genel olarak dışarıdan bir etki ile değeri değişen veya değişmeyen şekilde iki gruba ayrılabilir. Dışarıdan bir etki ile değeri değişmeyen dirençler sabit değerli dirençler, dışarıdan bir etki ile değeri değişen dirençler de değişken değerli direnç olarak isimlendirilebilir.

#### • Sabit Değerli Dirençler

- **Karbon Dirençler**: En çok kullanılan direnç tipidir. Toz hâlindeki karbon ve reçine eritilerek elde edilen dirençtir.
- **Entegre Direnç**: Tek bir kılıf içinde birden çok direnç konularak oluşturulmuş dirençlerdir. İçindeki dirençlerin değerleri birbirine eşittir. Bu tip dirençlerde birden çok bağlantı ucu vardır. Bu uçlardan biri ortak uçtur. Öbür uçlar her bir direncin diğer ucu olarak kullanılır.
- **SMD Direnç [Surface Mount Device (sorfey mant divays)-Yüze Monte Edilebilir Eleman]**: Elektronik devrelerde özellikle az yer kapladığı için karbon dirençlerin yerini almaya başlamıştır. Adından da anlaşıldığı gibi devre kartının yüzeyine monte edilir. Karbon dirençler ise devre kartının üzerinde bulunan deliklerden geçirilerek monte edilebilmektedir. Bu da özellikle günümüz elektronik kart teknolojisinde istenmeyen bir durumdur. Bu nedenle SMD dirençler daha çok tercih edilmektedir.

#### • Değişken Değerli Dirençler

Değişken değerli dirençler de iki ayrı başlık altında incelenebilir. Bunlardan biri üzerindeki ayar düğmesi ile istenilen değere ayarlanabilen dirençler, diğeri ise ortamdaki ışık ve ısı ile direnci değişen dirençlerdir.

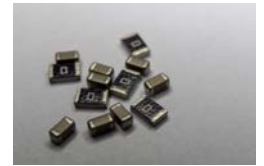
- **Potansiyometre**: Elektronik devrelerde direnç değerinin sık sık değiştirilmesi gerektiği durumlarda kullanılan ayarlı direnç türüdür. Genellikle karbon veya karbon içerikli maddelerden üretilir. Farklı tiplerde üretilse de çalışma mantıkları aynıdır. Genellikle üç tane ucu olur. Üzerindeki kol döndürülerek direnç değeri azaltılır ya da artırılır.



Görsel 3.2: Karbon direnç



Görsel 3.3: Entegre direnç



Görsel 3.4: SMD direnç



Görsel 3.5: Farklı tiplerde potansiyometreler



- **Trimpot:** Çalışma şekli ve içyapısı potansiyometre gibidir. Yapısal olarak farklıdır. Potansiyometredeki gibi ayar çubuğu yerine elle ayarlamayı zorlaştıran bir düğmesi vardır. Bunun nedeni sık sık direnç değerini değiştirmeyi gerektirmeyen devrelerde kullanılmak istenmesidir. Genellikle ince uçlu bir tornavida yardımıyla direnç değeri değiştirilir.
- **Reosta:** Diğer ayarlı direnç türlerine göre üzerinden daha yüksek güçte akım akabilen ayarlı dirençtir. Çok büyük olmasından dolayı kullanımı yaygın değildir. Üzerinde bulunan sürgü sayesinde direnç değeri ayarlanabilmektedir. Genel olarak krom-nikel direnç teli kullanarak üretilir.
- **Ortam Etkili Dirençler**
  - **Işık Etkili Direnç [LDR Light Dependent Resistor (Layt Dıpendınt Rezıstr)]:** Fotodirenç olarak da ifade edilebilmektedir. Ortam ışığına göre direnci değişen devre elemanıdır. Kadminyum sülfür, selenyum, germanyum, silisyum gibi ışığa çok duyarlı maddelerden üretilmektedir. Ortam ışığı artınca direnç değeri de artar, bu nedenle üzerinden daha az akım geçirir ve iletkenliği azalır. Ortam ışığı azalınca direnç değeri de azalır, bu nedenle üzerinden daha fazla akım geçirir ve iletkenliği artar.
  - **Isı Etkili Dirençler:** Bu dirençlere termistör de denilmektedir. Üzerlerine uygulanan sıcaklığa göre direnç değerleri değişmektedir. Isı etkili dirençlerin NTC ve PTC olmak üzere iki tipi vardır.
    - **NTC [Negative Temperature Coefficient (negatif tempriçır kofışın) -Negatif Isı Katsayılı Termistör]:** Bulunduğu ortamın veya temas ettiği yüzeyin sıcaklığı arttıkça direnci azalır. Sıcaklığı azaldıkça direnci artar. Bu nedenle ters ısı etkili direnç olarak ifade edilir.
    - **PTC [Positive Temperature Coefficient (pozitif tempriçır kofışın)-Pozitif Isı Katsayılı Termistör]:** Bulunduğu ortamın veya temas ettiği yüzeyin sıcaklığı arttıkça direnci artar. Sıcaklığı azaldıkça direnci azalır. Bu nedenle düz ısı etkili direnç olarak ifade edilir.



Görsel 3.6: Trimpot



Görsel 3.7: Reosta



Görsel 3.8: LDR



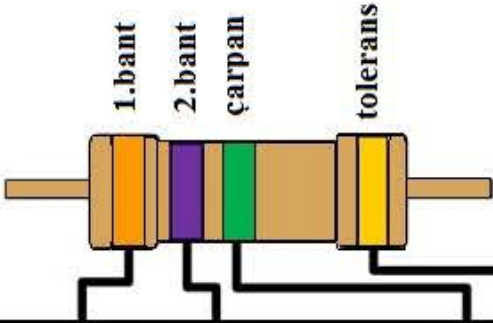
Görsel 3.9: NTC



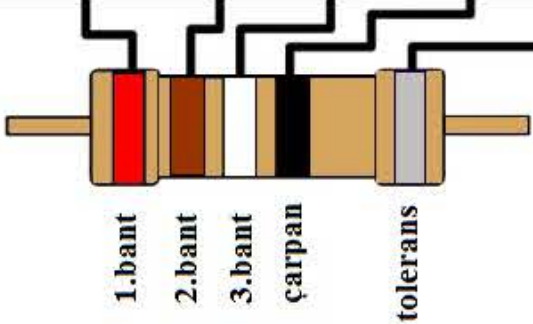
Görsel 3.10: PTC

### 3.1.3. Direnç Renk Kodları

Dirençler belirli değerlerde ve üzerlerinde bu değeri yansıtan renk kodları ile üretilir. Görsel 3.11'deki tabloda görülen renkler ve karşılığında yazılı olan sayı değerleri belirli kurallara göre hesaplanarak direncin değeri bulunur. Tablo ilgili bilinmesi gereken şey, renk kodlarına hangi sayının karşılık geldiğidir. Ayrıca renk kodunun kaçınıcı bant seviyesinde olduğu da önemlidir. Örneğin siyah renkli bant değerinin 0 (sıfır) olduğu ve 1.bantta olamayacağı, çarpan kısmında ise çarpım değerinin 1 olacağı bilinmelidir. 4 bantlı dirençler ile 5 bantlı dirençlerde tek fark, hesaplamaya 3.bandın eklenmesidir.



Renk	1.Bant	2.Bant	3.Bant	Çarpan	Tolerans
SİYAH	0	0	0	1Ω	
KAHVERENGİ	1	1	1	10Ω	± %1
KIRMIZI	2	2	2	100Ω	± %2
TURUNCU	3	3	3	1kΩ	
SARI	4	4	4	10kΩ	
YEŞİL	5	5	5	100kΩ	± %0.5
MAVİ	6	6	6	1MΩ	± %0.25
MOR	7	7	7	10MΩ	± %0.1
GRİ	8	8	8		± %0.05
BEYAZ	9	9	9		
ALTIN				0.1Ω	± %5
GÜMÜŞ				0.01Ω	± %10



Görsel 3.11: Direnç renk kodları tablosu üzerinde 4 bantlı ve 5 bantlı dirençlerin gösterilmesi

**Örnek 1:**

Görsel 3.12: Hesaplanacak direnç

Şekilde görülen direncin renk koduna göre değerini ve toleransını okuyunuz.

**Çözüm 1:** 4 bantlı bir direnç olduğu için ilk 2 bant sayı değerini, 3.bant çarpan değerini, 4. bant da toleransı göstermektedir.

- 1.bant yeşil olduğu için sayı değeri olarak 5 gelir.
- 2.bant kahverengi olduğu için sayı değeri olarak 1 gelir.
- 3.bant çarpan kısmı siyah bir başka deyişle 1'dir.
- 4.bant altın yani tolerans değeri ±%5 olur.

$$51 \times 1 = 51 \Omega$$



**Örnek 2:** 347 K $\Omega$  değerindeki 5 bantlı direncin renk kodlarını yazınız. Direncin tolerans değeri  $\pm 10$ 'dur.

**Çözüm 2:** Direnç 5 bantlı olduğu için ilk 3 bant sayı değerini, 4.bant çarpanı, 5.bant da toleransı gösterir.

- 1.bant sayı değeri olan 3'e karşılık gelen renk turuncu,
- 2.bant sayı değeri olan 4'e karşılık gelen renk sarı,
- 3.bant sayı değerine karşılık gelen renk mor,
- 4.bantta çarpan olarak K $\Omega$  olduğu için 1000 değeri vardır, bunun da renk karşılığı turuncudur.
- 5.bant tolerans değeri gümüş renge karşılık gelmektedir.

Oluşan renkler: Turuncu-sarı-mor-turuncu-gümüş

**Örnek 3:** Kırmızı-kırmızı-kahverengi-altın renk kodlarına sahip direncin değeri kaç  $\Omega$ 'dur?

**Çözüm 3:** 4 bantlı bir direnç olduğu için kahverengi çarpan olarak değerlendirilecektir. Çarpan karşılığı 10'dur. Kırmızı rengin tablodaki karşılığı 2 olduğu için;

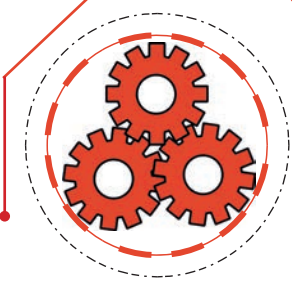
$22 \times 10 = 220 \Omega$  olur.

**Örnek 4:** 390  $\Omega$  değerindeki direncin renk kodu nedir? Tolerans  $\pm 2$ 'dir.

**Çözüm 4:** Direnç 4 bantlı ise 3'ün renk karşılığı turuncu, 9'un renk karşılığı beyaz, üçüncü bant da çarpan olduğu için 10 ile çarpılması gereklidir. Bu da renk kodu olarak kahverengidir. Toleransın karşılık kodu da kırmızıdır.

Oluşan renkler: Turuncu-turuncu-kahverengi-kırmızı

### UYGULAMA 3.1:



**Renk Kodu ile Değeri Bilinen Direnci Ohmmetreyle Ölçerek Bulduğu Değeri Karşılaştırma**

**AMAÇ:** Direnç renk kodlarını okuyabilmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Görsel 3.13: Direnç ölçümü

### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Ohmmetre		1 Adet
Direnç	Farklı değerlerde	5 Adet



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Farklı renk kodlarına sahip dirençler alınır. Renk kodları tablosundan yararlanılarak direnç değerleri belirlenir.
3. Renk kodları ile değerleri bilinen dirençlerin ohmmetre ile ölçümü yapılır (Görsel 3.13'teki gibi ölçüm yapılırken dirence el ile temas edilmemelidir.).
4. Hesaplanan ve ohmmetrede okunan değerler tabloya yazılır.
5. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Dirençin renk koduna göre hesaplanan değer ile ohmmetre ile ölçülen değer arasında nasıl bir fark vardır? Bu değer direncin tolerans renk kodu ile ilişkisi nedir?

### Alınan Değerler ve Sonuç

Tablo 3.2: Direnç Değeri Okuma ve Ölçme Sonuçlarının Karşılaştırılması

DİRENCİN RENK KODU	TOLERANS DEĞERİ	DİRENCİN RENK KODUNA GÖRE HESAPLANAN DEĞERİ	OHMMETRE İLE ÖLÇÜLEN DEĞER	HESAPLANAN DEĞER İLE ÖLÇÜLEN DEĞER ARASINDAKİ FARK

### Sonuç:

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



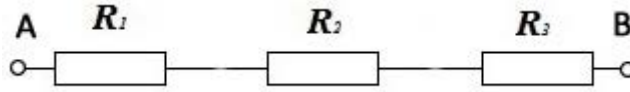
## 3.2. DİRENÇ BAĞLANTI TÜRLERİ

**AMAÇ:** İş güvenliği tedbirlerini alarak dirençlerin seri, paralel ve karışık bağlantılarını yapmak  
**GİRİŞ:** Dirençlerin seri, paralel ve karışık bağlanmaları hâlinde değerlerinde değişiklikler olmaktadır. Bağlantı sonucunda ortaya çıkan devrenin toplam direnci, eş değer direnç olarak ifade edilir.

### 3.2.1. Seri Bağlantı

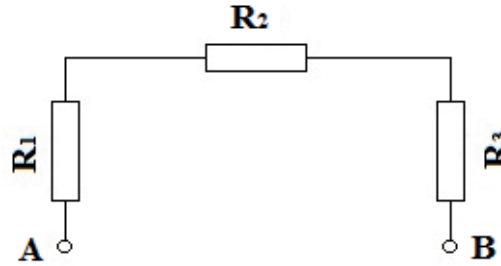
Dirençler birbiri ardınca bağlanarak seri devre elde edilir. Dirençlerin seri bağlanması sonucu toplam dirençleri artar. Bu toplam dirence eş değer direnç ( $R_{eş}$ ) ya da toplam direnç ( $R_T$ ) adı verilir.

Şekil 3.1'de A ve B noktaları arasına üç tane direnç seri bağlanmıştır.



Şekil 3.1: Seri bağlı dirençler

A ve B noktaları arasındaki eş değer direnci bulmak için  $R_{eş} = R_1 + R_2 + R_3$  formülü kullanılır.



Şekil 3.2: Seri bağlı dirençler

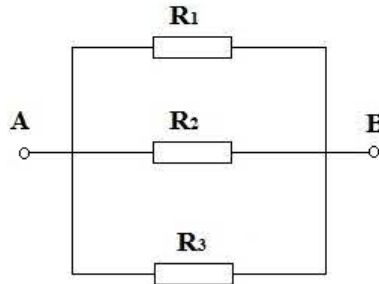
Şekil 3.1'deki seri bağlı üç direnç ile Şekil 3.2'deki seri bağlı üç direnç arasında hiçbir fark yoktur. Dirençlerin bağlantı uçlarının uzun olması ya da dönerek çizilmiş olması eş değer direnç değerini değiştirmeyecektir. Dikkat edilecek en önemli husus, direncin bir ucunun diğer direncin bir ucuna bağlı olması ve iki direncin de diğer uçlarının birbirleri ile temas etmemesidir.

**Örnek:** 330  $\Omega$ , 470  $\Omega$ , ve 1K $\Omega$  değerlerinde üç direnç seri bağlanmıştır. Eş değer direnci hesaplayınız.

1K $\Omega$ =1000  $\Omega$ 'dur.  $R_{eş}$ =330+470+1000=1800  $\Omega$ 'dur.

### 3.2.2. Paralel Bağlantı

Dirençler iki ucu ortak olacak şekilde bağlanarak paralel devre elde edilir. Dirençlerin paralel bağlanması sonucu toplam dirençleri azalır. Bu toplam dirence eş değer direnç ( $R_{eş}$ ) ya da toplam direnç ( $R_T$ ) adı verilir. Şekil 3.3'te A ve B noktaları arasına üç tane direnç paralel bağlanmıştır.

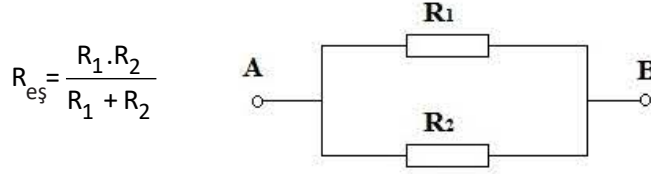


Şekil 3.3: Paralel bağlı dirençler



Şekil 3.3'teki A ve B noktaları arasındaki eş değer direnci bulmak için  $\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$  formülü kullanılır.

Şekil 3.4'teki gibi iki dirençli bir paralellik söz konusu ise aşağıdaki formül de kullanılabilir.



Şekil 3.4: Paralel bağlı iki direnç

**Örnek1:** 300  $\Omega$  değerinde üç direnç paralel olarak bağlanmıştır. Oluşan devrede eş değer direnci hesaplayınız.

$$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad \frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{300} + \frac{1}{300} + \frac{1}{300} \quad R_{eş} = \frac{300}{3} = 100 \Omega$$

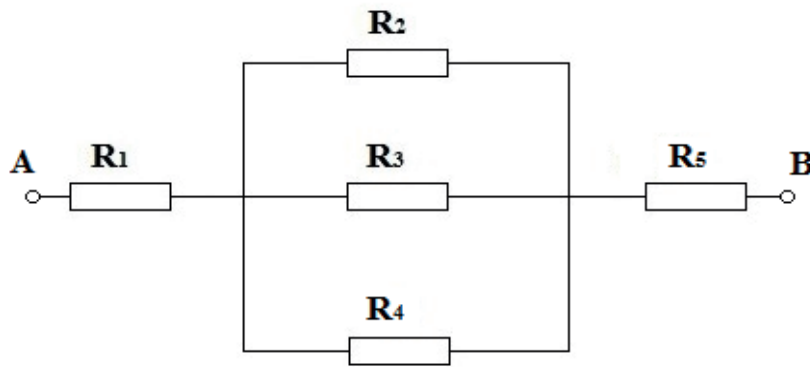
**Örnek2:** 200  $\Omega$  değerinde iki direnç paralel bağlanmıştır. Oluşan devrenin eş değer direncini bulunuz.

$$R_{eş} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad R_{eş} = \frac{200 \cdot 200}{200 + 200} = \frac{40000}{400} = R_{eş} = 100 \Omega$$

### 3.2.3. Karışık Bağlantı

Dirençler aynı devrede seri ve paralel olarak bağlandığında bu devrelere karışık bağlantılı devreler denir. Karışık devrelerde dikkat edilmesi gereken en önemli faktör, dirençlerin birbirine olan bağlantı şeklinin seri mi yoksa paralel mi olduğunu tespit etmektir. İki ya da daha fazla direncin birbirine bağlantısının nasıl olduğu tespit edilince ilgili formül de kullanılarak devre daha sade bir şekle getirilir. Sade şekle getirilmiş devre tekrar çizilerek eş değer direnç bulunana kadar çözümlenmeye devam edilir.

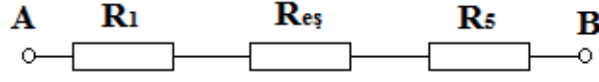
Şekil 3.5'te A ve B noktaları arasına beş tane direnç karışık bir şekilde bağlanmıştır.



Şekil 3.5: Karışık bağlı dirençler

A ve B noktaları arasındaki dirençlerin birbirleri ile olan bağlantıları incelendiğinde  $R_2, R_3, R_4$  dirençlerinin paralel olduğu görülür. Öncelikle bu paralel dirençlerin hesaplaması yapılır.

Bu hesaplama için  $\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$  formülü kullanılır.

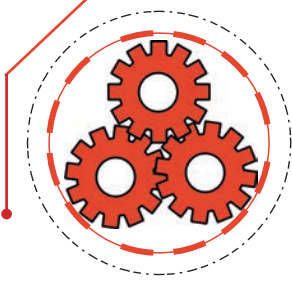


Şekil 3.6: Yeni oluşan devre

Şekil 3.6'da oluşan yeni devrede üç direncin birbirine seri bağlı olduğu görülmektedir. Seri bağlı dirençlerde kullanılan formül ile devrenin toplam direnci bulunur.

$$R_T = R_1 + R_{eş} + R_5$$

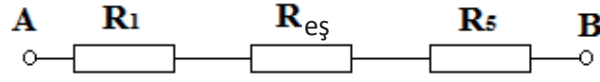
### UYGULAMA 3.2:



**Seri Bağlı Dirençlerde Eş Değer Direnci Hesaplama ve Ölçme, Hesaplanan ile Bulunan Değeri Karşılaştırma**

**AMAÇ:** Dirençleri seri bağlayabilmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Şekil 3.7: Seri bağlı direnç uygulama devresi

### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Ohmmetre		1 Adet
Direnç	Farklı değerlerde	3 Adet
Breadboard		1 Adet

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Farklı renk kodlarına sahip dirençler alınır, renk kodları tablosundan yararlanılarak direnç değerleri belirlenir.
3. Renk kodları ve değerleri bilinen dirençlerin ohmmetre ile ölçümü yapılır.
4. Hesaplanan ve ohmmetrede okunan değerler tabloya yazılır.
5. Dirençler ile breadboard üzerinde şekildeki devre kurulur. Formül kullanılarak eş değer direnç hesaplanır. Ohmmetre ile A ve B noktaları arasındaki eş değer direnç ölçülür ve tabloya yazılır.
6. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Seri bağlanan dirençlerde hesaplanan değer ile ölçülen değer arasında fark var mıdır? Fark var ise bu farkın tolerans değeri ile bağıntısı kurulabilir mi?





## Alınan Değerler ve Sonuç

Tablo 3.3: Değerleri Okunan ve Ölçülen Dirençler

DİRENCİN RENK KODU	TOLERANS DEĞERİ	DİRENCİN RENK KODUNA GÖRE HESAPLANAN DEĞERİ	OHMMETRE İLE ÖLÇÜLEN DEĞER	HESAPLANAN DEĞER İLE ÖLÇÜLEN DEĞER ARASINDAKİ FARK

Tablo 3.4: Seri Bağlanan Dirençlerin Hesaplama Değerleri ile Ölçülen Değerlerin Karşılaştırma Tablosu

SERİ DEVREDEKİ EŞ DEĞER DİRENÇ DEĞERLERİ		
RENK KODUNA GÖRE HESAPLANAN EŞ DEĞER DİRENÇ	OHMMETRE İLE ÖLÇÜLEN EŞ DEĞER DİRENÇ	HESAPLANAN EŞ DEĞER DİRENÇ İLE ÖLÇÜLEN EŞ DEĞER DİRENÇ ARASINDAKİ FARK

## Sonuç:

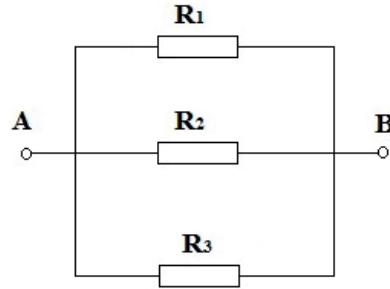
Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

## UYGULAMA 3.3:

Paralel Bağlı Dirençlerde Eş Değer Direnci Hesaplama ve Ölçme, Hesaplanan ile Bulunan Değeri Karşılaştırma

**AMAÇ:** Dirençleri paralel bağlayabilmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Şekil 3.8: Paralel bağlı dirençler



### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Ohmmetre		1 Adet
Direnç	Farklı değerlerde	3 Adet
Breadboard		1 Adet

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Farklı renk kodlarına sahip dirençler alınır, renk kodları tablosundan yararlanılarak direnç değerleri belirlenir.
3. Renk kodları ile değerleri bilinen dirençlerin ohmmetre ile ölçümü yapılır.
4. Hesaplanan ve ohmmetrede okunan değerler tabloya yazılır.
5. Dirençler ile breadboard üzerinde şekildeki devre kurulumu yapılır. Formül kullanılarak eş değer direnç hesaplanır. Ohmmetre ile A ve B noktaları arasındaki eş değer direnç ölçülür ve tabloya yazılır.
6. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Paralel bağlanan dirençlerde hesaplanan değer ile ölçülen değer arasında fark var mıdır? Fark var ise bu farkın tolerans değeri ile bağıntısı kurulabilir mi?

### Alınan Değerler ve Sonuç

Tablo 3.5: Değerleri Okunan ve Ölçülen Dirençler

DİRENCİN RENK KODU	TOLERANS DEĞERİ	DİRENCİN RENK KODUNA GÖRE HESAPLANAN DEĞERİ	OHMMETRE İLE ÖLÇÜLEN DEĞER	HESAPLANAN DEĞER İLE ÖLÇÜLEN DEĞER ARASINDAKİ FARK

Tablo 3.6: Paralel Bağlanan Dirençlerin Hesaplama Değerleri ile Ölçülen Değerlerinin Karşılaştırılması

PARALEL DEVREDEKİ EŞ DEĞER DİRENÇ DEĞERLERİ		
RENK KODUNA GÖRE HESAPLANAN EŞ DEĞER DİRENÇ	OHMMETRE İLE ÖLÇÜLEN EŞ DEĞER DİRENÇ	HESAPLANAN EŞ DEĞER DİRENÇ İLE ÖLÇÜLEN EŞ DEĞER DİRENÇ ARASINDAKİ FARK



## Sonuç:

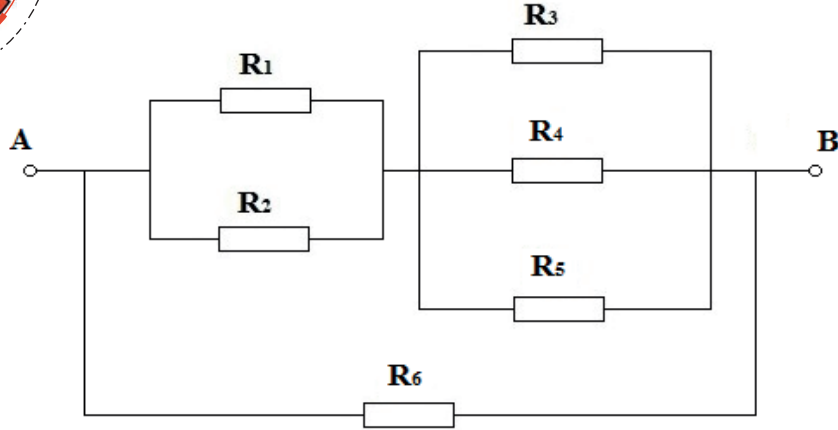
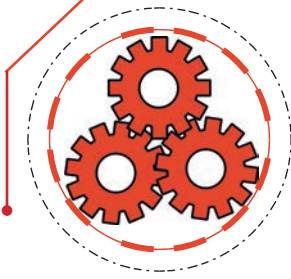
		DEĞERLENDİRME FORMU					TARİH	...../...../20....
Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

## UYGULAMA 3.4:

Karışık Bağlı Dirençlerde Eş Değer Direnci Hesaplama ve Ölçme, Hesaplanan ile Bulunan Değeri Karşılaştırma

AMAÇ: Dirençleri karışık bağlayabilmek

Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler



Şekil 3.9: Karışık bağlı dirençler uygulama devresi

## Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Ohmmetre		1 Adet
Direnç	Farklı değerlerde	6 Adet
Breadboard		1 Adet



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Farklı renk kodlarına sahip dirençler alınır, renk kodları tablosundan yararlanılarak direnç değerleri belirlenir.
3. Renk kodları ile değerleri bilinen dirençlerin ohmmetre ile ölçümü yapılır.
4. Hesaplanan ve ohmmetrede okunan değerler tabloya yazılır.
5. Dirençler ile breadboard üzerinde şekildeki devre kurular. Formül kullanılarak eş değer direnç hesaplanır. Ohmmetre ile A ve B noktaları arasındaki eş değer direnç ölçülür ve tabloya yazılır.
6. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Karışık bağlanan dirençlerde hesaplanan değer ile ölçülen değer arasında fark var mıdır? Fark var ise bu farkın tolerans değeri ile bağıntısı kurulabilir mi?

### Alınan Değerler ve Sonuç

Tablo 3.7: Değerleri Okunan ve Ölçülen Dirençler

	DİRENCİN RENK KODU	TOLERANS DEĞERİ	DİRENCİN RENK KODUNA GÖRE HESAPLANAN DEĞERİ	OHMMETRE İLE ÖLÇÜLEN DEĞER	HESAPLANAN DEĞER İLE ÖLÇÜLEN DEĞER ARASINDAKİ FARK
R <sub>1</sub>					
R <sub>2</sub>					
R <sub>3</sub>					
R <sub>4</sub>					
R <sub>5</sub>					
R <sub>6</sub>					

Tablo 3.8: Karışık Bağlanan Dirençlerin Hesaplama Değerleri ile Ölçülen Değerlerinin Karşılaştırılması

KARIŞIK DEVREDEKİ EŞ DEĞER DİRENÇ DEĞERLERİ		
RENK KODUNA GÖRE HESAPLANAN EŞ DEĞER DİRENÇ	OHMMETRE İLE ÖLÇÜLEN EŞ DEĞER DİRENÇ	HESAPLANAN EŞ DEĞER DİRENÇ İLE ÖLÇÜLEN EŞ DEĞER DİRENÇ ARASINDAKİ FARK

### Sonuç:

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



### 3.3. POTANSİYOMETRE VE REOSTA BAĞLANTILARINI YAPMA



**AMAÇ:** Potansiyometrenin ve reostanın yapı, çeşit, bağlantı, çalışma prensiplerini açıklamak ve iş güvenliği tedbirlerini alıp potansiyometre ve reostayı devreye bağlayarak ölçümler yapmak

**GİRİŞ:** Elektronik devrelerde anlık akım değişimleri önemli bir yer tutar. Elektronik devrelerde akım değişimleri dirençlerle sağlanır. Akım değişiminin sürekli olduğu devrelerde ayarlı direnç olarak potansiyometre, akım değerlerinin daha yüksek olduğu devrelerde ise reosta kullanılır. Reosta ve potansiyometre, elektrik veya elektronik devrelerde gerilim bölücü olarak da kullanılır.

#### 3.3.1. Potansiyometre İçyapısı ve Çeşitleri

Görsel 3.14'te görünen potansiyometrenin üç tane bağlantı ucu vardır. Bu uçlar; A, B, C diye isimlendirilir. A-C arasındaki uçlardan ayar çubuğunun konumunun nerede olduğu fark etmeksizin potansiyometrenin toplam direnci elde edilir. Devreye orta uç kullanılmadan bu iki uç direkt bağlanırsa ayarlı direnç gibi değil de sabit değerli direnç gibi potansiyometrenin toplam direncine etki eder. Devredeki akım istenilen değerde kontrol edilemez. Bu durumun ortadan kalkması için ayar ucu olan B ile diğer iki uçtan biri (A veya C) birlikte kullanılmalıdır.

B ucuna bağlı hareketli kadran A noktasına en yakın iken A-B uçları arasındaki direnç, B-C uçları arasındaki dirençten küçük olur. B ucuna bağlı hareketli kadran C ucuna yakinken de A-B uçları arasındaki direnç, B-C uçları arasındaki dirençten büyük olur. B ucundaki kadranın konumu nerede olursa olsun, A-B uçları arasındaki direnç ile A-C uçları arasındaki direncin toplamı daima A-C ucundaki dirence (potansiyometrenin toplam direncine) eşit olur.

Kullanım yerlerine göre farklı tipte üretilmiş potansiyometreler mevcuttur. Lineer potansiyometre, logaritmik potansiyometre, stereo potansiyometre, çok türlü potansiyometre, dijital potansiyometre çeşitleri vardır. Hepsinin çalışma mantığı aynıdır.

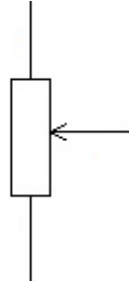
#### 3.3.2. Potansiyometre Devre Bağlantıları

Potansiyometrenin devrede ayarlı direnç olarak çalışabilmesi için B ucu mutlaka kullanılmalıdır. B ucu, A veya C ucu ile kısa devre edilerek iki uçlu direnç gibi devrede ilgili yere bağlanır. B ucu, A veya C ucu ile kısa devre edilmeden de kullanılabilir. A veya C uçlarından biri, B ucu kullanılarak devreye bağlanır ve kullanılmayan uç boşta bırakılabilir fakat bu durum devre açısından ciddi bir sorun oluşturabilir. Örneğin; A ve B ucu kullanılsın, C ucu boşta olsun. A veya B uçlarından biri, herhangi bir sebepten dolayı devreden çıkarsa potansiyometre açık devre olur. Bu ihtimali azaltmak için B ucu, A veya C ucu ile kısa devre edilerek devreye bağlanır.

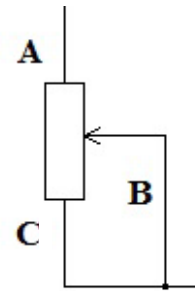
Şekil 3.11'deki gibi potansiyometre devreye bağlanıp ayar çubuğu çevrilerek B ucu A ucuna doğru yaklaştırıldığında direnç azalacak, B ucu C ucuna doğru yaklaştırıldığında da direnç artacaktır.



Görsel 3.14: Potansiyometre içyapısı



Şekil 3.10: Potansiyometre sembolü

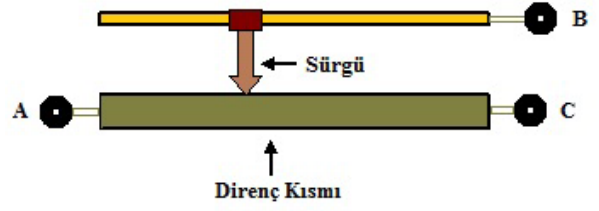


Şekil 3.11: Potansiyometre ve reostanın devreye bağlanması



### 3.3.3. Reosta İçyapısı ve Çeşitleri

Şekil 3.12'de içyapısı görünen reostanın çalışma mantığı da potansiyometreye benzemektedir. A ve C uçları arasında reostanın toplam direnci elde edilir. İstenilen değere ayarlama ise sürgü sayesinde olur. B ucuna bağlı olan sürgü A ucuna yakın ise A ve B arasındaki direnç, B ve C arasındaki dirençten küçük olur. Sürgü C ucuna yakın ise A ve B arasındaki direnç, B ve C arasındaki dirençten büyük olur.



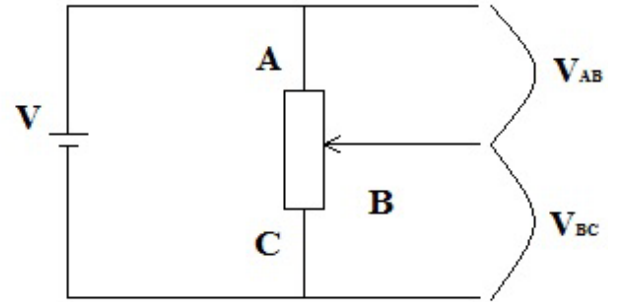
Şekil 3.12: Reosta içyapısı

Reostalar yüksek akımlı devrelerde kullanılmaktadır. Bu nedenle potansiyometrelere göre daha sağlam yapıdadır ve akıma karşı dayanımı yüksek malzemelerden üretilmiştir. Çevirmeli ve sürgülü tipleri piyasada yaygın olarak bulunmaktadır.

### 3.3.4. Reosta Devre Bağlantıları

Reostalar da tıpkı potansiyometrelerde olduğu gibi devredeki akım veya gerilim kontrolünü sağlamak için kullanılır. Şekil 3.11'deki bağlantının aynısı reostalar için de geçerlidir.

Ayrıca reosta ve potansiyometre Şekil 3.13'te görüldüğü gibi gerilim kontrolü sağlamak için de devrelerde kullanılabilir. Giriş gerilimi olarak verilen  $V$  (Volt) gerilimi çıkışta reosta veya potansiyometrenin A ve B uçları arasında  $V_{AB}$ , B ve C uçları arasında ise  $V_{BC}$  gerilimi olarak elde edilir.  $V_{AB}$  ile  $V_{BC}$  toplamı giriş gerilimi volta eşit olur.



Şekil 3.13: Reosta ve potansiyometrenin gerilim bölücü olarak devreye bağlanması

#### UYGULAMA 3.5:



#### Potansiyometre ve Reosta Direnç Değişikliklerini Ölçmek

**AMAÇ:** Potansiyometre ve reosta direnç değişimlerini ölçebilmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Görsel 3.15: Potansiyometre uygulama şekli

**Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık**

Adı	Özelliği	Miktarı
Ohmmetre		1 Adet
Potansiyometre	1K $\Omega$	1 Adet
Breadboard		1 Adet

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. AVOMETRENİN ölçüm kademesi ohmmetreye getirilir.
3. Potansiyometrenin ayar çubuğu en sola çevrilir. A ve B uçları, B ve C uçları ve A ve C uçları arasındaki direnç sırayla ölçülür. Sonuçlar tabloya yazılır.
4. Potansiyometrenin ayar çubuğu en sağa çevrilir. A ve B uçları, B ve C uçları ve A ve C uçları arasındaki direnç sırayla ölçülür. Sonuçlar tabloya yazılır.
5. Ohmmetre, potansiyometrenin A ve B uçlarına bağlıyken ayar çubuğunu çevirerek potansiyometrenin orta noktası bulunur ve işaretlenir.
6. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir.

**Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler**

Potansiyometre yerine reosta kullanılsa sonuçlarda değişiklik olur mu?

**Alınan Değerler ve Sonuç****Tablo 3.9: Potansiyometre Ölçüm Değerleri**

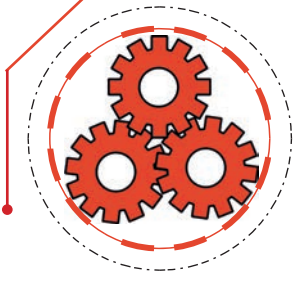
Potansiyometrenin ayar çubuğu konumu	A-B uçları arasındaki direnç	B-C uçları arasındaki direnç	A-C uçları arasındaki direnç
En solda			
En sağda			
Ortada			

**Sonuç:**

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



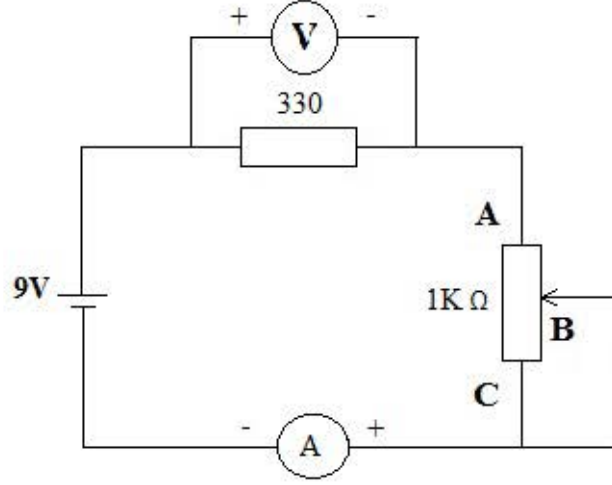
### UYGULAMA 3.6:



### Potansiyometre ile Reostadaki Akım ve Gerilim Değişikliklerini Ölçmek 1

**AMAÇ:** Potansiyometre ve reosta kullanılan devrelerde değişen direnç ile beraber akım ve gerilim değişimlerini ölçebilmek

#### Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler



Şekil 3.14: Potansiyometre uygulama devresi

#### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
AVOmetre		1 adet
Potansiyometre	1 K $\Omega$	1 adet
Breadboard		1 adet
Ayarlı güç kaynağı	0-12 V	1 adet
Direnç	330 $\Omega$	1 adet
Bağlantı kabloları		

#### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Breadboard üzerinde şekildeki devre kurulur.
3. Potansiyometrenin ayar çubuğu en sola çevrilir. Voltmetre ve ampermetrede görülen değerler tabloya yazılır.
4. Potansiyometrenin ayar çubuğu en sağa çevrilir. Voltmetre ve ampermetrede görülen değerler tabloya yazılır.
5. Potansiyometrenin ayar çubuğu orta noktaya çevrilir. Voltmetre ve ampermetrede görülen değerler tabloya yazılır.
6. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.





## Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

## Alınan Değerler ve Sonuç

Tablo 3.10: Potansiyometreli Devrede Akım ve Gerilim Ölçüm Sonuçları

Potansiyometrenin ayar çubuğu konumu	Voltmetrede okunan değer	Ampermetrede okunan değer
En solda		
En sağda		
Ortada		

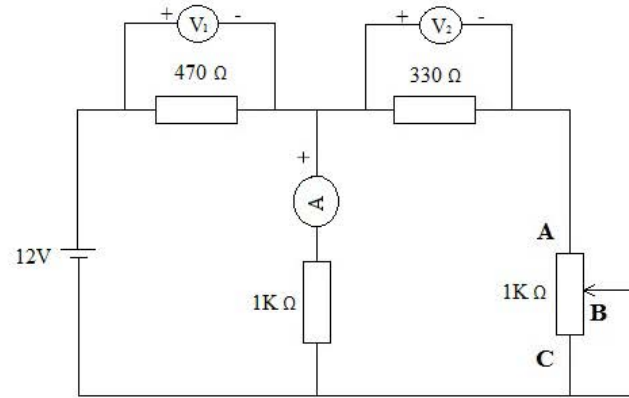
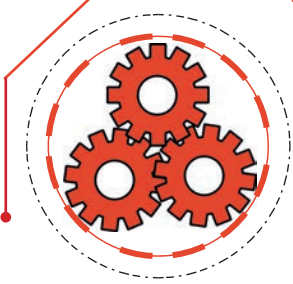
## Sonuç

		DEĞERLENDİRME FORMU					TARİH	...../...../20....
Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

## UYGULAMA 3.7: Potansiyometre ile Reostadaki Akım ve Gerilim Değişikliklerini Ölçmek 2

**AMAÇ:** Potansiyometre ve reosta kullanılan devrelerde değişen direnç ile beraber akım ve gerilim değişimlerini ölçebilmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Şekil 3.15: Şekil 3.15: Potansiyometrede akım ve gerilim ölçme devresi



### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
AVOmetre		1 Adet
Potansiyometre	1 K $\Omega$	1 Adet
Breadboard		1 Adet
Ayarlı güç kaynağı	0-12 V	1 Adet
Direnç	330 $\Omega$ , 470 $\Omega$ , 1 K $\Omega$	1 Adet
Bağlantı kabloları		

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Breadboard üzerinde Şekil 3.15'teki devre kurulur.
3. Potansiyometrenin ayar çubuğu en sola çevrilir. Voltmetre ve ampermetrede görülen değerler tabloya yazılır.
4. Potansiyometrenin ayar çubuğu en sağa çevrilir. Voltmetre ve ampermetrede görülen değerler tabloya yazılır.
5. Potansiyometrenin ayar çubuğu orta noktaya çevrilir. Voltmetre ve ampermetrede görülen değerler tabloya yazılır.
6. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

### Alınan Değerler ve Sonuç

Tablo 3.11: Potansiyometreli Devrede Akım ve Gerilim Ölçüm Sonuçları

Potansiyometrenin ayar çubuğu konumu	1. voltmetrede okunan değer	2. voltmetrede okunan değer	Ampermetrede okunan değer
En solda			
En sağda			
Ortada			

### Sonuç

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



### 3.4. WHEATSTONE KÖPRÜSÜ BAĞLANTISI YAPMA

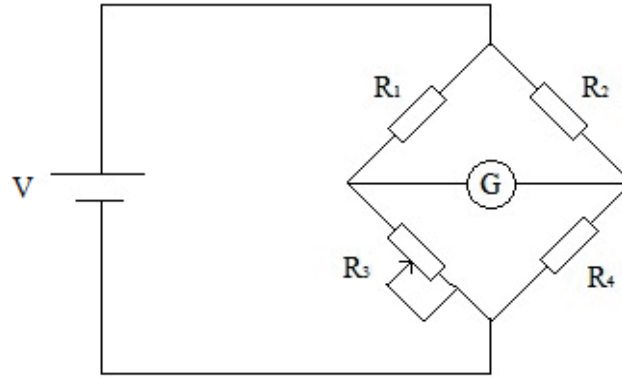


**AMAÇ:** Wheatstone Köprüsü'nün çeşitlerini, bağlantı şekillerini ve çalışma prensibini açıklamak, iş güvenliği tedbirlerini alarak Wheatstone Köprüsü devresini kurmak

**GİRİŞ:** Wheatstone Köprüsü devreleri, iki uçlu dirençleri ölçmek için kullanılır. Dirençlerin köprü tipi bağlanması ile oluşturulur. Wheatstone Köprüsü ile çok hassas direnç ölçümleri yapılabilmektedir.

#### 3.4.1. Wheatstone Köprüsü

Şekil 3.16'da basit bir Wheatstone Köprüsü devresi görülmektedir.  $R_3$  direnci, denge direnci olarak işlev görmektedir. Bu devrede  $R_4$  direnci, değeri bulunacak direnç olacaktır. Köprü dirençlerin ortasında bulunan galvanometre devredeki dengeyi ölçmek için bağlanmıştır. Galvanometre sıfır değerini gösterinceye kadar  $R_3$  direnci ayarlanır. Galvanometre sıfır değerini gösterince devre dengeye gelir ve akım kaynağı galvanometre açık devre edilerek direnç değeri hesaplanır.



Şekil 3-16: Wheatstone Köprüsü

Devre denge konumundayken oluşan eşitlik:

$$R_4 = \frac{R_2}{R_1} \cdot R_3$$

#### • Wheatstone Köprüsü Ölçümleri

Wheatstone köprüsü ile  $1 \Omega$  ile  $M\Omega$ 'lara varan değerlerde direnç ölçümleri %0,1 hata ile ölçülebilir. Bu kadar hassas ölçüm yapabilmek için galvanometrenin iç direncinin çok düşük olması gerekmektedir. Bunun yanında çevre ve sıcaklık faktörleri de hassas ölçüm için önemlidir.

**Örnek:** Şekil 3.16'da  $R_1=100 \Omega$ ,  $R_2=500 \Omega$ 'dur.  $R_3$  direnci  $8 \text{ K}\Omega$  iken galvanometre göstergesi sıfırı göstermektedir.  $R_4$  direnci kaç  $\Omega$ 'dur?

**Çözüm:** Galvanometre sıfırı gösterdiğine göre devre denge durumundadır. Bu nedenle aşağıdaki formül kullanılabilir:

$$R_4 = \frac{500}{100} \cdot 8000$$

$$R_4 = 40000 \Omega = 40 \text{ K}\Omega \text{ dur.}$$

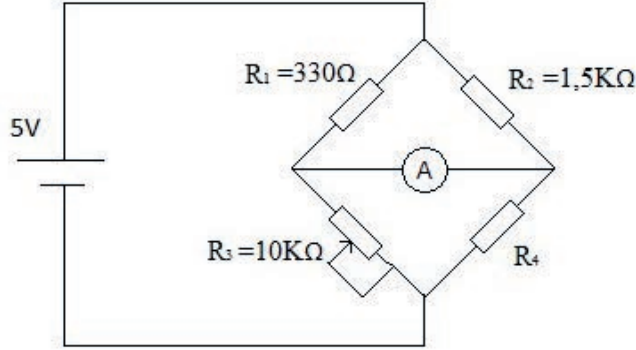
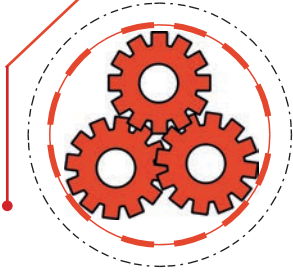


### UYGULAMA 3.8:

### Wheatstone Köprüsü ile Bilinmeyen Direnç Ölçülmesi

**AMAÇ:** Wheatstone Köprüsüne değeri bilinmeyen direnç takıp değerini bulabilmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Şekil 3-17: Wheatstone Köprüsü uygulama devresi

### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
AVOmetre		1 Adet
Potansiyometre	10 KΩ	1 Adet
Breadboard		1 Adet
Ayarlı güç kaynağı	0-12 V	1 Adet
Direnç	330 Ω, 1,5 KΩ	1 Adet
Bağlantı kabloları		

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Şekil 3.17'deki devre breadboard üzerine kurulur. Ayarlı güç kaynağının çıkışı 5 volt olarak ayarlanır.
3.  $R_3$  direnci tablodaki değerlere göre ayarlanıp ampermetrede görülen değerler tablodaki yerlerine yazılır.
4. Ampermetreyi sıfır yapan  $R_3$  denge direnç değeri bulunur.  $R_3$  değerini doğru ölçmek için devreden ayırmak gerekmektedir.
5.  $R_4 = \frac{R_2}{R_1} \cdot R_3$  formülü kullanılarak bilinmeyen direnç değeri bulunur.
6. Ölçülen  $R_4$  direnç değeri ile hesaplanan  $R_4$  direnç değerleri tabloya yazılarak hata oranı hesaplanır.
7. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

$R_4$  direncinde hata oranı var mıdır? Varsa bu hata oranı ne ifade eder?



## Alınan Değerler ve Sonuç

Tablo 3.12: Wheatstone Köprüsü Ölçüm ve Hesaplama Sonuçlarını Karşılaştırma

$R_3$ Değeri	1 K $\Omega$	3 K $\Omega$	5 K $\Omega$	7 K $\Omega$	9 K $\Omega$
Ampermetrede Okunan Değer					
Ölçülen $R_4$ Değeri	Hesaplanan $R_4$ Değeri		Hata Oranı		

### Sonuç:

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

## 3.5. OHM KANUNU HESAPLAMALARINI YAPMA



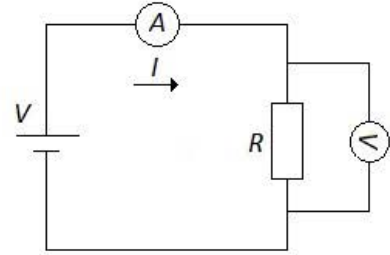
**AMAÇ:** Ohm Kanunu formüllerini kullanarak hesaplamaları yapabilmek

**GİRİŞ:** Ohm Kanunu; gerilim, akım ve direnç arasındaki ilişkiyi açıklamak için kullanılan bir kavramdır. Ohm Kanunu hesaplamalarında öncelikle akım, gerilim ve direncin aralarındaki ilişkiyi iyi anlamak gerekir. Hesaplamalarda kullanılacak formüller, gerilim kaynağı ve direnç ile kurulan devrede direnç üzerinden akan akımın değişimini ortaya koyacaktır.

### 3.5.1. Ohm Kanunu

Direncin içinden geçen akım, direncin üzerine düşen gerilim ile doğru, direncin değeri ile ters orantılıdır. Gerilim, iletken uçlarındaki potansiyel fark olarak ifade edilmektedir. Akım ise iletkenin içinden birim zamanda geçen elektron miktarı olarak ifade edilmektedir. Direnç de elektrik akımına karşı gösterilen zorluk olarak ifade edilmektedir. Gerilim kaynağı bir devreye bağlandığında elektrik akımı iletkenin içinden akmaya başlayacaktır. Direnç değerinin büyüklüğü akıma karşı zorluğu artıracığı için akım değeri düşecektir. Direnç değeri sabit bırakılır, kaynağın ürettiği gerilim değeri yükseltirse devreden akan akım da artacaktır. Gerilim, akım ve direnç arasındaki bu ilişki Ohm Kanunu ile açıklanmaktadır.

Şekil 3.18'de gerilim kaynağının uçlarına bir direnç bağlanmıştır. Devrede tek bir direnç olduğu için gerilim kaynağında üretilen gerilim bu direnç üzerine düşecektir. Devreden akan akım da sadece bu direnç üzerinden akacaktır. Ampermetre ve voltmetre, devreye anlık değişimleri gösterecek şekilde bağlıdır.



Şekil 3-18: Ohm Kanunu için basit bir devre



Gerçekte kurulan bir devrede genel olarak gerilim kaynağından devreye verilen gerilim değeri bilinir. Ayrıca devreye bağlanan direnç değeri de bilinir. Bu iki bilinen değer kullanılarak devreden akan akım değeri de hesaplanabilir. Bu hesaplamalarda kullanılacak formüller Ohm Kanunu'na göre şöyledir:

Gerilim ve direnç değeri biliniyorsa  $I = \frac{V}{R}$  formülü akım değerini vermektedir.

Bu formülde  $I$  amper cinsinden akımı ifade etmektedir.  $V$  volt cinsinden gerilimi ifade etmektedir.  $R$  ohm cinsinden direnç değerini ifade etmektedir. Bu formüldeki eşitlik üzerinden direnç ve gerilim değerleri de bulunabilir.

Akım ve direnç değeri biliniyorsa  $V=I.R$  formülü gerilim değerini vermektedir.

Gerilim ve akım değeri biliniyorsa  $R = \frac{V}{I}$  formülü direnç değerini vermektedir.

### • Ohm Kanunu Hesaplamaları

Şekil 3.18'de verilen devrede gerilim kaynağı 5 volt iken

a)  $R=5 \Omega$  iken  $I$  akımını bulunuz.

b)  $R=10 \Omega$  iken  $I$  akımını bulunuz.

c)  $R=50 \Omega$  iken  $I$  akımını bulunuz.

Voltaj kaynağı dirence direkt bağlandığı için direncin uçları arasındaki potansiyel farkı 5 voltur.

a)  $R=5 \Omega$  için Ohm Kanunu kullanıldığında

$$I = \frac{V}{R} \quad I = \frac{5}{5} = 1 \text{ A olarak bulunur.}$$

b)  $R=10 \Omega$  için Ohm Kanunu kullanıldığında

$$I = \frac{5}{10} = 0,5 \text{ A olarak bulunur.}$$

c)  $R=50 \Omega$  için Ohm Kanunu kullanıldığında

$$I = \frac{5}{50} = 0,1 \text{ A olarak bulunur.}$$

Örneklerdeki sonuçlar incelendiğinde akım değerinin, artan direnç değerinin tersi oranında azaldığı görülmektedir.

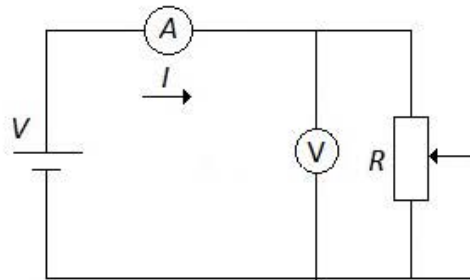
### UYGULAMA 3.9:

**Ohm Kanunu ile Yapılan Hesaplamaların Deney Sonuçlarıyla Karşılaştırılması**

**AMAÇ:** Ohm Kanunu deneyini yapmak, deney sonuçları ile hesaplamaları karşılaştırabilmek



### Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler



Şekil 3.19: Ohm Kanunu için uygulama devresi

**Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık**

Adı	Özelliği	Miktarı
AVOmetre		1 Adet
Potansiyometre	1 K $\Omega$	1 Adet
Breadboard		1 Adet
Ayarlı güç kaynağı	0-12 V	1 Adet
Bağlantı kabloları		

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Potansiyometrenin değeri 500  $\Omega$  olacak şekilde ayarlanır. Potansiyometrenin değeri ayarlanırken potansiyometre hiçbir zaman devreye takılı olmamalıdır.
3. Şekil 3.19'daki devre breadboard üzerine kurulur.
4. Güç kaynağının gerilimi önce 5 volta ayarlanır ve ampermetrede okunan değer tabloya yazılır.
5. Güç kaynağının gerilimi 10 volt olana kadar her kademesi 1 volt olacak şekilde kademeli artırılarak ampermetrede okunan değer tabloya yazılır.
6. Potansiyometre 1K $\Omega$  olacak şekilde ayarlanır, 4 ve 5. işlem basamakları tekrarlanır.
7. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir.

**Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler**

Tabloda ampermetrede okunan değer ile hesaplanan değerleri karşılaştırarak tablonun dikey ekseninde gerilim, yatay ekseninde akım olacak şekilde gerilim ve akım grafiğini çiziniz.

**Alınan Değerler ve Sonuç****Tablo 3.13: Ohm Kanun'u Uygulama Devresi Ölçüm ve Hesaplama Sonuçlarını Karşılaştırma**

Potansiyometre direnci 500 $\Omega$ iken						
Gerilim Değeri	5 V	6 V	7 V	8 V	9 V	10 V
Ampermetrede Okunan Değer						
V/I Hesaplanan Değer						

Potansiyometre direnci 1 K $\Omega$ iken						
Gerilim Değeri	5 V	6 V	7 V	8 V	9 V	10 V
Ampermetrede Okunan Değer						
V/I Hesaplanan Değer						



## Sonuç:

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	..../..../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

## 3.6. KIRCHHOFF KANUNLARI HESAPLAMALARINI YAPMA

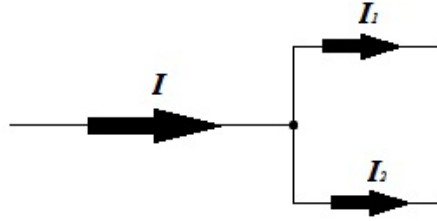


**AMAÇ:** Kirchhoff Kanunları formüllerini kullanarak akım ve gerilim hesaplamaları yapabilmek

**GİRİŞ:** Kirchhoff Kanunları, çözümü zor olan karmaşık devrelerin çözümünde kullanılır. Kirchhoff Kanunları, Kirchhoff Akım Kanunu ve Kirchhoff Gerilim Kanunu olmak üzere ikiye ayrılır.

### 3.6.1. Kirchhoff Akım Kanunu

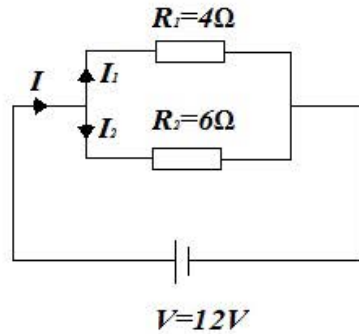
Kirchhoff Akım Kanunu basit bir kurala dayanmaktadır. Bir devrede akımı bölen düğüm noktası varsa bu düğüm noktasına giren akım ya da akımlar, düğüm noktasından çıkan akımların toplamına eşittir.



Şekil 3-20: Bir düğüm noktasına giren ve çıkan

Şekil 3.20'de I akımı düğüm noktasından itibaren  $I_1$  ve  $I_2$  şeklinde ikiye ayrılır. Kirchhoff Akım Kanunu'na göre  $I=I_1+I_2$  dir.

**Örnek:** Şekil 3.21'deki devrede kollardan geçen  $I_1$  ve  $I_2$  akımlarını ve toplam devre akımı olan I akımını hesaplayınız.



Şekil 3-21: Kirchhoff Akım Kanunu örnek devre





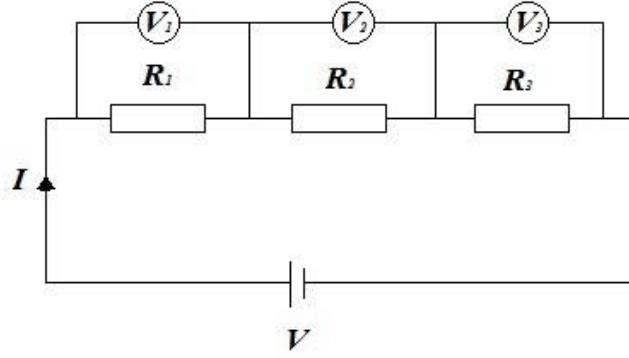
**Çözüm:** Ohm Kanunu'na göre  $I_1 = \frac{V}{R_1}$   $I_2 = \frac{V}{R_2}$  formüllerde bilinenler yerine yazılıp hesaplanır.

$$I_1 = \frac{12}{4} = 3A \quad I_2 = \frac{12}{6} = 2A$$

Kirchhoff Akım Kanunu'na göre  $I = I_1 + I_2$  değerler yerlerine yazılır.  $I = 3 + 2 = 5A$  olarak bulunur.

### 3.6.2. Kirchhoff Gerilim Kanunu

Kirchhoff Gerilim Kanunu'na göre devredeki gerilim kaynağından çıkan toplam gerilim değeri, dirençler üzerine düşen gerilimlerin ayrı ayrı toplamına eşittir.



Şekil 3.22: Kirchhoff Gerilim Kanunu seri devre

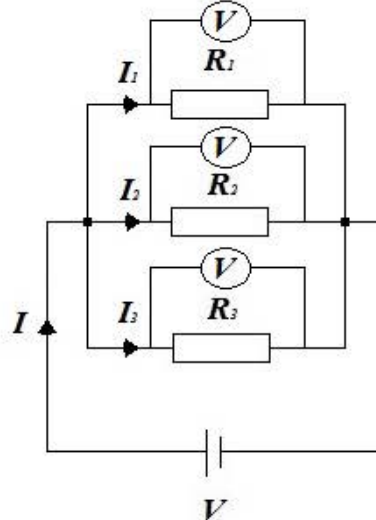
Şekil 3.22'deki devrede üç tane direnç birbirine seri bağlanmıştır. Dirençler seri bağlı olduğu için akım tek kol üzerinden akmaktadır. Bu nedenle devrede düğüm noktası da bulunmamaktadır. Kirchhoff Gerilim Kanunu'na göre devreyi besleyen üreteçteki gerilim değeri, dirençler üzerine düşen gerilimlerin toplamına eşittir.

$$\text{Bu durum} \quad V = V_1 + V_2 + V_3 \quad \text{olarak ifade edilir.}$$

Ohm Kanunu'na göre her bir direnç üzerine düşen gerilim değerleri de

$$V_1 = I.R_1, \quad V_2 = I.R_2, \quad V_3 = I.R_3 \quad \text{formülleri ile bulunur.}$$

Kirchhoff Gerilim Kanunu'na göre devrede üç direnç birbirine Şekil 3.23'teki gibi paralel bağlanırsa her bir direnç üzerine düşen gerilim, kaynağın gerilim değerine eşit olur.



Şekil 3.23: Kirchhoff Gerilim Kanunu paralel devre



**Örnek:** Şekil 3.23'teki devrede direnç değerleri sırasıyla  $3 \Omega$ ,  $4 \Omega$ ,  $5 \Omega$ 'dur. Gerilim kaynağı 24 volt gerilim üretmektedir. Her bir direnç üzerine düşen gerilimi bulunuz.

**Çözüm:** Öncelikle devreden akan toplam akım bulunmalıdır. Toplam akımı bulmak için devrenin toplam eş değer direnci hesaplanmalıdır.

$$R_{eş} = R_1 + R_2 + R_3 \quad I = V/R_{eş} \quad V_1 = I.R_1 \quad V_2 = I.R_2 \quad V_3 = I.R_3$$

$$R_{eş} = 3 + 4 + 5 \quad I = 24/12 \quad V_1 = 2.3 \quad V_2 = 2.4 \quad V_3 = 2.5$$

$$R_{eş} = 12\Omega \quad I = 2 A \quad V_1 = 6 V \quad V_2 = 8 V \quad V_3 = 10 V$$

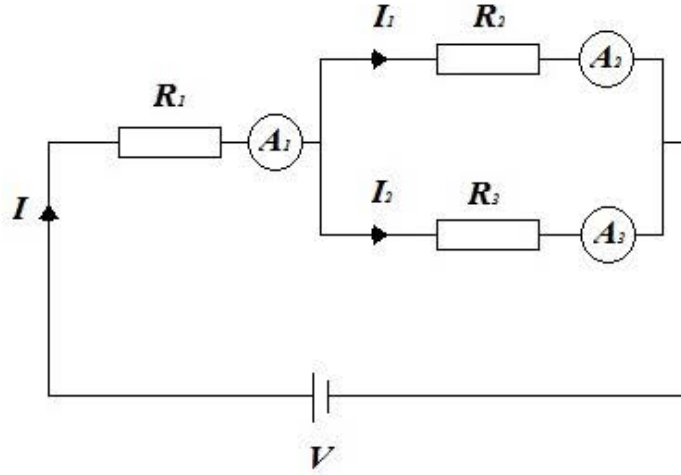
### UYGULAMA 3.10:



**Kirchhoff Akım Kanunu ile Yapılan Hesaplamaların Deney Sonuçları ve Karşılaştırılması**

**AMAÇ:** Kirchhoff Akım Kanunu deneyini yapmak, deney sonuçları ile hesaplamaları karşılaştırabilmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Şekil 3.24: Kirchhoff Akım Kanunu için uygulama devresi

### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
AVOmetre		1 Adet
Direnç	$330 \Omega$ , $680 \Omega$ , $820 \Omega$	1 Adet
Breadboard		1 Adet
Ayarlı güç kaynağı	0-12 V	1 Adet
Bağlantı kabloları		



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2.  $R_1=330 \Omega$ ,  $R_2=680 \Omega$ ,  $R_3=820 \Omega$  olarak Şekil 3.24'teki devre breadboard üzerine kurulur.
3. Her bir direncin değeri devreye bağlamadan önce ohmmetre ile ölçülür ve tabloya yazılır.
4. Devreye ana kol akımını ölçmek için  $A_1$ , diğer kol akımlarını ölçmek için de  $A_2$  ve  $A_3$  ampermetreleri bağlanır.
5. Güç kaynağının gerilimi önce 5 volta ayarlanır ve ampermetrelerde okunan değerler tabloya yazılır.
6. Güç kaynağının gerilimi 10 volta ayarlanır ve ampermetrelerde okunan değerler tabloya yazılır.
7. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Ölçü aleti kullanılarak okunan akım değerleri ile hesaplanan akım değerleri karşılaştırılır. Ölçülen direnç değerleri ile okunan direnç değerleri arasındaki farkın, ölçülen akım değerleri ile hesaplanan akım değerleri arasındaki farka etkisi var mıdır?

### Alınan Değerler ve Sonuç

Tablo 3.9: Potansiyometre Ölçüm Değerleri

Renk Kodu ile Okunan Direnç Değerleri	330 $\Omega$	680 $\Omega$	820 $\Omega$
Ohmmetre ile Ölçülen Direnç Değerleri			

Hesaplama Sonuçlarında Çıkan Değerler			
Güç Kaynağı Gerilim Değeri	$I_1$ Değeri	$I_2$ Değeri	$I$ Değeri
5 V			
10 V			

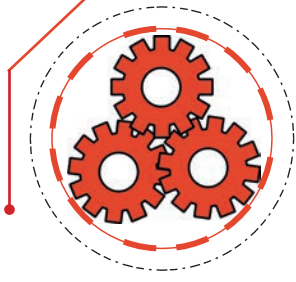
Potansiyometrenin ayar çubuğu konumu	A-B uçları arasındaki direnç	B-C uçları arasındaki direnç	A-C uçları arasındaki direnç
En solda			
En sağda			
Ortada			

### Sonuç:

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



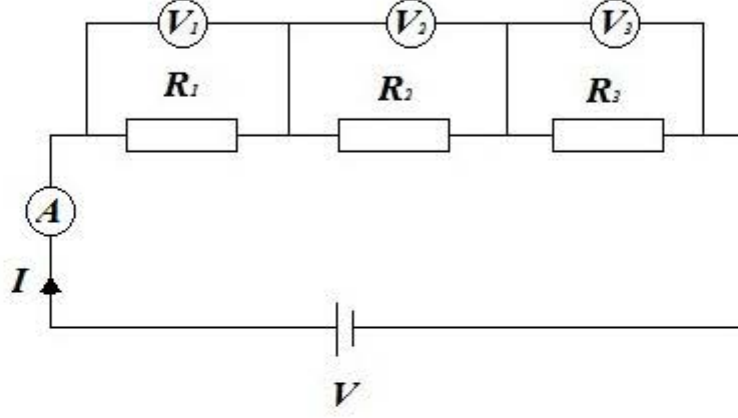
### UYGULAMA 3.11:



**Kirchhoff Gerilim Kanunu ile Yapılan Hesaplamaların Deney Sonuçları ve Karşılaştırılması**

**AMAÇ:** Kirchhoff Gerilim Kanunu deneyini yapmak, deney sonuçları ile hesaplamaları karşılaştırabilmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Şekil 3.25: Kirchhoff Gerilim Kanunu için uygulama devresi

#### Kullanılacak Araç, Gereç, Makine, Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
AVOmetre		1 Adet
Direnç	330 $\Omega$ , 680 $\Omega$ , 820 $\Omega$	1 Adet
Breadboard		1 Adet
Ayarlı güç kaynağı	0-12 V	1 Adet
Bağlantı kabloları		

#### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2.  $R_1=330 \Omega$ ,  $R_2=680 \Omega$ ,  $R_3=820 \Omega$  olarak Şekil 3.25'teki devre breadboard üzerine kurulur.
3. Her bir direncin değeri devreye bağlamadan önce ohmmetre ile ölçülür ve tabloya yazılır.
4. Devreye ana kol akımını ölçmek için A ampermetresi,  $R_1$  direnci üzerine düşen gerilimi ölçmek için  $V_1$ ,  $R_2$  direnci üzerine düşen gerilimi ölçmek için  $V_2$ ,  $R_3$  direnci üzerine düşen gerilimi ölçmek için de  $V_3$  voltmetreleri bağlanır.
5. Güç kaynağının gerilimi önce 5 volta ayarlanır ve ampermetrelerde okunan değerler tabloya yazılır.
6. Güç kaynağının gerilimi 10 volta ayarlanır ve ampermetrelerde okunan değerler tabloya yazılır.
7. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

#### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Ölçü aleti kullanılarak okunan gerilim değerleri ile hesaplanan gerilim değerleri karşılaştırılır. Her bir direnç üzerine düşen gerilim değerlerinin toplamı ile gerilim kaynağının ürettiği değer birbirine eşit midir? Ölçülen direnç değerleri ile okunan direnç değerleri arasındaki fark ölçülen gerilim değerlerini etkiler mi?



## Alınan Değerler / Sonuç

Tablo 3.15: Kirchoff Gerilim Kanunu Uygulama Devresi Ölçüm ve Hesaplama Sonuçlarını Karşılaştırma

Hesaplama Sonuçlarında Çıkan Değerler			
Güç Kaynağı Gerilim Değeri	$V_1$ Değeri	$V_2$ Değeri	$V_3$ Değeri
5 V			
10 V			

Ölçü Aleti ile Ölçülen Değerler			
Güç Kaynağı Gerilim Değeri	$V_1$ Değeri	$V_2$ Değeri	$V_3$ Değeri
5 V			
10 V			

## Sonuç:

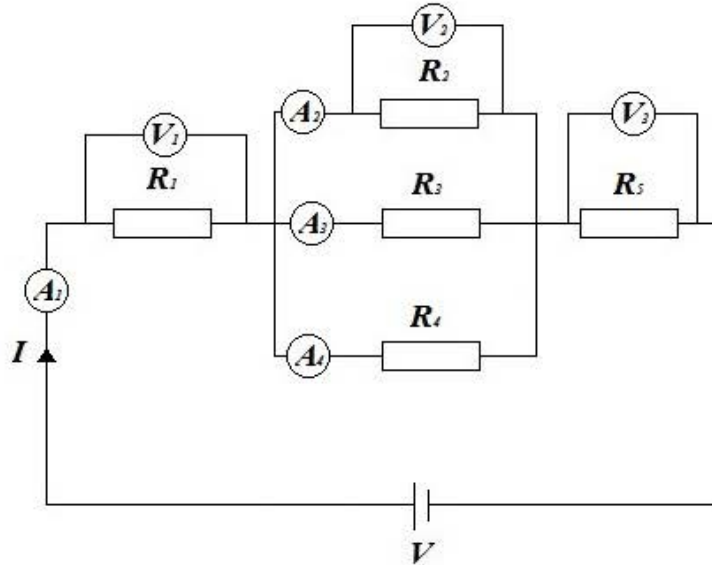
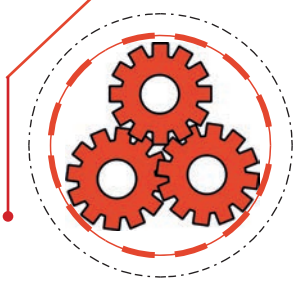
		DEĞERLENDİRME FORMU					TARİH	...../...../20....
Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

## UYGULAMA 3.12:

Kirchoff Kanunları ile Karışık Bağlı Devrenin Hesaplamalarını Yapma ve Deney Sonuçları ile Karşılaştırma

**AMAÇ:** Kirchoff Kanunları ile karışık devre deneyini yapmak, deney sonuçları ile hesaplamaları karşılaştırabilmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Şekil 3-26: Kirchoff Kanunları için karışık devre uygulaması



### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
AVOmetre		1 Adet
Direnç	270 $\Omega$ , 330 $\Omega$ , 470 $\Omega$ , 680 $\Omega$ , 820 $\Omega$	1 Adet
Breadboard		1 Adet
Ayarlı güç kaynağı	0-12 V	1 Adet
Bağlantı kabloları		

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2.  $R_1=330 \Omega$ ,  $R_2= 680 \Omega$ ,  $R_3=820 \Omega$ ,  $R_4=470 \Omega$ ,  $R_5= 270 \Omega$  olarak Şekil 2.36'daki devre breadboard üzerine kurulur.
3. Her bir direncin değeri devreye bağlamadan önce ohmmetre ile ölçülür ve tabloya yazılır.
4. Ampermetre ve voltmetre şekilde belirtildiği gibi devreye bağlanır.
5. Güç kaynağının gerilimi önce 5 volta ayarlanır, ampermetrelerde ve voltmetrelerde okunan değerler tabloya yazılır.
6. Güç kaynağının gerilimi 10 volta ayarlanır, ampermetrelerde ve voltmetrelerde okunan değerler tabloya yazılır.
7. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Ölçü aleti kullanılarak okunan gerilim değerleri ile hesaplanan gerilim değerleri karşılaştırılır. Her bir direnç üzerine düşen gerilim değerlerinin toplamı ile gerilim kaynağının ürettiği değer birbirine eşit midir? Ölçülen direnç değerleri ile okunan direnç değerleri arasındaki fark, ölçülen gerilim değerlerini etkiler mi?

### Alınan Değerler ve Sonuç

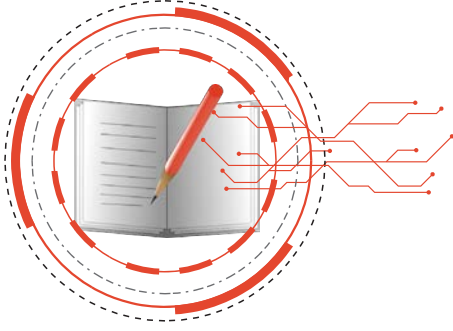
Tablo 3.16: Kirchhoff Kanunları Uygulama Devresi Ölçüm ve Hesaplama Sonuçlarını Karşılaştırma

Renk Kodu ile Okunan Direnç Değerleri	270 $\Omega$	330 $\Omega$	470 $\Omega$	680 $\Omega$	820 $\Omega$
Ohmmetre ile Ölçülen Direnç Değerleri					

Hesaplama Sonuçlarında-Ölçü Aleti ile Çıkan Değerler							
Güç Kaynağı Gerilim Değeri	$V_1$ Değeri	$V_2$ Değeri	$V_3$ Değeri	$A_1$ Değeri	$A_2$ Değeri	$A_3$ Değeri	$A_4$ Değeri
5 V							
10 V							

### Sonuç:

		DEĞERLENDİRME FORMU					TARİH	...../...../20....
Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



## 3. ÖĞRENME BİRİMİ

### ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde parantez içine yargılar doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

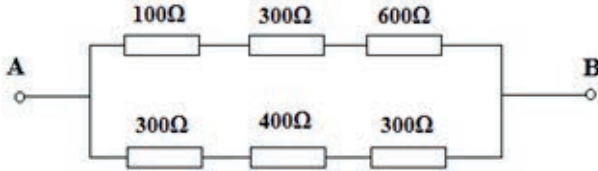
1. ( ) Bir iletkenin kesiti artarsa direnci de artar.
2. ( ) Bir iletkenin öz direnci, iletkenin cinsine göre değişir.
3. ( ) Sıcaklık artınca direnci de artan devre elemanı NTC'dir.
4. ( ) Trimpot ayarlı direnç türlerindedir.
5. ( ) LDR ortam ışığı artınca direnci azalan devre elemanıdır.
6. ( ) Bir direncin tolerans bandında altın rengi varsa o direncin değeri, okunan değerden  $\pm\%5$  farklı değer gösterebilir.
7. ( ) Bir iletkenin uzunluğu artarsa direnç değeri de artar.
8. ( ) 4 bantlı dirençlerin 3.bandı çarpan değerini ifade eder.
9. ( ) Bir direnç renk kodu siyah ile başlayamaz.
10. ( ) Bulunduğu ortamın sıcaklığı azaldıkça direnç değeri de azalan devre elemanı PTC'dir.

B) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. 100  $\Omega$  değerinde bir direncin tolerans bandındaki renk altındır. Bu direncin ölçüm değeri hangi değerler arasında olabilir?  
A) 98 $\Omega$ -102 $\Omega$   
B) 96 $\Omega$ -104 $\Omega$   
C) 95 $\Omega$ -105 $\Omega$   
D) 90 $\Omega$ -110 $\Omega$   
E) 95 $\Omega$ -110 $\Omega$
2. Kırmızı-kırmızı-kahverengi-gümüş renk kodlarına sahip bir direncin tolerans değeri nedir, direnç değeri kaç  $\Omega$ 'dur?  
A) A) 220 $\Omega \pm\%5$   
B) B) 220 $\Omega \pm\%10$   
C) C) 2200 $\Omega \pm\%5$   
D) D)2200 $\Omega \pm\%10$   
E) E)2200 $\Omega \pm\%20$
3. 4 bantlı 820  $\Omega$  değerine sahip bir direncin tolerans değeri de  $\pm\%2$ 'dir. Bu direncin renk kodu aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Mor-kahverengi-siyah-kırmızı  
B) Gri-kırmızı-siyah-altın  
C) Beyaz-turuncu-kahverengi-gümüş  
D) Gri-kırmızı-kahverengi-kırmızı  
E) Mavi - turuncu - yeşil - beyaz
4. Yeşil-mor-sarı-kırmızı-altın renk koduna sahip bir direncin değeri ve toleransı nedir?  
A) 487 K $\Omega \pm\%5$   
B) 57,4 K $\Omega \pm\%5$   
C) 574 K $\Omega \pm\%5$   
D) 574  $\Omega \pm\%5$   
E) 478 K $\Omega \pm\%10$

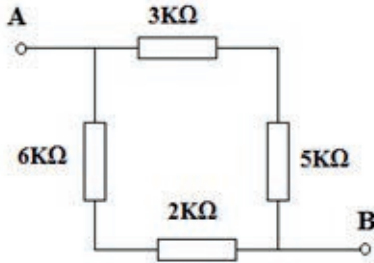


5. 5 bantlı  $675 \Omega$  değerine sahip bir direncin tolerans değeri de  $\pm 10\%$ 'dur. Bu direncin renk kodu aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Mavi-mor-yeşil-siyah-gümüş  
 B) Sarı-mavi-kırmızı-kahverengi-gümüş  
 C) Yeşil-turuncu-siyah- kırmızı-gümüş  
 D) Mavi-mor-yeşil-kahverengi-gümüş  
 E) Yeşil-kırmızı-kahverengi-siyah-altın



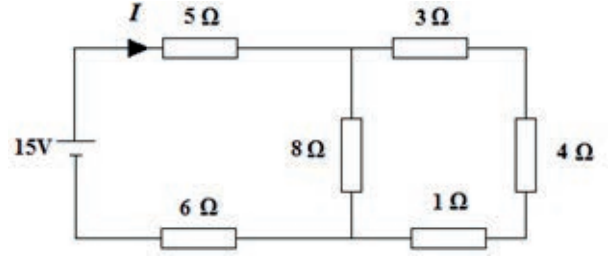
Şekil 3.27: Örnek devre

6. Şekil 3.27'deki devrede A-B uçları arasındaki eş değer direnç kaç  $\Omega$ 'dur?
- A)  $400 \Omega$   
 B)  $300 \Omega$   
 C)  $500 \Omega$   
 D)  $600 \Omega$   
 E)  $700 \Omega$



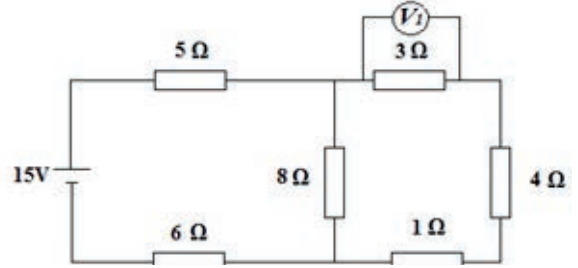
Şekil 3.28: Örnek devre

7. Şekil 3.28'deki devrede A-B uçları arasındaki eş değer direnç kaç  $\Omega$ 'dur?
- A)  $3 K\Omega$   
 B)  $4 K\Omega$   
 C)  $5 K\Omega$   
 D)  $6 K\Omega$   
 E)  $7 K\Omega$



Şekil 3.29: Örnek devre

8. Şekil 3.29'daki devrede I akımı kaç amperdir?
- A) 0,5 A  
 B) 0,8 A  
 C) 1 A  
 D) 1,5 A  
 E) 2 A



Şekil 3.30: Örnek devre

9. Şekil 3.30'daki devrede  $V_1$  gerilim değeri kaç voltur?
- A) 1,2 V  
 B) 1,5 V  
 C) 1,8 V  
 D) 2,2 V  
 E) 2,4



# 4. Öğrenme Birimi

## KONDANSATÖRLER



### KONULAR

- 4.1. KONDANSATÖR SEÇME
- 4.2. KONDANSATÖR RENK VE RAKAM KODLARINI OKUMA
- 4.3. KONDANSATÖR BAĞLANTILARINI YAPMA
- 4.4. KONDANSATÖRLERİ TEST ETME

### TEMEL KAVRAMLAR

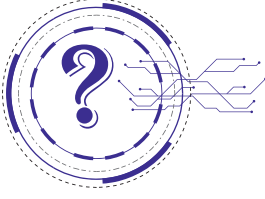
- Kondansatör
- Kondansatör çeşitleri
- Kapasite
- Kondansatör özellikleri
- Kondansatör seçme
- Kondansatör renk ve rakam kodları
- Kondansatör bağlantıları
- Kondansatörleri test etme
- Kondansatörlerin kısa ve açık devre özellikleri
- Kondansatörlerdeki sızıntı (kaçak) akımı

### Bu öğrenme biriminde;

- Kondansatör ve kapasite kavramlarını,
- Kondansatör çeşitlerini,
- Kondansatörlerin devre özelliklerine uygun seçilmesini,
- Kondansatör renk ve rakam kodlarının okunmasını,
- Kondansatör bağlantılarının yapılmasını,
- Kondansatörlerin test edilmesini öğreneceksiniz.



## 4. KONDANSATÖRLER



### Hazırlık Çalışmaları

- 1- Elektrik enerjisini depolamak mümkün müdür? Düşüncelerinizi belirtiniz.
- 2- Şarj cihazının fişi çekildiğinde telefonun bir süre daha şarj olmasının sebebi nedir? Düşüncelerinizi belirtiniz.
- 3- Kondansatörün devredeki görevi nedir? Araştırınız.

### 4.1. KONDANSATÖR SEÇME



**AMAÇ:** Devre özelliklerine uygun kondansatör seçmek

**GİRİŞ:** Kondansatörler pasif devre elemanlarından biridir. Ayrıca dirençler, bobinler ve yarı iletkenler gibi elektronikteki temel bileşenlerden biridir. Bu bölümde kondansatör ve kapasite kavramları, kondansatör çeşitleri, kapasite, gerilim değeri ve çeşidine göre kondansatör seçimi anlatılacaktır.

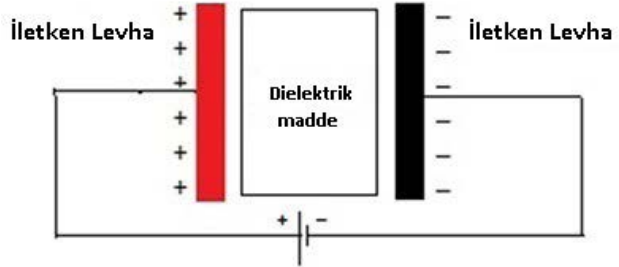
#### 4.1.1. Kondansatör ve Kapasite Kavramı

##### • Kondansatör, Yapısı ve Sembolü

İki paralel iletken levha arasına dielektrik adı verilen bir yalıtkan madde konularak elde edilen ve elektrik enerjisini depo edebilen pasif analog devre elemanına **kondansatör** denir. Kondansatör devreler, İngilizce kapasitör anlamına gelen “**Capacitor**” sözcüğünün baş harfi “**C**” harfi ile gösterilir. Görsel 4.1’de örnek kondansatörler, Şekil 4.1’de kondansatörün temel yapısı, Şekil 4.2’de kutuplu ve kutupsuz kondansatör sembolleri gösterilmiştir.



Görsel 4.1: Çeşitli kondansatörler



Şekil 4.1: Kondansatörün temel yapısı



Kutupsuz Kondansatör



Kutuplu Kondansatör

Şekil 4.2: Kondansatör sembolleri

Kondansatörler, pasif devre elemanlarından biridir. Ayrıca dirençler, bobinler ve yarı iletkenler gibi elektronikteki temel bileşenlerden biridir. Kondansatörler doğru akımı (DC) iletmeyip alternatif akımı (AC) iletmeye özelliğine sahiptir. Bu özellikleri sayesinde çoğu devrede farklı amaçlarla kullanılır.



Güç kaynaklarındaki ve şehir şebekelerindeki paraziti engellemek (filtrelemek), doğrultucu devrelerde ek-sik alternansı tamamlamak, regüleli sabit kaynaklı devrelerde ani oluşacak tepe (peak) gerilimini engelle-mek, ses yükselteçlerindeki katlar arasında kuplajlamak (aktarma) ve etkin topraklama sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Dijital devrelerde normalde istenmeyen sinyalleri (gürültüyü) azaltmak için kondansa-törler kullanılır. Televizyon, telefon, radyo, mikrodalga fırın, hesap makinesi vb. elektronik cihazlar asla kondansatörsüz çalışamaz.

#### • Kapasite ve Kapasiteyi Etkileyen Faktörler

Kondansatörler elektrik enerjisini depolamak için kullanılır. Her kondansatörün depoladığı enerji miktarı farklılık gösterir. Kondansatörlerin depolayacağı enerji miktarını kapasitesi belirler. Kondansatörün elektrik enerjisini depo edebilme özelliğine kapasite (sığa) veya kapasitans denir. Kapasite C harfi ile ifade edilir.

Kondansatör kapasitesi, iletken plakaların yüzey alanı ve plakalar arasındaki mesafeyle ilişkilidir. Ayrıca ilet-ken plakalar arasındaki yalıtkan maddenin yalıtkanlık özelliği de kondansatörün kapasitesini etkiler. Kon-dansatörlerde kapasiteyi etkileyen faktörler kondansatörün yapısıyla ilgilidir. Bunlar;

- Kondansatör plakalarının yüzey alanı,
- Kondansatör plakaları arası mesafe,
- İletken plakalar arasına konan dielektrik (yalıtkan) malzemenin cinsidir.

Şekil 4.3'te kondansatör yüzeyinin ve iletken plakalar arası mesafenin kapasiteye etkisi gösterilmiştir.

Kondansatörün kapasitesi, iletken plakaların (levhaların) yü-zey alanı ile doğru orantılıdır. Plakaların yüzey alanı arttıkça kapasite de artar.

Kondansatörün kapasitesi, iletken plakalar arasındaki mesafe ile ters orantılıdır. İletken plakalar arası me-safe artarsa kapasite azalır.

Kondansatörün kapasitesi iletken plakalar arasındaki yalıtkan maddenin dielektrik katsayısı ile doğru oran-tılıdır. İletken plakalar arasındaki yalıtkan malzemenin dielektrik katsayısı yüksek ise kapasite de yüksek olur.

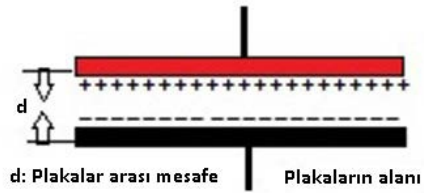
Kondansatörlerin çoğu, yapımında kullanılan dielektrik malzemesine göre adlandırılmıştır. Kondansatörle-rin yapımında kullanılan yaygın dielektrik malzemelerden bazıları şunlardır:

- Seramik
- Kâğıt
- Plastik film
- Mika
- Alüminyum oksit
- Tantal pentaoksit
- Niyobyum pentaoksit

Kondansatörlerde kapasite arttıkça kondansatörün fiziksel boyutları da artar.

#### • Kapasite Birimleri

Kondansatör kapasitesi, SI (Uluslararası Birimler Sistemi) birimlerine göre "Farad" ölçü birimiyle ölçülen elektriksel bir nicelik. Farad biriminin kısaltması F'dir. Farad ölçü birimi Michael Faraday (Maykıl Feri-dey) adından gelmektedir. Farad terimi ilk kez 1861 yılında Josiah Latimer Clark (Cozaya Larımır Kılark) tarafından kullanılmıştır. Farad büyük bir değer olduğu için uygulamada daha çok bu ölçünün alt birimleri kullanılır.



Şekil 4.3: Kondansatör kapasitesini etkileyen faktörler



Tablo 4.1'de kapasite birimleri, Tablo 4.2'de kapasite birimlerinin dönüşümleri verilmiştir.

**Tablo 4.1: Kapasite Birimleri**

Elektriksel Büyüklük	Üst/Alt Birim	Birim Adı	Kısaltma	Katsayı
Kapasite (Kapasitans) Sembölü C	Üst Birimler	Üst birimler kullanılmaz.		
	Temel Birim	Farad	F	$10^0 = 1$
	Alt Birimler	miliFarad	mF	$10^{-3}$
		mikroFarad	$\mu\text{F}$	$10^{-6}$
		nanoFarad	nF	$10^{-9}$
pikoFarad		pF	$10^{-12}$	

**Tablo 4.2: Kapasite Birimlerinin Dönüşümleri**

Farad (F) > miliFarad (mF) > mikroFarad ( $\mu\text{F}$ ) > nanoFarad (nF) > pikoFarad (pF)			
1 mF (miliFarad)	$10^{-3}\text{F}$	1000 $\mu\text{F}$	1000000 nF
1 $\mu\text{F}$ (mikroFarad)	$10^{-6}\text{F}$	1000 nF	1000000 pF
1 nF (nanoFarad)	$10^{-9}\text{F}$	1000 pF	
1 pF (pikoFarad)	$10^{-12}\text{F}$		

**Örnek 1:** Aşağıda verilen kapasite birimlerinin dönüşümlerini yapınız.

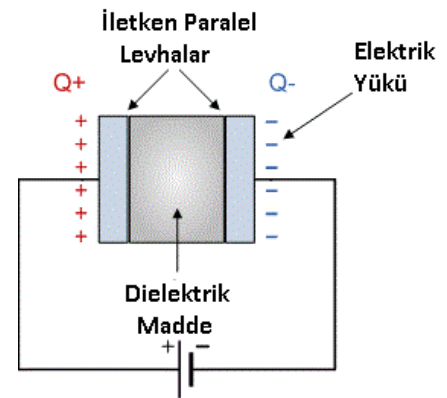
- 100 nF = .....  $\mu\text{F}$
- 1000 pF = ..... nF
- 0,022  $\mu\text{F}$  = ..... nF
- 1 nF = ..... pF
- 3300  $\mu\text{F}$  = ..... mF
- 10000  $\mu\text{F}$  = ..... F
- 330 pF = .....  $\mu\text{F}$
- 0,047 F = .....  $\mu\text{F}$

**Çözüm:** Tablo 4.1'den yararlanılarak birim dönüşümleri aşağıdaki gibi yapılır.

- 100 nF =  $100/1000 = 0,1 \mu\text{F}$
- 1000 pF =  $1000/1000 = 1 \text{ nF}$
- 0,022  $\mu\text{F}$  =  $0,022 \cdot 1000 = 22 \text{ nF}$
- 1 nF =  $1 \cdot 1000 = 1000 \text{ pF}$
- 3300  $\mu\text{F}$  =  $3300/1000 = 3,3 \text{ mF}$
- 10000  $\mu\text{F}$  =  $10000/1000000 = 0,01 \text{ F}$
- 330 pF =  $330/1000000 = 0,00033 \mu\text{F}$
- 0,047 F =  $0,047 \cdot 1000000 = 4700 \mu\text{F}$

#### • Kondansatörün Şarjı ve Deşarjı

Kondansatörlerin şarjı, kondansatör plakalarının değişik hâlde yüklenmesidir (kondansatördeki iletken levhalar arasında potansiyel farkın meydana gelmesi) (Şekil 4.4). Kondansatörün iki levhasının eşit miktarda elektronu varken kondansatör boştur. Kondansatör bir pile bağlandığı zaman pilin pozitif (+) artı kutbunun bağlandığı levhadaki elektronlar, pilin (+) ucuna doğru gider. Bu levha pozitif duruma geçer. Bu levhanın artı yük kazanması, karşısındaki levhaya gelen elektron sayısını artırır. Pilin artı ucuna yakın olan levha pozitif (+), öbür levha ise negatif (-) olarak yüklenir. Kondansatörde bulunan dielektrik malzeme yalıtkan olduğu için pil sürekli bir akım dolanımı başlatamaz.



**Şekil 4.4: Kondansatörün şarjı**



Kondansatörün levhaları arasındaki potansiyel gerilim pil gerilimine eşit olduğunda geçen akım sıfıra iner. Kondansatörün pille bağlantısı kesildikten sonra kondansatörde biriken enerji kısa bir süreliğine levhalarda kalır. Kondansatörün yükü belli bir süre tutması, levhaların ve dielektrik maddenin kalitesine bağlıdır.

DC devrelerde kondansatörler ilk anda şarj olur. DC (doğru akım) akım kesildikten sonra da bir süre bu şarj durumunda kalır. AC (alternatif akım) devrelerde ise kondansatörler alternans değiştiğinde sürekli olarak dolup boşalır. Pozitif alternans yükselirken kondansatör şarj olmaya başlar. Akım en yüksek değerden sıfıra doğru inerken kondansatör boşalır. Alternans negatif yönde yükselirken kondansatör bu kez ters yönlü olarak dolmaya başlar. Akım negatif en yüksek değerden sıfıra doğru inerken kondansatör yine boşalır.

Kondansatörün her iki levhasında eşit derecede elektron bulunduğu zaman eleman boş olarak nitelenir. Kondansatörün dolması iki levhadan birinin artı (+), diğerinin eksi (-) yük ile yüklenmesi demektir (Şekil 4.5).

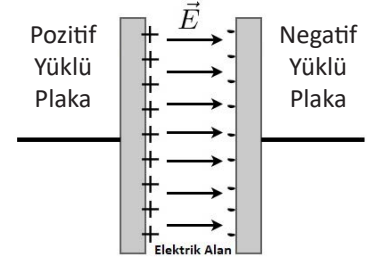
Kondansatör, devrenin ilk çalışma anında kaynak gerilimine şarj olmaya başlar. En yüksek (maksimum) şarj işlemi gerçekleşene kadar kondansatör üzerinden geçici olarak ve gittikçe azalan bir akım akar. Bu akım kondansatör kaynak gerilimine şarj olduğunda sıfır olur. Kondansatör tarafından depolanan elektrik enerjisi ihtiyaç olduğunda tekrar kullanılabilir. Kondansatörler, piller gibi enerji depolama amacıyla değil, depo edilen enerjinin anlık olarak hızlı kullanımı sağlanacak şekilde yapılırlar. Piller, kondansatörlerden daha uzun sürelerde ve daha fazla enerji sağlayabilir. Kondansatör ise bir pilden kat kat daha hızlı bir şekilde daha fazla enerjiyi yüksek verimlilikle şarj veya deşarj edebilir.

### 4.1.2. Kondansatör Çeşitleri

Günümüzde farklı tip kondansatörler mevcuttur. Her biri, özelliklerine ve uygulamalarına göre değişir çünkü her birinin avantajları ve dezavantajları vardır. Bazı kondansatörler elektrolitik kondansatörler gibi daha yüksek gerilimlere kadar şarj olabilir. Böylece yüksek voltajlı güç düzeltme devrelerinde kullanılabilirler. Bazı kondansatörler çok düşük kaçak akım oranlarına sahiptir, bazıları ise çok yüksek kaçak akım oranlarına sahiptir. Temelde bu faktörler, bir tip kondansatörün nasıl ve hangi uygulamada kullanılacağını belirler.

Çeşitli kondansatör tipleri arasındaki farklar genellikle metal plakalar arasında kullanılan dielektrik malzemeye göre yapılır. Farklı kondansatör tiplerini ayırt etmede anahtar faktör, kondansatör yapımında kullanılan dielektrik maddedir. Dirençler gibi kondansatörler de mevcut pazarlarda farklı tiplerde bulunur. Genel olarak küçük kondansatörler seramik malzemelerden yapılır.

Kondansatörler elektronik ve elektrik devrelerinde önemli bir rol oynamaktadır. Çeşitli kondansatör tiplerinden bazıları Görsel 4.2'de görülmektedir. Kondansatörler sabit ve ayarlı kondansatörler olmak üzere iki çeşit olarak kullanılır. Her ikisinin de farklı tipleri vardır.



Şekil 4.5: Kondansatör içindeki elektrik alan



Görsel 4.2: Kondansatör tipleri



Kondansatör çeşitleri Tablo 4.3'te verilmiştir.

**Tablo 4.3: Kondansatör Çeşitleri**

<b>Sabit Kondansatörler</b>	1. Kâğıtlı Kondansatör
	2. Film Kondansatör
	a. Polipropilen Film Kondansatör
	b. Polikarbonat Film Kondansatör
	c. Polyester Film Kondansatör
	3. Seramik Kondansatör
	4. Mika Kondansatör
	5. Elektrolitik Kondansatör
	a. Alüminyum Elektrolitik Kondansatör
	b. Tantal Elektrolitik Kondansatör
<b>Ayarlı Kondansatörler</b>	6. SMD Kondansatör
	7. Süper Kondansatör
	1. Varyabl (Değişken) Kondansatör
	2. Trimer Kondansatör

#### • Sabit Kondansatörler

Sabit kondansatörler daha yaygın kullanılan kondansatörlerdir. Kapasite değeri değiştirilemeyen kondansatörler sabit kondansatör olarak tanımlanır. Sabit kondansatörsüz bir elektronik devre bulmak zordur.

#### • Kâğıtlı Kondansatörler

Kâğıtlı kondansatörler; iki adet metal tabakadan oluşmuş, iletken yüzeylerden meydana gelmiştir. Metal tabakalar arasında dielektrik olarak emprenye (öz suyu çekilmiş) edilmiş izole kâğıt kullanılmaktadır. Görsel 4.3'te kâğıtlı kondansatör görülmektedir



**Görsel 4.3: Kâğıtlı kondansatör**

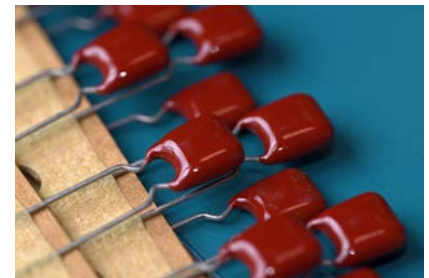
Yerden kazanç sağlamak amacı ile metal tabakalar rulo şeklinde üst üste sarılmıştır. Sarma anında tabakalar arası kısa devreyi önlemek amacıyla ikinci bir kat izole kâğıt kullanılır. Sarılmış hâlde kondansatör, bir borucuk ya da alüminyum bir kap içine sokulur ve zift dökülerek ağız kısımları kapatılır. Aynı kap içine bu şekilde sarılmış birkaç kondansatör konulabilmektedir. Rutubetli ortamlarda kullanılacak kâğıtlı kondansatörler üzerine ikinci bir izole kılıf geçirilir.

Kâğıtlı kondansatörler, yalıtkanlık kalitesini arttırmak için parafin maddesi emdirilmiş 0,01 mm kalınlığındaki kâğıdın iki yüzüne 0,008 mm kalınlığında kalay veya alüminyum plakalar yapıştırılarak üretilir. Kâğıtlı kondansatörlerin kuru kâğıtlı, yağlı kâğıtlı, metalize kâğıtlı gibi modelleri de vardır.

#### • Film Kondansatörler

Film kondansatörler, tüm kondansatör tipleri arasında en yaygın kullanılan kondansatör çeşididir. Dielektrik malzeme olarak yalıtkan bir plastik filme sahip kondansatörlerdir. Bunlar polarize olmayan (kutuplu olmayan) kondansatörlerdir. Görsel 4.4'te film kondansatörler görülmektedir.

Film kondansatörler için dielektrik malzemeler, metalik elektrotlar ile donatılmış ince bir tabaka formunda bulunur ve silindirik bir sargıya sarılır. Film kondansatörlerin her iki elektrodu da çinko veya metalize alüminyum olabilir.



**Görsel 4.4: Film kondansatörler**



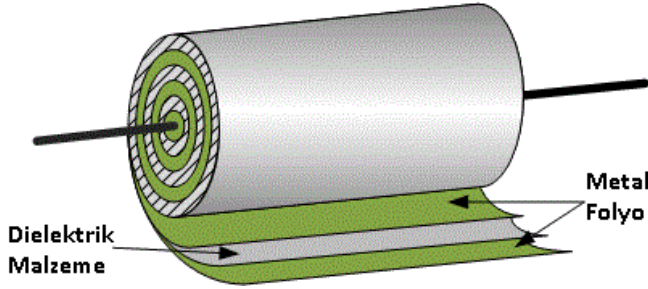
Film kondansatörün esas avantajı, içyapısı ile sargının her iki ucundaki elektrotları arasında doğrudan bağlantıdır. Elektrotlarla bu doğrudan temas, tüm akım yollarının kısa kalmasına neden olur. Bu tasarım, paralel olarak bağlanmış çok sayıda bireysel kondansatör gibi davranır. Ayrıca bu tip kondansatörlerin yapısı düşük omik kayıplara ve düşük parazitik endüktanslara neden olur. Film kondansatörler AC (alternatif akım) güç uygulamalarında ve yüksek frekans uygulamalarında kullanılır.

Film kondansatörler 5 pF ile 100 µF arasında kapasite değeri aralıklarıyla farklı şekillerde piyasada bulunmaktadır.

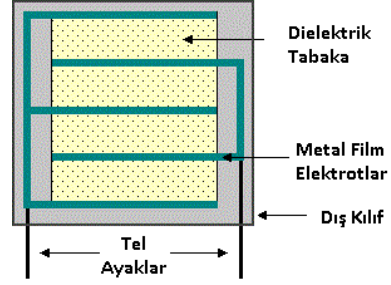
- **Sarma ve Doldurma (Oval ve Yuvarlak):** Bu tipte kondansatör uçları epoksi ile kapatılır. Kondansatör sıkı bir plastik bant içine sarılır.
- **Epoksi Kılıf (Dikdörtgen ve Yuvarlak):** Bu tip kondansatörler kalıplanmış plastik bir kabuk içine yerleştirilir ve epoksi ile doldurulur.
- **Hermetik Olarak Sızdırmaz Metal (Dikdörtgen ve Yuvarlak):** Bu tip kondansatörler metal bir tüp veya kutu içine yerleştirilir ve epoksi ile kapatılır.

Plastik film kondansatörlerin avantajı, diğer kâğıt türlerine kıyasla yüksek sıcaklıklarda iyi çalışmasıdır. Bu kondansatörlerin küçük toleransı, yüksek güvenilirliği ve aynı zamanda çok uzun kullanım ömürleri vardır.

Film kondansatörlere silindirik film, dikdörtgen metalize film ve folyo film tipleri örnek olarak verilebilir. Şekil 4.6'da silindirik eksele kurşun tipi film kondansatörün yapısı, Şekil 4.7'de dikdörtgen radyal uç tipi film kondansatörün yapısı ve Görsel 4.5'te folyo tipi film kondansatör örnekleri görülmektedir.



Şekil 4.6: Silindirik eksele kurşun tipi film kondansatör



Şekil 4.7: Dikdörtgen radyal uç tipi film kondansatör



Görsel 4.5: Folyo tipi film kondansatörler

Film kondansatörlerin polipropilen film, polikarbonat film ve polyester film tipleri mevcuttur.

#### • Polipropilen Film Kondansatörler

Polipropilen film kondansatör, film tipi kondansatörlerin birçok çeşidinden biridir. Dielektrik olarak polipropilen bir filme sahip kondansatörlerdir. Polipropilen film kondansatörler 100 pF ile 10 µF kapasite aralığında üretilmektedir. Görsel 4.6'da polipropilen film kondansatör görülmektedir.

Polipropilen film kondansatörün asıl özelliği 3000 volta kadar olan yüksek çalışma gerilimleridir. Bu özellik; polipropilen film kondansatörlerini güç yükselteçleri, güç kaynağı devreleri ve televizyon devreleri gibi çalışma gerilimlerinin tipik olarak çok yüksek olduğu devrelerde faydalı kılar. Polipropilen film kondansatörler, polyester film kondansatörün sağlayabileceğinden daha iyi bir tolerans gerektiği durumlarda kullanılır.



Görsel 4.6: Polipropilen film kondansatör



Polipropilen film kondansatörler, yüksek izolasyon (yalıtkan) direnci değerleri nedeniyle kuplaj (aktarma) ve depolama uygulamalarında da kullanılır. Ayrıca 100 KHz'in altındaki frekanslar için kararlı kapasite değerlerine sahiptirler. Gürültü bastırma, kuplaj (aktarma), filtreleme zamanlaması, dekulaj (bloke etme) ve sinyal işleme görevlerinin yerine getirilmesi gereken uygulamalarda kullanılır.

#### • Polikarbonat Film Kondansatörler

Polikarbonat film kondansatörler, dielektrik olarak polikarbonat malzemeye sahip kondansatörlerdir. Bu tip kondansatörler 100 pF ile 10  $\mu$ F kapasite aralığında üretilmiştir. 400 V DC'ye kadar çalışma gerilimlerine sahiptir. Bu kondansatörler, değer kaybı olmadan -55 ile +125 °C sıcaklık aralığında çalışabilir. Görsel 4.7'de polikarbonat film kondansatör görülmektedir.

Bu kondansatörler çok iyi sıcaklık katsayılarına sahiptir. %5 ile %10 arasındaki yüksek tolerans seviyeleri nedeniyle yüksek hassasiyetli uygulamalarda kullanılmaz. Polikarbonat film kondansatörler AC (alternatif akım) uygulamalarında, bazen de anahtarlama güç kaynaklarında kullanılır.

#### • Polyester Film Kondansatörler

Polyester film kondansatörler, dielektrik madde olarak polyester kullanılan kondansatörlerdir. Kapasite değerleri 220 pF ile 0,33  $\mu$ F arasında değişir. Görsel 4.8'de polyester film kondansatör görülmektedir.

#### • Seramik Kondansatörler

Seramik kondansatörler, elektronik endüstrisinde en çok kullanılan kondansatörlerdir. Ayrıca her yıl en çok üretilen kondansatörlerdir. Bu kondansatörlerin adı, yapımında kullanılan dielektrik seramik malzemeden gelmektedir. Görsel 4.9'da çeşitli seramik kondansatörler görülmektedir.

Seramik kondansatörler hem fiziksel boyut hem de kapasite açısından genellikle çok küçüktür. Kapasiteleri genellikle pikoFarad ile birkaç mikroFarad arasındadır (10  $\mu$ F'dan az). Kutuplu olmayan sabit tip kondansatörlerdir. Bu nedenle hem DC (doğru akım) hem de AC (alternatif akım) devrelerinde kullanılabilir.

Bu tip kondansatörlerin yapımı çok basittir. Küçük bir seramik disk, her iki tarafta gümüş ile kaplanmıştır. Bu nedenle bunlar disk kondansatörleri olarak da adlandırılır. Seramik, dielektrik (yalıtkan) görevi görür ve gümüş kaplama elektrotları oluşturur. Bir seramik kondansatör, iki veya daha fazla alternatif seramik katmanı ve bir metal ile yapılır. Burada seramik dielektrik, metal ise elektrot görevi görür. Genellikle seramik malzemenin elektriksel davranışı, stabilitesi (kararlılığı) ile ilgili olarak iki sınıfa ayrılır.

- **Sınıf 1:** Rezonans devre uygulamalarında sıcaklığın etkisini telafi etmek için yüksek kararlılığa ve düşük kayıplara sahip seramik kondansatörlerdir.
- **Sınıf 2:** Bu tip kondansatörler, kuplaj (aktarma) uygulamalarında tampon için yüksek hacimsel verimlilik sunar.

Seramik kondansatörlerin ana avantajı, yapısında bobin olmaması ve bu nedenle devre çalışması sırasında endüktans faktörünün bulunmamasıdır. Bu nedenle seramik kondansatörler yüksek frekanslı uygulamalar için uygundur. Disk şeklinde olan seramik kondansatörler uygulamada mercimek kondansatör olarak da adlandırılmaktadır.



Görsel 4.7: Polikarbonat film kondansatör



Görsel 4.8: Polyester kondansatör



Görsel 4.9: Seramik kondansatörler





### • Gümüş Mika Kondansatörler

**Mika**, dielektrik katsayısı çok yüksek olan ve çok az kayıplı bir yalıtkandır. Bu özelliklerinden dolayı yüksek frekans devrelerinde kullanılmaya uygundur. Gümüş mika kondansatörler, mika malzemesine ince bir gümüş tabakasının dielektrik olarak bırakılmasıyla üretilen kondansatörlerdir. Bu kondansatörlerin kullanılmasının nedeni, diğer kondansatörlere göre yüksek performanslarıdır. Görsel 4.10'da gümüş mika kondansatör görülmektedir.

Gümüş mika kondansatörler  $\pm\%1$  toleransla üretilebilir. Bu değer günümüzde mevcut olan diğer tüm kondansatörlerden daha iyidir. Sıcaklık katsayısı, diğer kondansatör türlerinden çok daha iyidir. Kapasite değerleri normalde birkaç pF ile 3300 pF arasındadır. 100 V ile 1000 V arasında çalışma gerilim aralığına sahiptir.

Gümüş mika kondansatörler RF (yüksek frekans) osilatörlerde (sinyal üreten devreler) kullanılır. Yüksek maliyetleri nedeniyle kuplaj (aktarma) ve dekulplaj (bloke etme) uygulamalarında kullanılmaz. Boyutları, maliyetleri ve diğer kondansatör türlerindeki gelişmeler nedeniyle bunlar günümüzde az kullanılmaktadır.



Görsel 4.10: Gümüş mika kondansatör

### • Elektrolitik Kondansatörler

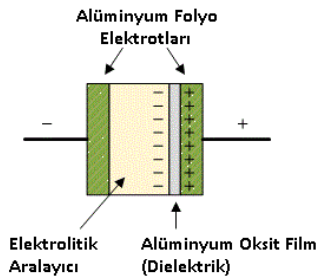
Elektrolitik kondansatörler genellikle çok büyük kapasite değerlerinin gerektiği uygulamalarda kullanılır. Elektrolitik kondansatörler genellikle dielektrik olarak kullanılan oksitlenmiş bir tabaka ile kaplanmış metalik bir anoda (+) sahiptir. Bu kondansatörün diğer elektrodu katmanı olmayan bir elektrolittir. Şekil 4.8'de bir elektrolitik kondansatörün yapısı, Şekil 4.9'da elektrolitik kondansatörler için kullanılan semboller, Görsel 4.11'de çeşitli elektrolitik kondansatörler görülmektedir.

Elektrolitik kondansatörler dielektrik malzemelerine göre temelde üç sınıfa ayrılır:

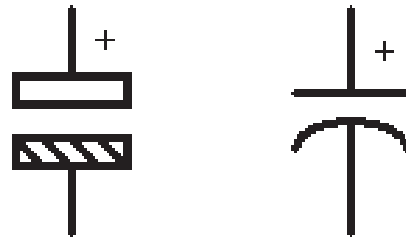
- **Alüminyum Elektrolitik Kondansatörler:** Alüminyum dielektrik malzeme görevi görür.
- **Tantal Elektrolitik Kondansatörler:** Tantal pentaoksit dielektrik malzeme görevi görür.
- **Niyobyum Elektrolitik Kondansatörler:** Niyobyum pentaoksit dielektrik malzeme görevi görür.

Genellikle tantal pentaoksidin geçirgenliği, alüminyum dioksidin geçirgenliğinden neredeyse üç kat daha fazladır. Ancak bu geçirgenlik sadece boyutlarını belirler. Genellikle üç tip elektrolit kullanılır. Bu elektrolitler şunlardır:

- **Katı Olmayan (Islak veya Sıvı):** Bu kondansatörler düşük maliyetlidir.
- **Katı Manganez Oksit:** Bu kondansatörler yüksek kalite ve kararlılığa sahiptir.
- **Katı İletken Polimer:** Bu kondansatörlerin iletkenliği yüksektir.



Şekil 4.8: Elektrolitik kondansatörün yapısı



Şekil 4.9: Elektrolitik kondansatör sembolleri



Görsel 4.11: Elektrolitik kondansatörler



Elektrolitik kondansatörlerin çoğu polarize (kutuplu) kondansatörlerdir. Kutuplu elektrolitik kondansatörlere ters yönde DC (doğru akım) gerilim ve AC (alternatif akım) gerilim uygulanmaz. Elektrolitik kondansatörler kutuplu olduklarından dolayı devreye bağlarken kondansatörün artı (+) ucu devrenin artı (+) terminaline ve eksi (-) ucu devrenin eksi (-) terminaline bağlanmalıdır. Aksi takdirde kondansatör zarar görebilir. Elektrolitik kondansatörler genellikle doğrudan DC (doğru akım) güç kaynağı devrelerinde kullanılır. Ayrıca büyük kapasite değerleri ve küçük boyutları nedeniyle dalgalanma gerilimini azaltmak için kuplaj (aktarma) ve dekaplaj (bloke etme) uygulamalarında kullanılır. Elektrolitik kondansatörlerin dezavantajlarından biri de düşük gerilim oranlarıdır.

#### • Alüminyum Elektrolitik Kondansatörler

Alüminyum elektrolitik kondansatörler, aralarında bir elektrolit çözeltisine batırılmış bir emici kâğıt şeridi olan alüminyum folyolar üzerinde oksit filminden yapılan kondansatörlerdir. Görsel 4.12'de alüminyum elektrolitik kondansatör görülmektedir.

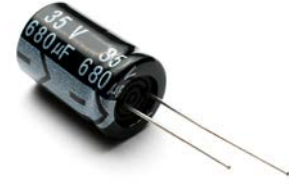
Temel olarak iki tip alüminyum elektrolitik kondansatör vardır. Bunlar, düz folyo tipi ve kazınmış folyo tipidir. Düz folyo tipi elektrolitik kondansatörler daha çok güç kaynağı devrelerinde kullanılırken DC (doğru akım) bloklama ve geçiş devrelerinde kazınmış folyo tipi kondansatörler kullanılır. Elektrolitik alüminyum kondansatörler 1  $\mu\text{F}$  ile 47000  $\mu\text{F}$  kapasite aralığını ve %20'lik büyük toleransı kapsar. Çalışma gerilimi değerleri 500 volta kadar değişir. Piyasada daha ucuza kolayca bulunabilir.

#### • Tantal Elektrolitik Kondansatörler

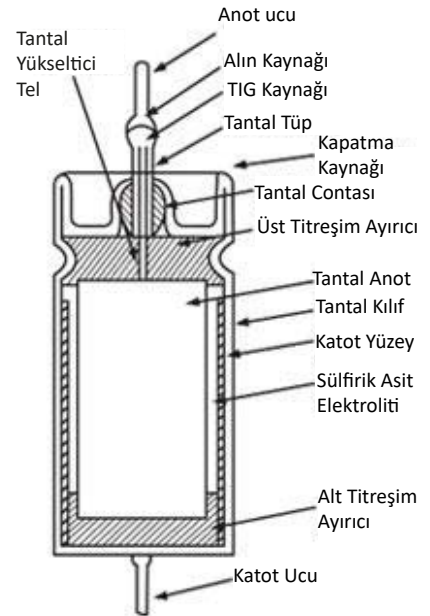
Tantal elektrolitik kondansatörler, dielektrik malzemesi olarak tantal pentaoksitten yapılmış kondansatörlerdir. Tantal elektrolitik kondansatörler, alüminyum elektrolitik kondansatörler gibi polarize (kutuplu) kondansatörlerdir. Tantal elektrolitik kondansatörler hem ıslak (folyo) hem de kuru (katı) tiplerde üretilir. Tantal elektrolitik kondansatörlerin ikinci terminali, eş değer alüminyum kondansatörlerin terminalinden daha küçüktür ve bu terminal manganez dioksit ile yapılır. Şekil 4.10'da tantal elektrolitik kondansatörün yapısı, Görsel 4.13'te tantal elektrolitik kondansatörler görülmektedir.

Tantal elektrolitik kondansatörlerin alüminyum elektrolitik kondansatörlere göre avantajı; daha kararlı, daha hafif ve daha küçük olmalarıdır. Kapasite değerleri 47 nF ile 470  $\mu\text{F}$  arasında ve maksimum çalışma gerilimleri 50 volta kadardır. Bu kondansatörler alüminyum elektrolitik kondansatörlerden daha pahalıdır.

Tantal oksit dielektrik malzeme özellikleri, düşük sızıntı (kaçak) akımı ve daha iyi kapasite kararlılığıdır. Tantal oksit dielektriklerin bu özellikleri, bunların engelleme, baypas etme, ayırma, filtreleme ve zamanlama uygulamalarında kullanılmalarına neden olur. Ayrıca bu özellikler, alüminyum oksidin dielektrik malzemesinden çok daha iyidir.



Görsel 4.12: Alüminyum elektrolitik kondansatör



Şekil 4.10: Tantal elektrolitik kondansatörün yapısı



Görsel 4.13: Tantal elektrolitik kondansatör



### • SMD Kondansatörler

**SMD** (yüzey montaj aygıtları) kondansatörler, çok katmanlı elektronik devre kartlarına yüzey temaslı olarak monte edilmeye uygun yapıda üretilmiş kondansatörlerdir. Gövde boyutları diğer kondansatörlere göre çok daha küçüktür ancak seramik ve mika kondansatörlerle erişilen kapasite değerlerine sahip olarak üretilebilir. Daha çok televizyon, video, kamera, cep telefonu, bilgisayar ve benzeri cihazlarda karşılaşılr. Görsel 4.14'te SMD seramik, Görsel 4.15'te SMD elektrolitik kondansatörler görülmektedir.



Görsel 4.14: SMD seramik kondansatörler



Görsel 4.15: SMD elektrolitik kondansatörler

### • Süper Kondansatörler

Günümüzde yüzlerce Farad büyük kapasite değerlerine sahip kondansatörler mevcuttur. Yüksek kapasite değerlerine sahip bu kondansatörlere süper kondansatörler denir. Görsel 4.16'da ve Görsel 4.17'de süper kondansatörler görülmektedir.



Görsel 4.16: Süper kondansatör



Görsel 4.17: Süper kondansatörler

Süper kondansatör, ultra kondansatör veya elektrikli çift katmanlı kondansatör olarak da bilinir. Bu kondansatörler, aktif karbon iyonlarıyla çevrili ince bir elektrolit ayırıcı ile yapılır. Normal bir kondansatörden farklıdır. Bu kondansatörler, yüksek kapasite değerlerine sahip oldukları için yüksek enerji sağlamak adına geniş yüzey alanı kullanmaktadır. Bu yüksek enerjili süper kondansatörler; büyük, ağır ve pahalı lityum tipi kondansatörlerin yerini almak için el tipi portatif cihazlarda kullanılır çünkü piller gibi yüksek enerji depolarlar. Bu kondansatörler, yüksek aküler değiştirilerek araçlardaki ses ve video sistemlerinde de kullanılır.

Süper kondansatörler, elektrot tasarımlarına göre üç türe ayrılır.

- **Çift Katmanlı Kondansatörler:** Bu kondansatörlerin karbon elektrotları veya türevleri vardır.
- **Yalancı (Sözde) Kondansatörler:** Bu kondansatörler metal oksit veya iletken polimer elektrotlara sahiptir.
- **Hibrit (Karma) Kondansatörler:** Bu kondansatörlerin asimetrik elektrotları vardır.

Süper kondansatörler esas olarak çok fazla şarj / deşarj döngüsünün ve uzun kullanım ömrünün gerektiği, ayrıca kısa sürede büyük miktarda güce ihtiyaç duyulan uygulamalarda kullanılır. Genellikle pillerin yerine geçici güç kaynağı olarak kullanılır.

Kondansatörler, enerji depolama kapasitesinin küçük olması nedeniyle alternatif bir depolama aracı olarak üretilmemiştir. Pillerle aynı seviyede olmasa da süper veya ultra kondansatörlerin pillerle rekabet edebilecek düzeye geldiği araştırmacılar tarafından belirtilmektedir.



Süper kondansatörler şarj / deşarj döngüsünü sonsuz denebilecek sayıda gerçekleştirebilmektedir. Süper kondansatörlerin sağladıkları imkânlarla kondansatörlerin gelecekte ihtiyaç duyulan enerjiyi karşılayabilecek güçte olması beklenmektedir.

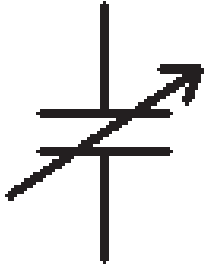
#### • Ayarlı Kondansatörler

Ayarlı kondansatörler varyabl (değişken) ve trimer olmak üzere iki tipte bulunmaktadır.

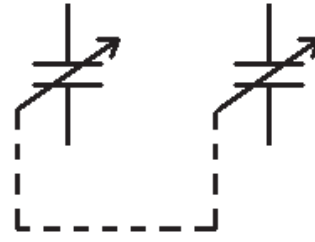
- **Varyabl (Değişken) Kondansatör:** Varyabl (değişken) kondansatörler, kapasitenin mekanik veya elektronik olarak değiştirilebildiği kondansatörlerdir. Kapasite değeri 50 pF- 400 pF aralığındadır.

Kapasite değeri elle değiştirilen varyabl kondansatörler, birbirinden yalıtılan plakalardan meydana gelmiştir. Bir rotorun (hareketli kısım) eksenine sabitlenmiş bir dizi yarı dairesel metal plakadan oluşur. Bu kuru- lum bir dizi stator (sabit kısım) metal plaka arasına yerleştirilir. Bu tip kondansatörler için toplam kapasite değeri, hareketli metal plakaların sabit metal plakalara konumuna göre belirlenir. Eksen döndürüldüğünde stator plakaları ile rotor plakaları arasındaki üst üste binme alanı değişecek ve kapasite değişecektir. Hareketli plakalara rotor, sabit plakalara stator denmektedir.

Aynı milde hareketli plakanın karşı tarafına sabit plakalar yerleştirilerek bir gövde üstünde birkaç tane varyabl kondansatör elde edilir. Böyle yapılan kondansatörlere ganglı varyabl kondansatör denir. Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de varyabl kondansatör sembolleri, Görsel 4.18’de tek ganglı varyabl kondansatör, Görsel 4.19’da çift ganglı varyabl kondansatör görülmektedir. Varyabl kondansatörler radyo alıcı ve vericilerinde, ayrıca büyük güçlü alanlarda kullanılmaktadır.



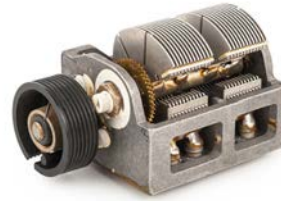
Şekil 4.11: Varyabl kondansatör sembolü



Şekil 4.12: Çift ganglı varyabl kondansatör sembolü



Görsel 4.18: Tek ganglı varyabl kondansatör



Görsel 4.19: Çift ganglı varyabl kondansatör

- **Trimer Kondansatör:** Trimer kondansatörler ayarlı kondansatörlerin bir başka türüdür. Adını İngilizce “Trimmer” (kesip düzeltmek) kelimesinden alan bu kondansatör, varyabl kondansatörden farklı olarak küçük güçlerde kullanılır. Boyutu küçük olduğu için küçük boy ayarlanabilir kondansatör ismiyle de bilinir.

Trimer kondansatörler PCB’lere (baskı devre kartı) sabitlenir ve cihazın kalibrasyonu (ayarlanması) için kullanılır. Polarize (kutuplu) olmayan kondansatörlerdir. Boyutları çok küçüktür. Kapasiteleri genellikle 5-75 pF seviyesinde bulunur. Şekil 4.13’te trimer kondansatör sembolü, Görsel 4.20’de trimer kondansatörler görülmektedir.



Şekil 4.13: Trimer kondansatör sembolü



Mekanik değişken kondansatörler genellikle dielektrik olarak hava veya plastik folyolar kullanır. Ancak vakumlu değişken kondansatörlerin kullanımı, daha iyi çalışma gerilimi aralığı ve daha yüksek akım taşıma kapasitesi sağladıkça artmaktadır. Mekanik olarak ayarlanmış kondansatörlerde kapasite, kondansatörün üstündeki vida kullanılarak değiştirilebilir.

Trimer kondansatörler telsiz, FM radyo vericisi, telekomünikasyon devrelerinde kapasitif değerlerdeki ince ayarlar için kullanılmaktadır. Uygulamada yaygın olarak kullanılan trimer kondansatörlerin kapasite değerleri; 1,2-6 pF, 1,4-10 pF, 1,6-15 pF, 2-30 pF, 2,5-25 pF, 4,5-70 pF şeklindedir.



Görsel 4.20: Trimer kondansatör

### 4.1.3. Kondansatör Özellikleri ve Kondansatör Seçimi

Her kondansatör tipinin kendine özgü avantajları ve dezavantajları vardır. Özellikleri ve uygulama alanları bir kondansatörden diğerine değişebilir. Bir uygulama bir tip kondansatör gerektirirken başka bir uygulama başka bir kondansatör gerektirir. Aynı tip kondansatör tüm uygulamalar için kullanılmaz. Her şeyden önce belli bir uygulama için hangi tip kondansatörün uygun olduğu belirlenmelidir. Kondansatör tipinin seçimi bazı faktörlere bağlıdır. Bu nedenle bir kondansatör seçerken birçok faktörün izlenmesi gerekir.

Belirli bir uygulama için kondansatör tipinin seçiminde etkili olan faktörler aşağıda verilmiştir. Bu faktörler, belirli bir tip kondansatörün nasıl ve hangi uygulamalarda kullanılabileceğini belirler. Örneğin; bir elektrolitik kondansatörün çalışma gerilimi, benzer kapasite aralığındaki bir seramik kondansatöre kıyasla daha büyüktür. Bu nedenle elektrolitik kondansatörler genellikle güç kaynağı devrelerinde kullanılır. Benzer şekilde bazı kondansatörler çok düşük sızıntı (kaçak) akımına, bazıları da çok yüksek sızıntı (kaçak) akımına sahiptir. Uygulamaya bağlı olarak uygun kondansatör seçilmelidir. Uygulamaya göre uygun kondansatör tipleri ve tercih sebepleri Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4: Uygulamalara Göre Kondansatör Seçimi

UYGULAMALARA GÖRE KONDANSATÖR SEÇİMİ		
Uygulama	Uygun Kondansatör Tipleri	Tercih Sebebi
Güç Kaynağı	Alüminyum Elektrolitik	Yüksek kapasite ve yüksek ripple (dalgalanma) akımı kapasitesi
Audio (Ses) Frekans Kuplaj	Alüminyum Elektrolitik	Yüksek kapasite
	Tantal Elektrolitik	Yüksek kapasite ve küçük boyut
	Polyester / Polikarbonat Film	Ucuz fakat kapasite değerleri elektrolitik kadar yüksek değil
RF (Yüksek) Frekans Kuplaj	Seramik	Küçük boyut, düşük kayıp ve ucuz
	Polisitren Film	Çok düşük kayıp fakat seramikten daha büyük ve daha pahalı
RF (Yüksek) Dekuplaj	Seramik	Küçük boyut, düşük kayıp fakat kapasite değerleri maksimum 1000 pF ile sınırlı
Ayarlı (Tuned) Devreler	Gümüş Mika	Yakın tolerans, kararlı ve düşük kayıp fakat yüksek maliyet
	Seramik	Gümüş mika kadar iyi olmasa da yakın tolerans ve düşük kayıp



### • Boyut

Kondansatörün fiziksel boyutu önemlidir. Boyut, devrelerin veya baskı devre kartlarının kapladığı alanı etkiler.

### • Nominal Kapasite

Tüm kondansatör karakteristikleri arasında en önemlilerinden biridir. Bu değer; bir kondansatörün gövdesi üzerindeki renkler, sayılar veya harfler ile gösterilir. Nominal kapasite değeri, çalışma sıcaklıkları ve devre frekansı ile değişebilir.

### • Tolerans

Kapasitenin yüzde olarak ifade edilen nominal değerden izin verilen nispi sapmasına tolerans denir. Tolerans değeri, sayıdan önce % sembolü kullanılarak belirtilir. Bu değer, kapasite değerindeki değişimi temsil eder. Dirençler gibi kondansatör tolerans değeri de artı veya eksi değerlerde bulunur. Kondansatör değerinin kritik olduğu osilatörler (sinyal üreten devreler) ve filtreler gibi uygulamalar için yakın tolerans değeri kondansatörlerinin seçilmesi gerekir.

### • Çalışma Gerilimi

Kondansatörün önemli bir özelliğidir. Kondansatöre uygulanabilecek maksimum gerilimi belirtir. Çalışma gerilimi; kondansatörün şarj edeceği gerilim değil, kondansatörün güvenli bir şekilde çalışabileceği maksimum gerilimdir. Çalışma gerilimi DC (doğru akım) cinsinden ifade edilir ve ayrıca kondansatörün gövdesi üzerine basılır. Kondansatöre bu gerilim değerinden daha yüksek bir gerilim uygulanırsa dielektrik arıza nedeniyle plakalar arasında bir ark üreterek kondansatör hasar görebilir. Bir kondansatörün çalışma gerilimi, kondansatör plakaları arasında kullanılan dielektrik malzeme, dielektrik kalınlık ve ayrıca kullanılan devre tipine bağlıdır.

Devreleri kondansatörlerle tasarlarlarken kondansatörün çalışma gerilimi değeri, devrede kullanılan kaynak geriliminden daha yüksek olacak şekilde seçilmelidir. Örneğin, devre çalışma gerilimi 12 V ise kondansatörün çalışma gerilimi 12 V veya daha yüksek olan bir kondansatör seçilmelidir. Devreye uygulanan maksimum gerilimden %50 daha fazla çalışma gerilimine sahip kondansatör seçilmesinde yarar vardır.

Genel olarak bir kondansatörün gövdesi üzerine basılan çalışma gerilimi, DC (doğru akım) gerilimi ifade eder. AC (alternatif akım) gerilimi ifade etmez çünkü AC (alternatif akım) gerilim etkin değer olarak kullanılır. Bu nedenle kondansatöre AC (alternatif akım) gerilim uygulamak için kondansatör çalışma gerilimi, AC (alternatif akım) etkin değerinin 1,414 katından daha büyük olmalıdır. Örneğin 220 V AC (alternatif akım) gerilimde kullanılmak üzere seçilecek kondansatörün çalışma gerilimi en az  $220 \cdot 1,414 = 311,08$  V olmalıdır. Bu durumda 400 V çalışma gerilimine sahip bir kondansatör tercih edilmelidir.

Bir kondansatörün belirtilen DC (doğru akım) çalışma gerilimi sadece -300 °C ile +700 °C gibi belirli bir sıcaklık aralığında geçerlidir. Bir kondansatöre çalışma geriliminden daha büyük bir DC veya AC gerilim uygulanırsa kondansatör zarar görebilir.

Bir kondansatörün gövdesine yaygın olarak basılan çalışma gerilimleri 10 V, 16 V, 25 V, 35 V, 50 V, 63 V, 100 V, 160 V, 250 V, 400 V ve 1000 voltur. Tüm kondansatörler, nominal gerilim değerleri dâhilinde ve serin bir ortamda çalıştırıldıklarında daha uzun bir çalışma ömrüne sahip olacaktır. Görsel 4.21'de bir kondansatörün gövdesinde yazan çalışma gerilimi gösterilmiştir.

### • Polarizasyon

Tantal ve elektrolitik kondansatörler polarize edilir. DC (doğru akım) gerilimle çalışırlar. Kondansatörü seçerken önemli faktörlerden biri polarizasyondur.



çalışma gerilimi

Görsel 4.21: Kondansatör çalışma gerilimi



### • Sızıntı (Kaçak) Akımı

Mükemmel yalıtkanlar olmadığı için az miktarda bir akım dielektrik malzeme içinden akacaktır. Buna **sızıntı (kaçak) akımı** denir. Bazı uygulamalarda yüksek seviyede yalıtım gereklidir. Ancak bazı uygulamalarda yalıtım gerekli değildir. Elektrolitik kondansatörlerin kaçak performansı düşüktür. Uygulama için kondansatörü seçerken kaçak akım önemli bir faktördür.

### • Çalışma Sıcaklığı

Bir kondansatörün kapasite değeri kondansatör sıcaklığındaki değişimlere göre değişir çünkü sıcaklıktaki değişiklikler, dielektrik özelliklerinde değişikliklere neden olur. Çalışma sıcaklığı, nominal gerilim değerleri ile çalışan bir kondansatörün sıcaklığıdır. Çoğu kondansatör için genel çalışma sıcaklığı  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  ile  $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$  aralığındadır. Bir kondansatörün hava veya ortam sıcaklığı çok soğuk veya çok sıcaksa kondansatörün kapasite değeri değişebilir. Sıcaklıktaki bu değişiklikler, gerçek devrenin çalışmasını etkileyecek ve aynı zamanda o devredeki diğer bileşenlere de zarar verecektir.

### • Sıcaklık Katsayısı

Kapasite değeri bazı kondansatör türlerinde sıcaklığa göre değişir ve gümüş mika, seramik gibi bazı kondansatörler değişen sıcaklıklarda kararlıdır. Böylece uygulamaya bağlı olarak kondansatör seçilebilir.

### • Eş Değer Seri Direnç

Kondansatörün terminalleri az miktarda dirence sahiptir. Bu direnç genellikle  $0,1\ \Omega$ 'dan azdır. Bu direnç, kondansatör yüksek frekanslarda kullanıldığında bir sorun hâline gelir. Eş değer seri direnç, kondansatöre seri bir direnç gibi davranır. Eş değer seri direnç değeri bir kondansatörün kalitesinin derecesidir. Teorik olarak mükemmel (ideal) bir kondansatör kayıpsız olup eş değer direnç değeri sıfırdır. Genellikle bu direnç kondansatör devrelerinde arızalara neden olur.

### • Maliyet

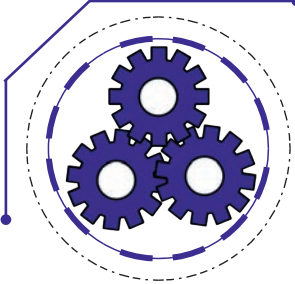
Maliyet, tüm uygulamalar için temel parametredir çünkü herkes düşük maliyetle yüksek performansa sahip olmak ister. Günümüzde tüm yüksek performanslı kondansatörler yüzeye montaj paketlerinde düşük maliyetle kullanılabilir.

#### UYGULAMA 4.1:

#### Kapasite, Gerilim Değeri ve Çeşidine Göre Kondansatör Seçimi

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak kapasite, gerilim değeri ve çeşidine göre kondansatör seçimi yapmak

#### Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler



Görsel 4.22: Çeşitli kondansatörler



### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Kondansatör	Film Tipi	1 Adet
Kondansatör	Seramik Tipi	1 Adet
Kondansatör	Elektrolitik Tipi	1 Adet
Kondansatör	Trimer	1 Adet

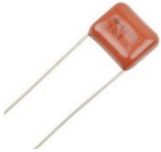



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak gereksiz malzemeler bulundurulmamalıdır.
2. Öğretmen tarafından verilen çeşitli kapasite, tip ve yapıda kondansatörler elle ve gözle kontrol edilir.
3. Kondansatörlerin üzerindeki harf ve rakamlar okunarak not edilir.
4. Kapasite ve tipine göre kondansatörlerin seçilmesine ilişkin Tablo 4.5 doldurulur.
5. Çalışma gerilimine göre kondansatörlerin seçimine ilişkin Tablo 4.6 doldurulur.
6. Uygulamalara ve tipine göre kondansatörlerin seçimine ilişkin Tablo 4.7 doldurulur.
7. Yapılan işlemlerle ilgili gözlemler sonuç kısmına yazılır.
8. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

#### Alınan Değerler ve Sonuç

Tablo 4.5: Kondansatör Tespit ve Seçimi

KONDANSATÖR TESPİT VE SEÇİMİ		
Görseli	Kapasitesi	Tipi
		
		
		
		





Tablo 4.6: Çalışma Gerilimine Göre Kondansatör Seçilmesi

ÇALIŞMA GERİLİMİNE GÖRE KONDANSATÖR SEÇİMİ		
Kondansatörün Kullanılacağı Devrenin Besleme Gerilimi (A)	Kullanılacak Kondansatörün Hesaplanan En Az Çalışma Gerilimi (B)	Uygulamada Seçilmesinde Yarar Görülen Çalışma Gerilimi (Daha uzun çalışma ömrü için %50 fazlası) (C)
DC 5 V		
DC 12 V		
AC 24 V		
AC 220 V		

Tablo 4.7: Uygulamaya Göre Kondansatör Seçilmesi

UYGULAMAYA GÖRE KONDANSATÖR TİPİ SEÇİMİ	
Uygulama Adı	Uygun Kondansatör Tipi
Güç Kaynağı	
Audio (Ses) Frekans Kuplaj	
RF (Yüksek) Frekans Kuplaj	
RF (Yüksek) Dekuplaj	
Ayarlı (Tuned) Devreler	

## Sonuç

Yaptığınız işlemlerle ilgili gözlemlerinizi kısaca yazınız.

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



## 4.2. KONDANSATÖR RENK VE RAKAM KODLARINI OKUMA



**AMAÇ:** Tablo bilgilerini kullanarak kondansatör renk ve rakam kodlarını okumak

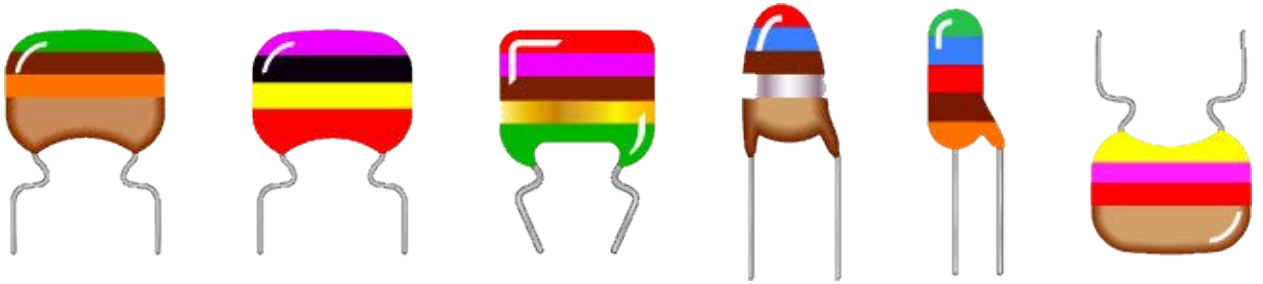
**GİRİŞ:** Bir kondansatörün gövdesi üzerine basılan bilgilere bakılarak özellikleri hakkında bilgi edinilebilir. Ancak bazı kondansatörlerin gövdesinde renkler veya sayısal kodlar vardır. Bu nedenle kondansatörlerin değerlerini anlamak zordur. Her kondansatör tipi veya ailesinin kendi karakteristik özellikleri ve tanımlama sistemi vardır. Bazı kondansatör tanımlama sistemlerinin özelliklerini anlamak kolaydır. Diğer bazı kondansatörlerde yanıltıcı semboller, harfler ve renkler kullanılır.

Farklı kondansatör tipleri, kapasite değerlerini temsil etmenin farklı yollarına sahiptir. Elektrolitik kondansatörler, kutupsuz kondansatörler, kâğıtlı kondansatörler gibi kondansatörlerde kapasite, çalışma gerilimi ve tolerans değerleri rakamlar ve harfler kullanılarak kondansatörün gövdesine yazılır. Bazı kondansatörlerin ise renk kodu kullanılarak temsil edildiği değerleri vardır.

Bu bölümde kondansatör renk ve rakam kodları ile renklerine göre kondansatör değerlerinin tespit edilmesi anlatılacaktır.

### 4.2.1. Kondansatör Renk Kodları

Dirençler gibi kondansatörler için de bir renk şeması tanımlanmıştır. Kondansatörler için bu renk şemasına kondansatör **renk kodlaması** denir. Bu kodlamada bir kondansatörün her rengi belirli bir kapasite değerini gösterir. Renk kodlaması kullanılarak kondansatörlerin kapasite değerleri, çalışma gerilimi ve tolerans değerleri kolayca tanımlanabilir. Kondansatörlerin renk kodlaması eski bir tekniktir. Ancak bu kondansatörlerin bazıları bugün hâlâ kullanılmaktadır (Görsel 4.23).



Görsel 4.23: Kondansatör renk kodları

Kondansatör kapasite ve tolerans standart renk kodları Tablo 4.8'de, kondansatör çalışma gerilimi standart renk kodları Tablo 4.9'da verilmiştir.





Tablo 4.8: Kondansatör Kapasite ve Tolerans Standart Renk Kodları

KAPASİTE VE TOLERANS STANDART RENK KODLARI					
Bant	Rakam		Çarpan	Tolerans (T)	
Renk	1.	2.	3.	T>10 pF	T<10 pF
Siyah	0	0	X1	±%20	±2 pF
Kahverengi	1	1	X10	±%1	±0,1 pF
Kırmızı	2	2	X100	±%2	±0,25 pF
Turuncu	3	3	X1000	±%3	
Sarı	4	4	X10000	±%4	
Yeşil	5	5	X100000	±%5	±0,5 pF
Mavi	6	6	X1000000		
Mor	7	7			
Gri	8	8	X0,01	+%80, -%20	
Beyaz	9	9	X0,1	±%10	±1 pF
Altın			X0,1	±%5	
Gümüş			X0,01	±%10	

Tablo 4.9: Kondansatör Çalışma Gerilimi Standart Renk Kodları

ÇALIŞMA GERİLİMİ STANDART RENK KODLARI					
Bant	Kondansatör Çalışma Gerilimi (V)				
Renk	J Tipi	K Tipi	L Tipi	M Tipi	N Tipi
Siyah	4	-	-	10	10
Kahverengi	6	100	100	1,6	-
Kırmızı	10	200	250	4	35
Turuncu	15	300	-	40	-
Sarı	20	400	400	6,3	6
Yeşil	25	500	-	16	15
Mavi	35	600	630	-	20
Mor	50	700	-	-	-
Gri	-	800	-	25	25
Beyaz	3	900	-	2,5	3
Altın	-	1000	-	-	-
Gümüş	-	2000	-	-	-

Bir kondansatör gövdesi üzerinde kapasite değeri, çalışma gerilimi, tolerans ve üretici numaraları yazılıdır. Bazı gerilim değerleri, kondansatörün çalışma gerilimleri için referans olarak kullanılır.



Bir kondansatörün gövdesinde kullanılan harflerin anlamları Tablo 4.10'da verilmiştir.

**Tablo 4.10: Kondansatör Tipi Harf Kodları**

Tipi	Kondansatör
J	Tantal Kondansatör
K	Mika Kondansatör
L	Polyester veya Polistiren Kondansatör
M	Elektrolitik (4 Bant) Kondansatör
N	Elektrolitik (3 Bant) Kondansatör

#### Üç Renk Bantıyla Yapılan Kodlama

1. bant (1) 1.rakam
2. bant (2) 2.rakam
3. bant (3) Çarpan

#### Beş Renk Bantıyla Yapılan Kodlama

1. bant (1) 1.rakam
2. bant (2) 2.rakam
3. bant (3) Çarpan
4. bant (T) Tolerans
5. bant (V) Çalışma Gerilimi

#### Dört Renk Bantıyla Yapılan Kodlama

1. bant (1) 1.rakam
2. bant (2) 2.rakam
3. bant (3) Çarpan
4. bant (T) Tolerans

#### Altı Renk Bantıyla Yapılan Kodlama

1. bant (1) 1.rakam
2. bant (2) 2.rakam
3. bant (3) Çarpan
4. bant (T) Tolerans
5. bant (V) Çalışma Gerilimi
6. bant (TC) Sıcaklık Katsayısı

#### • Tantal Kondansatör Renk Kodları

Tantal kondansatörler iki şekilde kodlandırılır. Birinci tip tantal kondansatörlerde birinci ve ikinci renk kodları standart renk tablosundan okunur (Tablo 4.8). Ortadaki yuvarlak renk ise çarpan rengidir. Son renk, çalışma gerilimini belirtir (Şekil 4.14). Çalışma gerilimi renk kodları Tablo 4.11'de verilmiştir. İkinci tip tantal kondansatörlerde işaretli çizgili taraf pozitif ucu gösterir. Üst rakam mikroFarad olarak kapasiteyi, alt rakam ise çalışma gerilimini belirler (Şekil 4.15).

**Tablo 4.11: Tantal Kondansatör Çalışma Gerilimi Renk Kodları**

TANTAL KONDANSATÖR ÇALIŞMA GERİLİMİ RENK KODLARI	
Bant- Renk	Kondansatör Çalışma Gerilimi (V)
Sarı	6,3
Yeşil	16
Mavi	20
Gri	25
Beyaz	3
Siyah	10
Pembe	35



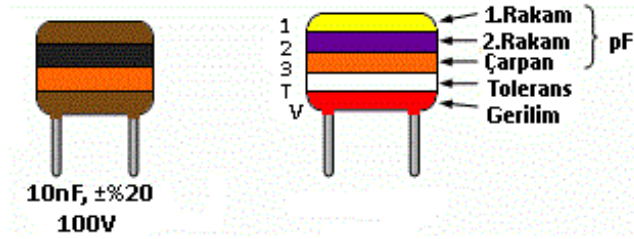
Şekil 4.14: Birinci tip tantal kondansatör renk bantları



Şekil 4.15: İkinci tip tantal kondansatör renk bantları

#### • Polyester Kondansatör Renk Kodları

Şekil 4.16'da metalize polyester kondansatörlerin renk kodları tanımlaması verilmiştir. Burada her renk; kapasite değerleri, tolerans ve çalışma gerilimleri için belirli bir parametreyi temsil eder. Polyester kondansatörlerde beş renk bandından ilk ikisi standart renk kodundan okunur ve pF değerindedir. Üçüncü renk, çarpan rengidir. Dördüncü renk toleransı, beşinci renk çalışma gerilimini gösterir. Tolerans, siyah renk için %20, beyaz renk için %10, yeşil renk için %5'tir. Çalışma gerilimi kahverengi için 100 V, kırmızı renk için 200 V, sarı renk için 400 V anlamındadır.

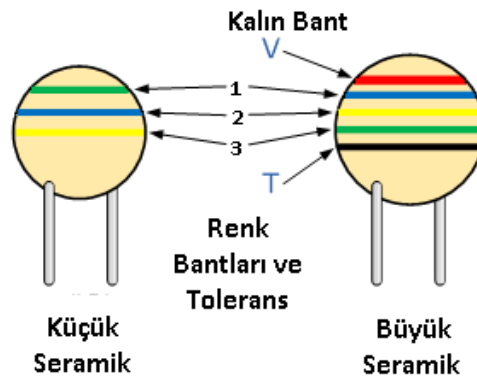


Şekil 4.16: Metalize polyester kondansatör renk bantları

#### • Seramik Kondansatör Renk Kodları

Şekil 4.17'de seramik kondansatör renk bantları verilmiştir. Bu renk kodları uzun yıllardan beri seramik kondansatörler gibi kutuplu olmayan kondansatörler için kullanılmaktadır. Ancak eski kondansatörlerde değerleri tanımlamak zordur. Bu nedenle eski kondansatörlerin yerini rakam kodları almaktadır.

Renk kodlamasında bulunan değer pikoFarad (pF) cinsindedir. Renklerin rakamsal karşılığı bulunurken gövdede bulunan renkler üstten aşağıya ya da soldan sağa doğru okunur ve kapasite değeri elde edilir.



Şekil 4.17: Seramik kondansatör renk bantları



Tablo 4.12'de seramik kondansatör renk kodları verilmiştir.

**Tablo 4.12: Seramik Kondansatör Renk Kodları**

SERAMİK KONDANSATÖR RENK KODLARI						
Bant	Rakam		Çarpan	Tolerans (T)		Sıcaklık Katsayısı (TC) (ppm/°C)
Renk	1.	2.	3.	T>10 pF	T<10 pF	
Siyah	0	0	X1	±%20	±2 pF	0
Kahverengi	1	1	X10	±%1		-30
Kırmızı	2	2	X100	±%2		-80
Turuncu	3	3	X1000			-150
Sarı	4	4				-220
Yeşil	5	5		±%5	±0,5 pF	-330
Mavi	6	6				-470
Mor	7	7				-750
Gri	8	8	X0,01		±0,25 pF	30
Beyaz	9	9	X0,1	±%10	±1 pF	500

1 ppm =  $10^{-6}$  F kapasite birimidir. Örneğin; sıcaklık katsayısı 300 ppm/°C ise her sıcaklık derecesi altında kapasite  $300 \cdot 10^{-6}$  F artmaktadır. Artı (+) ppm, sıcaklık arttıkça kapasite artar anlamındadır. Eksi (-) ppm ise sıcaklık arttıkça kapasite de azalır anlamındadır (ppm: milyon başına parça).

**Örnek:** Gövdesi üzerindeki renk bantları sırasıyla mavi (1), gri (2), sarı (3), kahverengi (4) olan kondansatörün kapasitesini ve toleransını bulunuz.

**Çözüm:**

1. bant (1) Mavi, 1.rakam 6
2. bant (2) Gri, 2.rakam 8
3. bant (3) Sarı, Çarpan 10000
4. bant (T) Kahverengi, Tolerans

Buna göre  $68 \cdot 10000 \text{ pF} = 680000 \text{ pF} = 680 \text{ nF} = 0,68 \text{ } \mu\text{F}$ , ±%1 olarak bulunur.

**Örnek:** Gövdesi üzerindeki renk bantları sırasıyla sarı (1), mor (2), turuncu (3), kırmızı (4) olan kondansatörün kapasitesini ve toleransını bulunuz.

**Çözüm:**

1. bant (1) Sarı, 1.rakam 4
2. bant (2) Mor, 2.rakam 7
3. bant (3) Turuncu, Çarpan 1000
4. bant (T) Kırmızı, Tolerans

Buna göre  $47 \cdot 1000 \text{ pF} = 47000 \text{ pF} = 47 \text{ nF} = 0,047 \text{ } \mu\text{F}$ , ±%2 olarak bulunur.



**Örnek:** Gövdesi üzerindeki renk bantları sırasıyla kahverengi (1), siyah (2), sarı (3), siyah (4), kırmızı (5) olan kondansatörün kapasitesini, toleransını ve çalışma gerilimini bulunuz.

**Çözüm:**

1. bant (1) Kahverengi, 1.rakam 1
2. bant (2) Siyah, 2.rakam 0
3. bant (3) Sarı, Çarpan 10000
4. bant (T) Siyah, Tolerans
5. bant (V) Kırmızı, Çalışma Gerilimi

Buna göre  $10.10000 \text{ pF} = 100000 \text{ pF} = 100 \text{ nF} = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $\pm\%20$ , 200 V olarak bulunur.

**Örnek:** Gövdesi üzerindeki renk bantları sırasıyla turuncu (1), beyaz (2), kahverengi (3), altın (4), kahverengi (5) olan kondansatörün kapasitesini, toleransını ve çalışma gerilimini bulunuz.

**Çözüm:**

1. bant (1) Turuncu, 1.rakam 3
2. bant (2) Beyaz, 2.rakam 9
3. bant (3) Kahverengi, Çarpan 10
4. bant (T) Altın, Tolerans
5. bant (V) Kahverengi, Çalışma Gerilimi

Buna göre  $39.10 \text{ pF} = 390 \text{ pF} = 0,39 \text{ nF}$ ,  $\pm\%5$ , 100 V olarak bulunur.

**Örnek:** Gövdesi üzerindeki renk bantları sırasıyla sarı (1), mor (2), turuncu (3), kırmızı (4), kahverengi (5) olan kondansatörün kapasitesini, toleransını ve çalışma gerilimini bulunuz.

**Çözüm:**

1. bant (1) Sarı, 1.rakam 4
2. bant (2) Mor, 2.rakam 7
3. bant (3) Turuncu, Çarpan 1000
4. bant (T) Kırmızı, Tolerans
5. bant (V) Kahverengi, Çalışma Gerilimi

Buna göre  $47.1000 \text{ pF} = 47000 \text{ pF} = 47 \text{ nF} = 0,047 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $\pm\%2$ , 100 V olarak bulunur.

**Örnek:** Gövdesi üzerindeki renk bantları sırasıyla turuncu (1), siyah (2), turuncu (3), kahverengi (4), kırmızı (5), mor (6) olan kondansatörün kapasitesini, toleransını, çalışma gerilimini ve sıcaklık katsayısını bulunuz.

**Çözüm:**

1. bant (1) Turuncu, 1.rakam 3
2. bant (2) Siyah, 2.rakam 0
3. bant (3) Turuncu, Çarpan 1000
4. bant (T) Kahverengi, Tolerans
5. bant (V) Kırmızı, Çalışma Gerilimi
6. bant (TC) Mor, Sıcaklık Katsayısı

Buna göre  $30.1000 \text{ pF} = 30000 \text{ pF} = 30 \text{ nF} = 0,030 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $\pm\%1$ , 200V ,  $-750 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$  olarak bulunur.



## 4.2.2. Kondansatör Harf ve Rakam Kodları

Büyük silindirik kondansatörlerde kapasite değeri genellikle kondansatörün gövdesi üzerine yazılır. Görsel 4.24'te bir elektrolitik kondansatörün etiket değerleri ve negatif uç göstergesi verilmiştir.

Birçok kondansatörün kapasite ve tolerans değerlerini tanımlamak için gövdesinde rakamlar ve harfler yazılıdır. Kondansatörlerin kapasite değerleri pF, nF veya  $\mu\text{F}$  cinsinden ölçülür. Seramik kondansatörlerin üzerine kapasite değerini yazmak için çok küçük bir alanı vardır. Genellikle seramik, tantal, film kondansatörlerin kapasitesi pF ile ifade edilir. Farklı kodlar için bu değerler arasındaki ilişki Tablo 4.13'te gösterilmiştir. Bu tablodan kapasite birimleri net bir şekilde anlaşılabilir. Aralarındaki temel ilişki  $1 \mu\text{F} = 1000 \text{ nF} = 1000000 \text{ pF}$  olarak bulunur.



Görsel 4.24: Kondansatör etiket değerleri ve negatif uç göstergesi

Tablo 4.13: Kondansatör Gövdesi Üzerinde Yazan Rakam Kodları

Kondansatör Üzerinde Yazan Kod	pikoFarad (pF)	nanoFarad (nF)	mikroFarad ( $\mu\text{F}$ )
100	10	0,01	0,00001
150	15	0,015	0,000015
220	22	0,022	0,000022
330	33	0,033	0,000033
470	47	0,047	0,000047
101	100	0,1	0,0001
121	120	0,12	0,00012
131	130	0,13	0,00013
151	150	0,15	0,00015
181	180	0,18	0,00018
221	220	0,22	0,00022
331	330	0,33	0,00033
471	470	0,47	0,00047
561	560	0,56	0,00056
681	680	0,68	0,00068
751	750	0,75	0,00075
821	820	0,82	0,00082
102	1000	1	0,001
152	1500	1,5	0,0015
202	2000	2	0,002
222	2200	2,2	0,0022
332	3300	3,3	0,0033





103	10000	10	0,01
273	27000	27	0,027
104	100000	100	0,1
334	330000	330	0,33
p22	0,22	0,00022	0,00000022
2p2	2,2	0,0022	0,0000022
n22	220	0,22	0,00022
2n2	2200	2,2	0,0022
.047	47000	47	0,047

Belirli tolerans değeri gösterimi için harfler Tablo 4.14'te verilmiştir.

**Tablo 4.14: Kondansatör Tolerans Harf Kodları**

Tolerans Harf Kodları	Tolerans Değeri
A	$\pm 0,05$ pF
B	$\pm 0,1$ pF
C	$\pm 0,25$ pF
D	$\pm 0,5$ pF
E	$\pm 0,5$
F	$\pm 1$
G	$\pm 2$
H	$\pm 3$
J	$\pm 5$
K	$\pm 10$
L	$\pm 15$
M	$\pm 20$
N	$\pm 30$
P	$-0, + 100$
S	$-20, + 50$
W	$-0, + 200$
X	$-20, + 40$
Z	$-20, + 80$

**Örnek:** Bir kondansatörün gövdesi üzerinde 22 M yazılıdır. Bu harf ve rakam kodlarına göre kondansatörün hangi parametreleri elde edilebilir?

**Çözüm:** İki sayısal değer varsa kapasite değeri pF cinsinden elde edilir. M harfi ise tolerans değeri için harf kodudur. Tablo 4.11'den yararlanılarak tolerans değeri bulunabilir. Buna göre kondansatörün kapasite değeri 22 pF, tolerans değeri  $\pm 20$  olarak tespit edilir.



**Örnek:** Bir kondansatörün gövdesi üzerinde 4n1J yazılıdır. Bu harf ve rakam kodlarına göre kondansatörün hangi parametreleri elde edilebilir?

**Çözüm:** n harfi birim olarak nF birimini belirtmek için kullanılmıştır. n harfi rakamların arasında olduğu için sayıdaki ondalık noktasını gösterir. J harfi ise tolerans değeri için harf kodudur. Buna göre kondansatörün kapasite değeri 4,1 nF, tolerans değeri  $\pm 5\%$  olarak tespit edilir.

**Örnek:** Bir kondansatörün gövdesi üzerinde p45 yazılıdır. Bu harf ve rakam kodlarına göre kondansatörün hangi parametreleri elde edilebilir?

**Çözüm:** p harfi birim olarak pF birimini belirtmek için kullanılmıştır. p harfi rakamlardan önce yazıldığı için sayıdaki ondalık noktasını gösterir. Buna göre kondansatörün kapasite değeri 0,45 pF olarak tespit edilir.

**Örnek:** Bir kondansatörün gövdesi üzerinde 471 yazılıdır. Bu kodlara göre kondansatörün hangi parametreleri elde edilebilir?

**Çözüm:** Üç basamaklı sayı gösteriminde üçüncü sayı çarpan ya da ilk iki rakamın yanına eklenecek sıfır sayısını gösterir. Buna göre kondansatörün kapasite değeri  $47 \cdot 10 = 470$  pF olarak tespit edilir.

**Örnek:** Bir kondansatörün gövdesi üzerinde 47 yazılıdır. Bu kodlara göre kondansatörün hangi parametreleri elde edilebilir?

**Çözüm:** İki sayısal değer varsa kapasite değeri pF cinsinden elde edilir. Buna göre kondansatörün kapasite değeri 47 pF olarak tespit edilir.

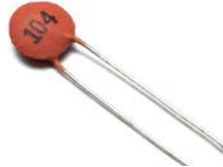
**Örnek:** Görsel 4.25'te verilen kondansatörün gövdesi üzerinde üstte 400 V ve altta 473 J kodları görülmektedir. Bu harf ve rakam kodlarına göre kondansatörün hangi parametreleri elde edilebilir?



**Görsel 4.25: Kondansatör rakam kodları**

**Çözüm:** 473J kodunda 4 ve 7 birinci ve ikinci rakamı, 3 ise çarpan ya da ilk iki rakamın yanına eklenecek sıfır sayısını gösterir. J harfi ise tolerans değeri için harf kodudur. Tablo 4.11'den yararlanılarak tolerans değeri bulunabilir. 400 V ifadesi ise azami çalışma gerilimini gösterir. Buna göre kondansatörün kapasite değeri  $47 \cdot 1000 = 47000$  pF = 47 nF = 0,047  $\mu$ F, tolerans değeri  $\pm 5\%$ , azami çalışma gerilimi 400 V olarak tespit edilir.

**Örnek:** Görsel 4.26'da verilen kondansatörün gövdesi üzerinde 104 yazılıdır. Bu harf ve rakam kodlarına göre kondansatörün hangi parametreleri elde edilebilir?

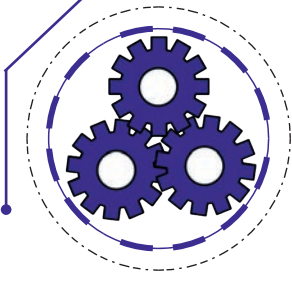
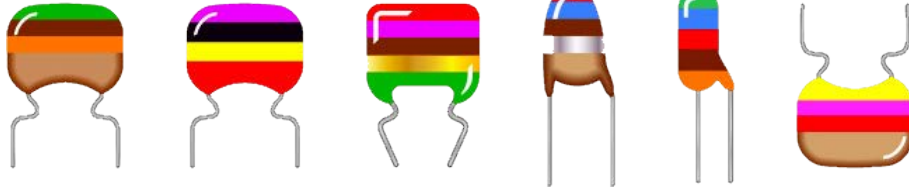


**Görsel 4.26: Kondansatör rakam kodları**

**Çözüm:** Üç basamaklı sayı gösteriminde üçüncü sayı çarpan ya da ilk iki rakamın (10'un) yanına eklenecek sıfır sayısını gösterir. Buna göre kondansatörün kapasite değeri  $10 \cdot 10000 = 100000$  pF = 100 nF = 0,1  $\mu$ F olarak tespit edilir.

**UYGULAMA 4.2:****Renk Kodlarına Göre Kondansatör Değerlerinin Tespit Edilmesi**

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak kondansatörlerin renk bantlarına ve yapısına göre kapasitesini ve çalışma gerilimini tespit etmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler****Görsel 4.27: Kondansatör renk kodları****Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık**

Adı	Özelliği	Miktarı
Kondansatör	Dört Renk Bantlı	1 Adet
Kondansatör	Beş Renk Bantlı	1 Adet
Kondansatör	Altı Renk Bantlı	1 Adet

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak gereksiz malzemeler bulundurulmamalıdır.
2. Öğretmen tarafından verilen çeşitli renk bantlarına sahip kondansatörler elle ve gözle kontrol edilir.
3. Kondansatörlerin üzerindeki renkler sırasıyla (genellikle üstten aşağıya doğru) tespit edilir.
4. Kondansatör renk bantlarına göre kondansatörün tespit edilen parametrelerine ilişkin Tablo 4.15 doldurulur.
5. Yapılan işlemlerle ilgili gözlemler sonuç kısmına yazılır.
6. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

**Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler**



## Alınan Değerler ve Sonuç

Tablo 4.15: Renk Kodlarına Göre Kondansatör Değerlerinin Tespit Edilmesi

RENK KODLARINA GÖRE KONDANSATÖR DEĞERLERİNİN TESPİT EDİLMESİ						
Sıra No	Renkleri		Kapasitesi	Toleransı (%)	Çalışma Gerilimi (V)	Sıcaklık Katsayısı (TC)
1	1.renk					
	2.renk					
	3.renk					
	4.renk					
2	1.renk					
	2.renk					
	3.renk					
	4.renk					
	5.renk					
3	1.renk					
	2.renk					
	3.renk					
	4.renk					
	5.renk					
	6.renk					

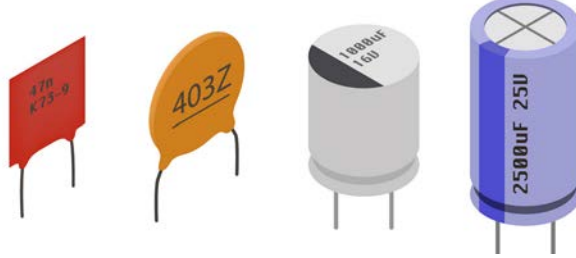
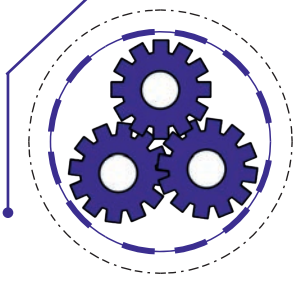
## Sonuç

Yaptığınız işlemlerle ilgili gözlemlerinizi kısaca yazınız.

	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Öğrencinin Adı Soyadı								
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

**UYGULAMA 4.3:****Harf ve Rakam Kodlarına Göre Kondansatör Değerlerinin Tespit Edilmesi**

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak kondansatörlerin harf ve rakam kodlarına, yapısına göre kapasitesini ve çalışma gerilimini tespit etmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**

Görsel 4.28: Kondansatör üzerindeki harf ve rakam kodları

**Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık**

Adı	Özelliği	Miktarı
Kondansatör	Üzerinde farklı harf ve rakam kodları bulunan	8 Adet

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak gereksiz malzemeler bulundurulmamalıdır.
2. Öğretmen tarafından verilen çeşitli harf ve rakam kodlarına sahip kondansatörler elle ve gözle kontrol edilir.
3. Kondansatörlerin üzerindeki harfler ve rakamlar sırasıyla tespit edilir.
4. Kondansatör harf ve rakam kodlarına göre kondansatörün tespit edilen parametrelerine ilişkin Tablo 4.16 doldurulur.
5. Yapılan işlemlerle ilgili gözlemler sonuç kısmına yazılır.
6. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.





**Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler****Alınan Değerler ve Sonuç**

Tablo 4.16 (a): Harf ve Rakam Kodlarına Göre Kondansatör Değerlerinin Tespit Edilmesi

HARF VE RAKAM KODLARINA GÖRE KONDANSATÖR DEĞERLERİNİN TESPİT EDİLMESİ			
Kondansatör Üzerindeki Harf ve Rakam Kodları	Kapasitesi	Toleransı (%)	Çalışma Gerilimi (V)
5n6D 250			
n47H			
.047J 250			



Tablo 4.16 (b): Harf ve Rakam Kodlarına Göre Kondansatör Değerlerinin Tespit Edilmesi

HARF VE RAKAM KODLARINA GÖRE KONDANSATÖR DEĞERLERİNİN TESPİT EDİLMESİ			
Kondansatör Üzerindeki Harf ve Rakam Kodları	Kapasitesi	Toleransı (%)	Çalışma Gerilimi (V)
			
			
			
			

### Sonuç

Yaptığınız işlemlerle ilgili gözlemlerinizi kısaca yazınız.

		DEĞERLENDİRME FORMU					TARİH	...../...../20....
Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



## 4.3. KONDANSATÖR BAĞLANTILARINI YAPMA



**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak kondansatör bağlantılarını yapmak

**GİRİŞ:** Birden çok kondansatörün kullanıldığı devrelerde, devredeki kondansatörlerin depolayabileceği yükü tek başına depolayabilen kondansatörün kapasitesine, devrenin eş değer kapasitesi denir. Eş değer kapasite,  $C_{eş}$  ile gösterilir. Eş değer kapasitenin büyüklüğü kondansatörlerin kapasitelerine ve bağlanma şekillerine göre değişir. Kondansatörlü devreler seri, paralel veya her iki bağlama şeklinin de kullanıldığı karışık devreler şeklinde olabilir.

Bu bölümde kondansatörlerin seri, paralel ve karışık bağlantıları ile ölçü aletleriyle bilinmeyen eş değer kapasite ölçme işlemi anlatılacaktır.

### 4.3.1. Seri Bağlantı

Kondansatörlerde seri bağlantı; iki veya daha fazla kondansatörün tek bir bağlanması [bir kondansatörün artı (+) ucunun bir sonraki kondansatörün eksi (-) ucuna bağlanması] şeklindedir (Görsel 4.29).

Seri bağlı tüm kondansatörler eşit şarj ve eşit şarj akımına sahiptir. Seri devrede tüm kondansatörlerde depolanan yük aynıdır.

Kondansatörler seri bağlandığında eş değer kapasite, seri bağlı kondansatörlerin kapasitelerinin tersleri toplamının tersine eşittir. Seri bağlantıdaki eş değer kapasite, devredeki en küçük kapasite değerinden daha küçüktür. Seri bağlantıda toplam kapasite azalır. Şekil 4.18'de iki kondansatörün seri bağlantısı verilmiştir.

Eş değer kapasite denklemi

$$C_{eş} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}} \quad C_{eş} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

Şekil 4.19'da çok sayıda kondansatörün seri bağlantısı verilmiştir. Seri bağlı kondansatör sayısı n harfi ile ifade edilmiştir.

Eş değer kapasite denklemi

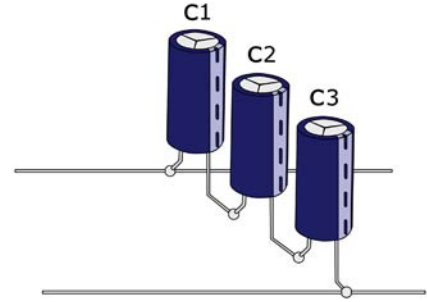
$$\frac{1}{C_{eş}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

**Örnek:** Aşağıdaki şekilde  $C_1 = 12 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 6 \mu\text{F}$  ise eş değer kapasite değerini bulunuz.



**Çözüm:** Kondansatörler birbirine seri bağlıdır. Buna göre eş değer kapasite;

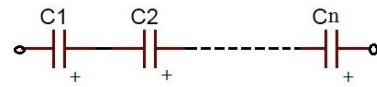
$$C_{eş} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{12 \cdot 6}{12 + 6} = \frac{72}{18} = 4 \mu\text{F} \text{ dir.}$$



Görsel 4.29: Kondansatörlerin seri bağlanması



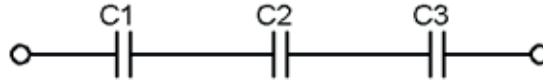
Şekil: 4.18: İki kondansatörün seri bağlantısı



Şekil: 4.19: Çok sayıda kondansatörün seri bağlantısı



**Örnek:** Aşağıdaki şekilde  $C_1 = 12 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 24 \mu\text{F}$ ,  $C_3 = 8 \mu\text{F}$  ise eş değer kapasite değerini bulunuz.



**Çözüm:** Kondansatörler birbirine seri bağlıdır. Buna göre eş değer kapasite;

$$\frac{1}{C_{eş}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{12} + \frac{1}{24} + \frac{1}{8} = \frac{2}{24} + \frac{1}{24} + \frac{3}{24} = \frac{6}{24} \quad C_{eş} = \frac{24}{6} = 4 \mu\text{F} \text{ olarak bulunur.}$$

### 4.3.2. Paralel Bağlantı

Kondansatörlerde paralel bağlantı iki veya daha fazla kondansatörün eksi (-) işaretli uçlarının bir noktaya, artı (+) işaretli uçlarının diğer bir noktaya bağlanması şeklindedir (Görsel 4.30).

Devredeki şarj akımı paralel bağlı tüm kondansatörlere dağıtılır. Paralel devrede toplam yük paralel bağlı kondansatörler arasında bölünür.

Kondansatörler paralel bağlandığında eş değer kapasite, paralel bağlı kondansatörlerin kapasitelerinin toplamına eşittir. Paralel bağlantıdaki eş değer kapasite, devredeki en büyük kapasite değerinden daha büyüktür. Paralel bağlantıda toplam kapasite artar. Paralel bağlantı daha yüksek kapasite değerlerinin gerekli olduğu bazı uygulamalarda kullanılır. Bazı DC (doğru akım) güç kaynaklarında daha iyi filtreleme için üstün dalgalanma faktörüne sahip küçük kondansatörler kullanılır. Kapasite değerini artırmak için bu tip kondansatörler paralel bağlanır.

Şekil 4.20'de iki kondansatörün paralel bağlantısı verilmiştir.

Eş değer kapasite denklemi

$$C_{eş} = C_1 + C_2$$

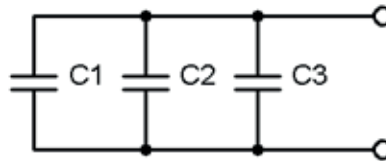
Şekil 4.21'de çok sayıda kondansatörün paralel bağlantısı verilmiştir.

Paralel bağlı kondansatör sayısı  $n$  harfi ile ifade edilmiştir.

Eş değer kapasite denklemi

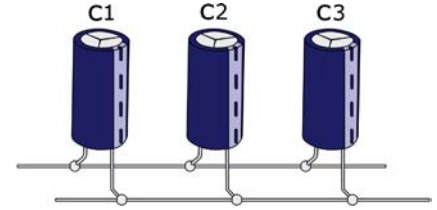
$$C_{eş} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

**Örnek:** Aşağıdaki şekilde  $C_1 = 12 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 24 \mu\text{F}$ ,  $C_3 = 8 \mu\text{F}$  ise eş değer kapasite değerini bulunuz.

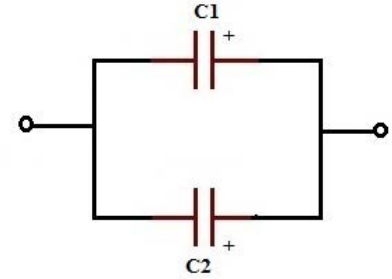


**Çözüm:** Kondansatörler birbirine paralel bağlıdır. Buna göre eş değer kapasite;

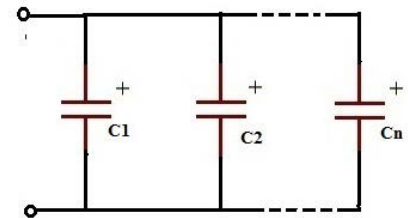
$$C_{eş} = C_1 + C_2 + C_3 = 12 + 24 + 8 = 44 \mu\text{F} \text{ olarak bulunur.}$$



Görsel 4.30: Kondansatörlerin paralel bağlanması



Şekil: 4.20: İki Kondansatörün paralel bağlantısı



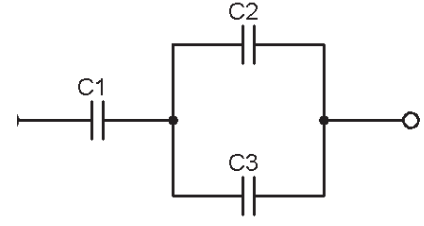
Şekil: 4.21: Çok sayıda kondansatörün paralel bağlantısı





### 4.3.3. Karışık (Seri-Paralel) Bağlantı

Kondansatörlerde karışık bağlantı, seri ve paralel bağlantının her ikisinin de kullanıldığı bağlantılardır. Hem seri hem de paralel bağlanmış kondansatörleri içeren bu tür devrelerde çözüm yapılırken ilk önce kendi aralarında seri veya paralel bağlanmış kondansatörlerden başlanır. Daha sonra diğer kondansatörler ile bağlama şekillerine göre yeniden değerlendirilerek sondan başa doğru adım adım hesap yapılır. Şekil 4.22'de kondansatörlerin karışık bağlantısına örnek verilmiştir.

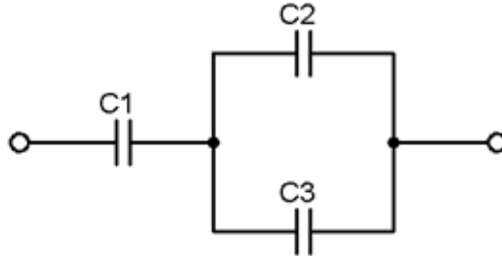


Şekil: 4.22: Kondansatörlerin karışık bağlantısı

Eş değer kapasite denklemi

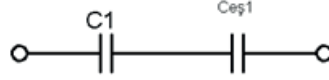
$$C_{eş} = C_1 + (C_2 // C_3) = \frac{C_1 \cdot (C_2 + C_3)}{C_1 + C_2 + C_3}$$

**Örnek:** Aşağıdaki şekilde  $C_1 = 8 \mu F$ ,  $C_2 = 8 \mu F$ ,  $C_3 = 16 \mu F$  ise eş değer kapasite değerini bulunuz.



**Çözüm:**  $C_2$  ve  $C_3$  kondansatörleri birbirine paralel bağlıdır.  $C_{eş1}$ 'i bulduktan sonra bağlantı aşağıdaki gibi olur.

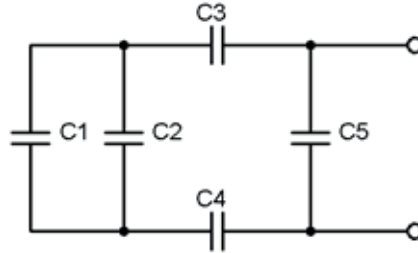
$$C_{eş1} = C_2 + C_3 = 8 + 16 = 24 \mu F$$



$C_1$  ve  $C_{eş1}$  kondansatörleri birbirine seri bağlıdır. Buna göre eş değer kapasite;

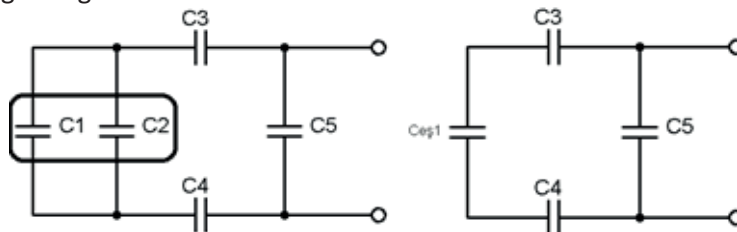
$$C_{eş} = \frac{C_1 \cdot C_{eş1}}{C_1 + C_{eş1}} = \frac{8 \cdot 24}{8 + 24} = \frac{192}{32} = 6 \mu F \text{ olarak bulunur.}$$

**Örnek:** Aşağıdaki şekilde  $C_1 = 8 \mu F$ ,  $C_2 = 4 \mu F$ ,  $C_3 = 3 \mu F$ ,  $C_4 = 12 \mu F$ ,  $C_5 = 3 \mu F$  ise eş değer kapasite değerini bulunuz.



**Çözüm:**  $C_1$  ve  $C_2$  kondansatörleri birbirine paralel bağlıdır. Bu iki kondansatörün eş değeri bulunmalıdır.  $C_{eş1}$ 'i bulduktan sonra bağlantı aşağıdaki gibi olur.

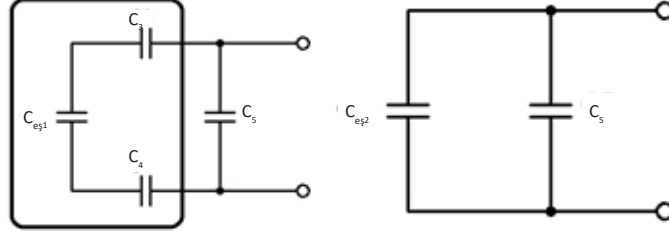
$$C_{eş1} = C_1 + C_2 = 8 + 4 = 12 \mu F$$





Ceş1, C3 ve C4 kondansatörleri birbirine seri bağlıdır. Bu kondansatörlerin eş değeri bulunmalıdır. Ceş2 bulunduktan sonra bağlantı aşağıdaki gibi olur.

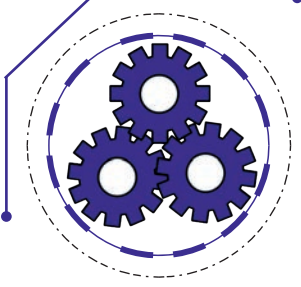
$$\frac{1}{C_{eş2}} = \frac{1}{C_{eş1}} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4} = \frac{1}{12} + \frac{1}{3} + \frac{1}{12} = \frac{1}{12} + \frac{4}{12} + \frac{1}{12} = \frac{6}{12} \quad C_{eş2} = \frac{12}{6} = 2 \mu F$$



Kalan iki kondansatör, Ceş2 ve C5 birbirine paralel bağlıdır. İkisinin eş değeri, toplam eş değer kapasiteyi verir.

$$C_{eş} = C_{eş2} + C_5 = 2 + 3 = 5 \mu F \text{ olarak bulunur.}$$

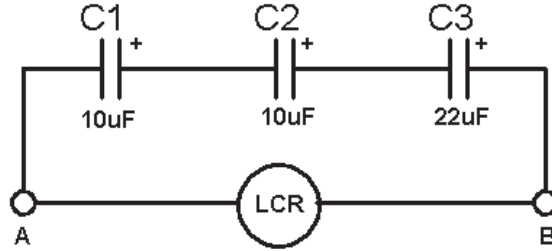
#### UYGULAMA 4.4:



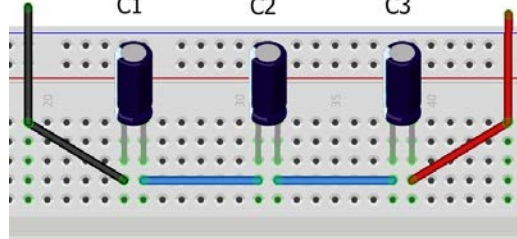
#### Kondansatörlerin Seri Bağlanması

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak kondansatörlerin seri bağlantılarını yapmak, ölçü aletleri ile bilinmeyen ölçümleri yapmak, hesap yoluyla bulunanlarla karşılaştırmak

#### Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler



Şekil 4.23: Kondansatörlerin seri bağlanması



Görsel 4.31: Kondansatörlerin seri bağlanması

#### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Kondansatör (C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> )	10 μF	2 Adet
Kondansatör (C <sub>3</sub> )	22 μF	1 Adet
Breadboard	830 pin	1 Adet
LCRmetre / Multimetre (AVOmetre)	Dijital multimetre kullanılacaksa kapasite ölçme özelliği olmalıdır.	1 Adet
Bağlantı Kablosu	Zil teli	-



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak gereksiz malzemeler bulundurulmamalıdır.
2. Öğretmen tarafından verilen kondansatörler elle ve gözle kontrol edilir.
3. Şekil 4.23 ve Görsel 4.31'den yararlanılarak breadboard üzerinde kondansatörlerin seri bağlantısı yapılır.
4. Seri bağlı kondansatörlerin A-B uçları arası eş değer kapasitesi hesaplanarak hesaplama sonuçları Tablo 4.17'ye kaydedilir.
5. LCRmetre veya kapasite ölçme özelliği bulunan dijital multimetre (AVOmetre) ile seri bağlı kondansatörlerin A-B uçları arası eş değer kapasitesi ölçülür ve bulunan ölçüm sonucu Tablo 4.17'ye kaydedilir.
6. Ölçüm sonuçları ile hesaplama sonuçları karşılaştırılır.
7. Yapılan işlemlerle ilgili gözlemler sonuç kısmına yazılır.
8. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

#### Alınan Değerler

Tablo 4.17: Kondansatörlerin Seri Bağlantısında Eş Değer Kapasite

KONDANSATÖRLERİN SERİ BAĞLANMASI	
Eş Değer Kapasite (Ceş)	
Hesaplanan	Ölçülen

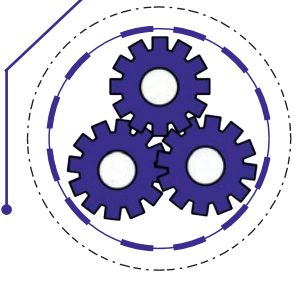
#### Sonuç

Yaptığınız işlemlerle ilgili gözlemlerinizi kısaca yazınız.

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



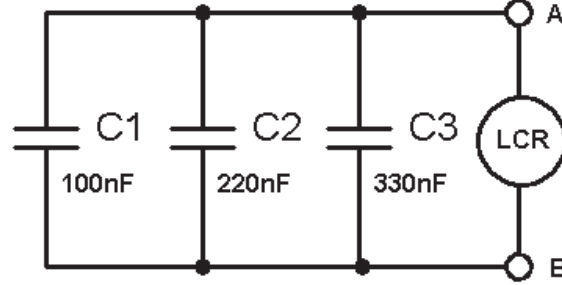
### UYGULAMA 4.5:



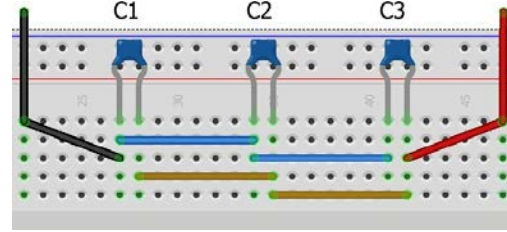
### Kondansatörlerin Paralel Bağlanması

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak kondansatörlerin paralel bağlantılarını yapmak, ölçü aletleri ile bilinmeyen ölçümleri yapmak, hesap yoluyla bulunanlarla karşılaştırmak

### Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler



Şekil 4.24: Kondansatörlerin paralel bağlanması



Görsel 4.32: Kondansatörlerin paralel bağlanması

### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Kondansatör (C1)	100 nF	1 Adet
Kondansatör (C2)	220 nF	1 Adet
Kondansatör (C3)	330 nF	1 Adet
Breadboard	830 pin	1 Adet
LCRmetre / Multimetre (AVOmetre)	Dijital multimetre kullanılacaksa kapasite ölçme özelliği olmalıdır.	1 Adet
Bağlantı Kablosu	Zil teli	-

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak gereksiz malzemeler bulundurulmamalıdır.
2. Öğretmen tarafından verilen kondansatörler elle ve gözle kontrol edilir.
3. Şekil 4.24 ve Görsel 4.32'den yararlanılarak breadboard üzerinde kondansatörlerin paralel bağlantısı yapılır.
4. Paralel bağlı kondansatörlerin A-B uçları arası eş değer kapasitesi hesaplanarak hesaplama sonuçları Tablo 4.18'e kaydedilir.
5. LCRmetre veya kapasite ölçme özelliği bulunan dijital multimetre (AVOmetre) ile paralel bağlı kondansatörlerin A-B uçları arası eş değer kapasitesi ölçülür ve bulunan ölçüm sonucu Tablo 4.18'e kaydedilir.



- Ölçüm sonuçları ile hesaplama sonuçları karşılaştırılır.
- Yapılan işlemlerle ilgili gözlemler sonuç kısmına yazılır.
- Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

### Alınan Değerler ve Sonuç

Tablo 4.18: Kondansatörlerin Paralel Bağlantısında Eş Değer Kapasite

KONDANSATÖRLERİN PARALEL BAĞLANMASI	
Eş Değer Kapasite (Ceş)	
Hesaplanan	Ölçülen

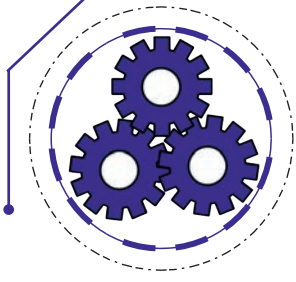
### Sonuç

Yaptığınız işlemlerle ilgili gözlemlerinizi kısaca yazınız.

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



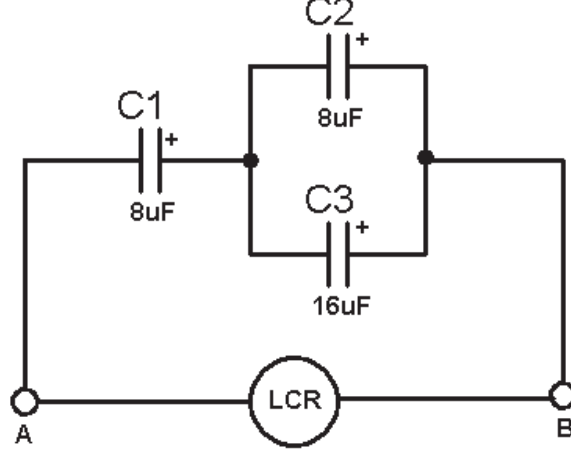
### UYGULAMA 4.6:



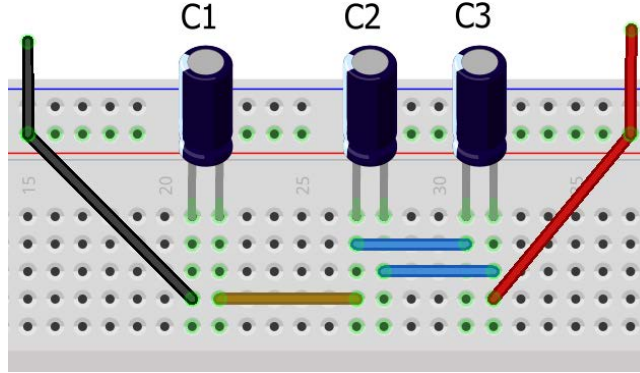
### Kondansatörlerin Karışık (Seri-Paralel) Bağlanması

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak kondansatörlerin karışık bağlantılarını yapmak, ölçü aletleri ile bilinmeyen ölçümleri yapmak, hesap yoluyla bulunanlarla karşılaştırmak

### Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler



Şekil 4.25: Kondansatörlerin karışık bağlanması



Görsel 4.33: Kondansatörlerin karışık bağlanması

### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Kondansatör (C1, C2)	8 $\mu$ F	2 Adet
Kondansatör (C3)	16 $\mu$ F	1 Adet
Breadboard	830 pin	1 Adet
LCRmetre / Multimetre (AVOmetre)	Dijital multimetre kullanılıncaksa kapasite ölçme özelliği olmalıdır.	1 Adet
Bağlantı Kablosu	Zil teli	-

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak gereksiz malzemeler bulundurulmamalıdır.
2. Öğretmen tarafından verilen kondansatörler elle ve gözle kontrol edilir.



- Şekil 4.25 ve Görsel 4.33'ten yararlanılarak breadboard üzerinde kondansatörlerin karışık bağlantısı yapılır.
- Karışık bağlı kondansatörlerin A-B uçları arası eş değer kapasitesi hesaplanarak hesaplama sonuçları Tablo 4.19'a kaydedilir.
- LCRmetre veya kapasite ölçme özelliği bulunan dijital multimetre (AVOmetre) ile karışık bağlı kondansatörlerin A-B uçları arası eş değer kapasitesi ölçülür ve bulunan ölçüm sonucu Tablo 4.19'a kaydedilir.
- Ölçüm sonuçları ile hesaplama sonuçları karşılaştırılır.
- Yapılan işlemlerle ilgili gözlemler sonuç kısmına yazılır.
- Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

#### Alınan Değerler

Tablo 4.19: Kondansatörlerin Karışık Bağlantısında Eş Değer Kapasite

KONDANSATÖRLERİN KARIŞIK BAĞLANMASI	
Eş Değer Kapasite (Ceş)	
Hesaplanan	Ölçülen

#### Sonuç

Yaptığınız işlemlerle ilgili gözlemlerinizi kısaca yazınız.

DEĞERLENDİRME FORMU							TARİH	...../...../20....
Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



## 4.4. KONDANSATÖRLERİ TEST ETME



**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak kondansatörleri test etmek

**GİRİŞ:** Bir kondansatörün düzgün çalışıp çalışmadığını test etmek için farklı yöntemler vardır. Test etmenin en kolay ve en hızlı yollarından biri, kapasite ölçme özellikli dijital multimetre kullanmaktır. Orta ve üst düzey dijital multimetrelerin çoğu bu işlevi yerine getirir. Ayrıca LCRmetre ile kapasite ölçümü kolayca yapılabilir.

Bu bölümde sağlam kondansatör özellikleri ve sağlamlık testi, kondansatörlerin kısa ve açık devre özelliklerini ölçme, kondansatörlerdeki sızıntı (kaçak) akımını ölçme işlemi anlatılacaktır.

### 4.4.1. Sağlam Kondansatörün Özellikleri ve Kondansatör Sağlamlık Testi

Tüm elektrikli ve elektronik bileşenler gibi bir kondansatör de sivri uçlara duyarlıdır. Bu tür gerilim dalgalanmaları kondansatörlere kalıcı olarak zarar verebilir. Elektrolitik kondansatör, kısa bir süre içinde daha fazla akımın boşaltılması nedeniyle bozulur. Zaman içinde kuruma nedeniyle şarjı tutamaz. Elektrolitik olmayan kondansatörler ise kaçaklar nedeniyle arızalanır.

Kondansatörler için bazı güvenlik önlemleri alınmalıdır. Kondansatörler, elektrik enerjisini küçük miktarlardan büyük miktarlara depolayan aygıtlardır. Bu yüksek enerjiden dolayı güç bağlantısı kesilmiş olsa bile elektrik yükü gözlemlenebilir. Bazen bu yüksek enerjili kondansatörler, devre bileşenlerine zarar verebilir. Bu problemlerden kaçınmak için yapılması gereken en iyi şey, elektrik devrelerinde kullanmadan önce kondansatörleri deşarj etmektir.

Kondansatörlerin sağlamlık testi değişik ölçü aletleri ve tekniklerle yapılabilir. En yaygın kullanılan yöntemler; kapasite ölçümü yapabilen dijital multimetre (AVOmetre), analog multimetre (AVOmetre) veya LCRmetre kullanmaktır. Ayrıca sadece kapasite ölçümü yapan kapasitemetreler de bulunmaktadır.

#### • Dijital Multimetre (AVOmetre) ile Sağlamlık Testi

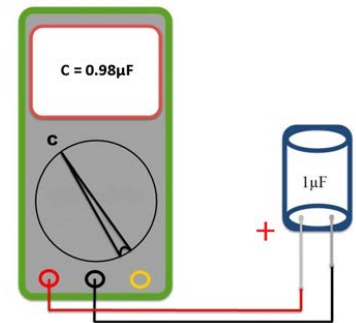
Dijital multimetrelerdeki kapasiteölçer kondansatörün kapasitesini gösterir. Ancak bazıları ESR (eş değer seri direnç), sızıntı (kaçak) akımı gibi diğer parametreleri de gösterir.

Kapasite ölçme özelliğine sahip dijital multimetre kullanarak bir kondansatörü test etmek için aşağıdaki adımlar uygulanır. Bu yöntem kullanılarak birkaç nanoFarad'dan birkaç yüz mikroFarad'a kadar değişen kondansatörler ölçülebilir (Görsel 4.34, Şekil 4.26).

- Kondansatör devrede ise devre kartından çıkartılır ve tamamen deşarj edilir (boşaltılır).
- Kondansatörün gövdesi üzerinde kapasite değeri yazıyorsa bu değer not edilir.
- Dijital multimetrede ölçme kademesi kapasite konumuna getirilir.
- Multimetrenin ölçme problemleri kondansatörün ayaklarına bağlanır. Polarize (kutuplu) bir kondansatör olması durumunda kırmızı prob, kondansatörün artı (+) terminaline (genellikle daha uzun uç) ve siyah prob, kondansatörün eksi (-) terminaline bağlanır. Kutuplu olmayan kondansatör olması durumunda her iki şekilde de bağlanır.



Görsel 4.34: Kondansatörün dijital multimetre ile testi



Şekil 4.26: Kondansatörün dijital multimetre ile testi





- Dijital multimetre ekranındaki değerler takip edilir. Multimetre okumaları kondansatörün gövdesi üzerinde yazan gerçek kapasite değerine daha yakınsa kondansatör sağlamdır. Gerçek kapasite değeri ile ölçülen okuma arasındaki fark önemli ölçüde büyükse veya sıfırsa kondansatör bozuktur.

Ölçü aletinin değer ekranında kapasite değeri yerine 1 ifadesinin görülmesi küçük bir kademe seçildiğini gösterir. Bu durumda kademe büyütülmelidir. Değer ekranında 0 ifadesinin görülmesi büyük bir kademe seçildiğini gösterir. Bu durumda kademe küçültülmelidir. Aynı zamanda okunan değerde hassasiyet arttırılmak isteniyorsa (100  $\mu$ F yerine 99,6  $\mu$ F gibi) kademe küçültülmelidir.

#### • Analog Multimetre (AVOmetre) ile Sağlamlık Testi

Dijital multimetreler gibi analog multimetreler; Akım (A), Gerilim (V) ve Direnç ( $\Omega$ ) gibi farklı elektriksel büyüklükleri ölçebilir. Analog multimetre kullanarak bir kondansatörü test etmek için ölçü aletinin ohmmetre işlevi kullanılır.

Analog multimetre kullanarak bir kondansatörü test etmek için aşağıdaki işlemler uygulanır (Görsel 4.35, Şekil 4.27).

- Kondansatör devrede ise devre kartından çıkartılır ve tamamen deşarj edilir (boşaltılır).
- Analog multimetre direnç ölçme (ohmmetre) konumuna ayarlanır. Küçük kapasiteli kondansatörlerin (1 pF - 1  $\mu$ F) ölçümü yapılırken ölçü aleti (ohm) kademesinde X1K, X10K veya X100K konumunda olmalıdır. Büyük kapasiteli kondansatörlerin (1-38000  $\mu$ F) sağlamlık testi yapılırken ise kademe anahtarı X10, X100 konumuna alınır.
- Multimetrenin ölçme problemleri kondansatörün ayaklarına bağlanır. Polarize (kutuplu) bir kondansatör olması durumunda siyah prob (aletin içindeki pilin artısı), kondansatörün artı (+) terminaline (genellikle daha uzun uç) ve kırmızı prob (aletin içindeki pilin eksisi), kondansatörün eksi (-) terminaline bağlanır. Kutuplu olmayan kondansatör olması durumunda her iki şekilde de bağlanır.
- Sağlam bir kondansatör için direnç başlangıçta düşük olacak (çok sapma görülecek) ve kademeli olarak direnç artacaktır (sapma azalacak). Direnç her zaman düşükse (ibre sıfıra yakınsa) kondansatör kısa devre olmuştur. Ölçü aletinin ibresi hiç hareket etmiyor veya direnç her zaman çok yüksek ise kondansatör açık devre olmuştur. Her iki durumda da kondansatör bozuktur. Ölçü aletinin ibresi sıfıra ya da sıfıra yakın saptıktan sonra sapma yavaş yavaş azalıyor ancak ibre tamamen başa dönmüyorsa kondansatör sızıntılıdır. Buna **yarı kısa devre durumu** da denir.

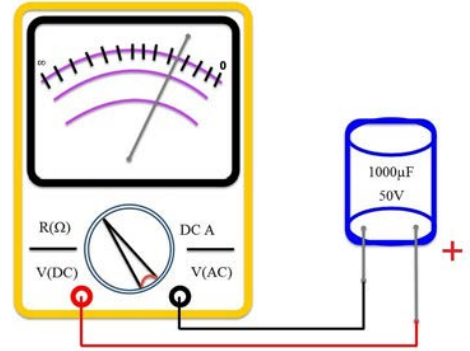
#### • LCRmetre ile Sağlamlık Testi

Kapasite değeri ölçülmek istenen veya arıza sebebiyle gerçek kapasite değerinde olup olmadığı bilinmeyen kondansatörler LCRmetreler (L: Endüktans, C: Kapasitans, R: Direnç) ile tam olarak tespit edilebilir.

LCRmetre ile kondansatör testi veya kapasite ölçümünde ölçü aletinin üzerinde bulunan Lx ve Cx prob soketleri kullanılır. Ölçülecek kondansatörün kapasite değeri biliniyorsa kademe seçimi ölçülecek kondansatörün kapasite değerine uygun yapılmalıdır.



Görsel 4.35: Kondansatörün analog AVOmetre ile test kademesi



Şekil 4.27: Kondansatörün analog multimetre ile testi



Kondansatör ölçü aleti problemlerine bağlandıktan sonra ölçü aletinin değer ekranında kapasite değeri yerine 1 ifadesinin görülmesi küçük bir kademe seçildiğini gösterir. Bu durumda kademe büyültülmelidir. Değer ekranında 0 ifadesinin görülmesi büyük bir kademe seçildiğini gösterir. Bu durumda kademe küçültülmelidir (Görsel 4.36).

LCRmetre ekranında görülen kapasite değeri ile kondansatör üzerinde yazan kapasite değeri arasındaki fark, kondansatörün toleransı ve ölçü aletinin ölçme hatasından kaynaklanmaktadır.

**Görsel 4.36: Kondansatörün LCRmetre ile testi**



## 4.4.2. Kondansatörlerin Kısa ve Açık Devre Özellikleri

Kondansatörler, uygun şartlarda çalıştırıldığında bozulmayan ve devrede kararlı çalışan elemanlardır. Uygun çalışma gerilimi ve sıcaklıkta ömürleri oldukça uzundur. Ancak bazen kondansatörlerde arıza meydana gelebilir.

- **Kısa Devre:** Yüksek sıcaklıklarda çalışan kondansatörlerin uzun süreli şarj ve deşarj olması sebebiyle dielektrik maddenin özelliğini kaybetmesi sonucu kısa devre meydana gelebilir. Kâğıtlı ve elektrolitik kondansatörlerde bu durumla daha sık karşılaşılır. Analog ohmmetre ile kondansatörün kontrolü sırasında ibre sıfır ohm değerine doğru saparak orada kalır. Ancak büyük kapasiteli kondansatörlerin ohmmetre bataryası ile şarjı uzun süreceği için dikkatli ölçme yapılmalıdır.
- **Açık Devre:** Daha çok elektrolitik kondansatörlerde meydana gelen arızalardır. Kondansatör içindeki elektrolitin zamanla sıcaklık sebebiyle kuruması veya elektrolit temas direncinin artması sonucu açık devre meydana gelebilir. Böyle bir kondansatör ölçülürken şarj olayı meydana gelmez ve ibre devamlı olarak sonsuz direnç değeri gösterir. Ancak küçük kapasiteli kondansatörlerin (100 pF veya daha küçük) şarj akımı oldukça küçük ve kısa süreli olduğundan test edilmesi sırasında ohmmetrenin kontrol momenti dolayısıyla ibre sapmayabilir. Bu yüzden küçük kapasiteli kondansatörlerin testinde dikkatli davranılmalı ve hemen arızalı olduğu düşünülmemelidir.

## 4.4.3. Kondansatörlerdeki Sızıntı (Kaçak) Akımı

Kondansatörlerin metal plakalarını ayırmak için kondansatörlerde kullanılan tüm dielektrik malzemeler mükemmel yalıtkanlar değildir. Sızıntı (kaçak) akımı gibi az miktarda bir akımın içinden akmasına izin verir. Bu etki, besleme gerilimi uygulandığında bir kondansatörün plakaları üzerindeki yük parçacıkları tarafından oluşturulan yüksek güçlü elektrik alanından kaynaklanmaktadır.

Kondansatörün dielektrik malzemesinin özelliğini kaybetmesi nedeniyle yalıtım direnci düşer. Bu durumda kondansatörden sızıntı şeklinde devamlı akım geçer. Bu tip arızalı kondansatörlerin dirençleri olması gerekenden oldukça küçüktür. Bir kondansatörün sızıntı (kaçak) akımı nanoAmper (nA) cinsinden az miktarda DC (doğru akım) akımdır. Bunun nedeni, elektronların dielektrik malzeme içinden akmasıdır.

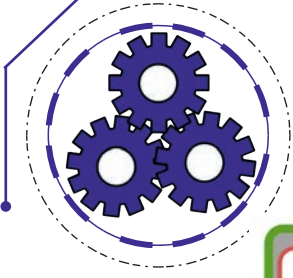
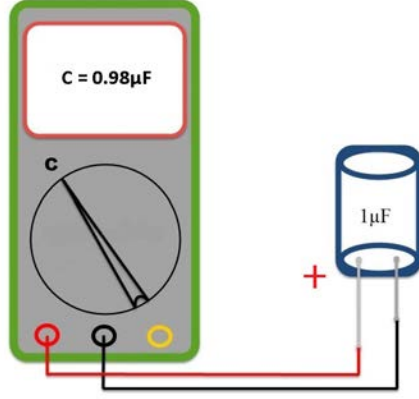
Sızıntı (kaçak) akımı, istenmeyen enerjinin bir devreden diğerine aktarılması olarak tanımlanır. Kondansatörlerin sızıntı (kaçak) akımı, amplifikatör (yükselteç) kuplaj (sinyal aktarma) devrelerinde ve güç kaynağı devrelerinde önemli bir faktördür.

Film veya folyo tipi kondansatörlerde kaçak akım çok düşüktür. Kapasite değerlerinin yüksek olduğu tantal ve elektrolitik kondansatörlerde ise kaçak akım çok yüksektir. Bu kondansatörlerde sızıntı (kaçak) akım,  $\mu\text{F}$  başına 5-20  $\mu\text{A}$  seviyesindedir.

Analog multimetrenin (AVOmetre) ohmmetre kademesinde kondansatörü test ederken ölçü aletinin ibresi sıfıra ya da sıfıra yakın saptıktan sonra sapma yavaş yavaş azalıyor ancak ibre tamamen başa dönmüyorsa kondansatör sızıntılıdır. Buna **yarı kısa devre durumu** da denir.

**UYGULAMA 4.7: Kondansatör Sağlamlık Testi**

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak kondansatörlerin sağlamlık kontrolünü yapmak

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**

Şekil 4.28: Kondansatörün dijital multimetre ile sağlamlık testi

Görsel 4.37: Kondansatörün LCRmetre ile sağlamlık testi

**Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık**

Adı	Özelliği	Miktarı
Kondansatör	Farklı tip, özellik ve kapasite değerlerinde	3 Adet
Dijital Multimetre (AVOmetre)	Kapasite ölçme özelliği olan	1 Adet
LCRmetre	-	1 Adet

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak gereksiz malzemeler bulundurulmamalıdır.
2. Öğretmen tarafından verilen kondansatörler elle ve gözle kontrol edilir. Sızıntı, çatlak, şişkinlik veya başka bozulma izleri varsa kondansatörler değiştirilir.
3. Kondansatörlerin üzerindeki harf ve rakamlar okunarak not edilir. Kapasite değerleri Tablo 4.20'ye kaydedilir.
4. Kondansatörlerin sağlamlık testine ilişkin bilgi yapraklarındaki işlem adımları tekrar okunur.
5. Şekil 4.28 ve 4.37'den yararlanılarak verilen kondansatörler sırasıyla kapasite ölçme özelliği olan dijital multimetre (AVOmetre) ve LCRmetre ile test edilir.
6. Dijital multimetre ve LCRmetre ile yapılan ölçümlerde elde edilen kapasite değerleri Tablo 4.20'ye kaydedilir.
7. Kondansatörlerin üzerinde yazan kapasite değerleri, ölçüm sonuçları ile karşılaştırılır. Buna göre kondansatörlerin sağlam ve bozuk olma durumları değerlendirilir ve Tablo 4.20'ye kaydedilir.
8. Yapılan işlemlerle ilgili gözlemler sonuç kısmına yazılır.
9. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.



## Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

### Alınan Değerler

Tablo 4.20: Kondansatör Sağlamlık Testi Ölçüm Tablosu

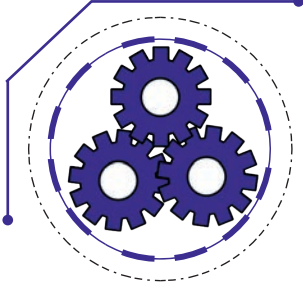
KONDANSATÖR SAĞLAMLIK TESTİ			
Kondansatör Üzerinde Yazan Kapasite Değeri	Dijital Multimetre ile Ölçülen Değer	LCRmetre ile Ölçülen Değer	Sonuç (Sağlam / Bozuk)

### Sonuç

Yaptığınız işlemlerle ilgili gözlemlerinizi kısaca yazınız.

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

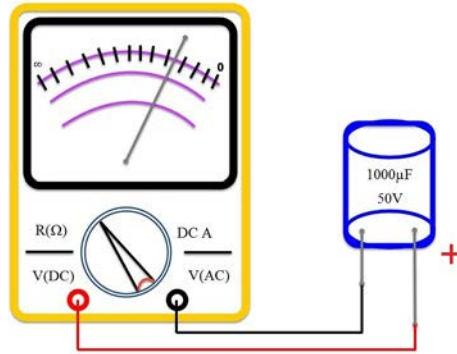
### UYGULAMA 4.8:



**Kondansatörlerin Kısa ve Açık Devre Özellikleri ile Sızıntı (Kaçak) Akımının Ölçülmesi**

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak kondansatörlerin kısa ve açık devre özellikleri ile sızıntı (kaçak) akımını ölçmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Şekil 4.29: Kondansatörün analog multimetre ile kısa / açık devre ve sızıntı akımı testi

**Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık**

Adı	Özelliği	Miktarı
Kondansatör	Farklı tip, özellik ve kapasite değerlerinde	3 Adet
Analog Multimetre (AVOmetre)	-	1 Adet

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak gereksiz malzemeler bulundurulmamalıdır.
2. Öğretmen tarafından verilen kondansatörler elle ve gözle kontrol edilir. Sızıntı, çatlak, şişkinlik veya başka bozulma izleri varsa kondansatörler değiştirilir.
3. Kondansatörlerin sağlamlık testi ile kısa ve açık devre kontrolü ile sızıntı (kaçak) akımına ilişkin bilgi yapıtlarındaki işlem adımları tekrar okunur.
4. Şekil 4.29'dan yararlanılarak verilen kondansatörler sırasıyla analog multimetre (AVOmetre) ile test edilir.
5. Analog multimetre ile yapılan ölçümde elde edilen sapma durumları (maksimum sapma, minimum sapma, sapmanın başlangıçta çok olması, daha sonra giderek azalması, ibrenin başa dönmemesi) Tablo 4.21'e kaydedilir.
6. Ölçüm sonuçlarına göre kondansatörlerin kısa devre, açık devre, sızıntılı veya sağlam olma durumları değerlendirilir ve Tablo 4.21'e kaydedilir.
7. Yapılan işlemlerle ilgili gözlemler sonuç kısmına yazılır.
8. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

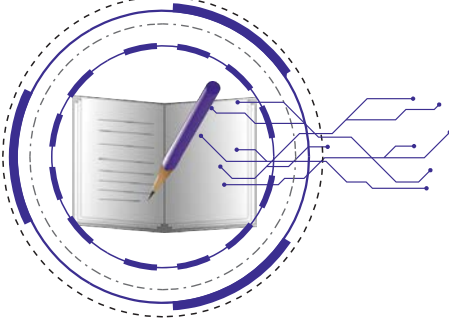
**Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler****Alınan Değerler ve Sonuç****Tablo 4.21: Kondansatörlerin Kısa ve Açık Devre Özellikleri ile Sızıntı (Kaçak) Akımının Ölçülmesi**

KONDANSATÖR KISA/AÇIK DEVRE VE SIZINTI AKIMI TESTİ				
Analog Multimetrede Elde Edilen Sapma Durumları (Minimum / Orta / Maksimum)	Sonuç			
	Kısa Devre	Açık Devre	Sızıntılı	Sağlam

**Sonuç**

Yaptığınız işlemlerle ilgili gözlemlerinizi kısaca yazınız.

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



## 4. ÖĞRENME BİRİMİ

### ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

**A) Aşağıdaki cümlelerde parantez içine yargılar doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.**

1. ( ) Kondansatörlerin elektrik enerjisini depo etme özelliğine kapasite denir.
2. ( ) Farad biriminin daha çok alt birimleri kullanılır.
3. ( ) Kondansatörün iletken plakaları arasındaki mesafe arttırılırsa kapasitesi de artar.
4. ( ) Polyester kondansatörler film tipi kondansatörlerdir.
5. ( ) Kondansatörün kapasitesi arttıkça fiziksel boyutu da artar.
6. ( ) Gövdesi üzerinde 2n2 yazan kondansatörün kapasitesi 2200 pFarad'dır.
7. ( ) Gövdesi üzerinde 473J yazan kondansatörün toleransı  $\pm 1\%$ 'dir.
8. ( ) Kondansatörler paralel bağlandığında toplam kapasite azalır.
9. ( ) Kondansatör kısa devre olduğunda analog multimetre yüksek direnç gösterir.
10. ( ) Kondansatörün kapasite değeri LCRmetre ile de ölçülebilir.
11. ( ) Bir kondansatörün kapasitesi ölçülebiliyorsa kondansatör sağlamdır.
12. ( ) Uygulamada sadece kapasite ölçümü için kullanılan kapasitemetreler vardır.
13. ( ) Elektrolitik kondansatörlerde kısa devre olma durumuyla daha sık karşılaşılır.
14. ( ) Sızıntılı kondansatörlerin dirençleri olması gerekenden oldukça büyüktür.
15. ( ) Açık devre olan bir kondansatör ölçülürken şarj olayı meydana gelmez.

**B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.**

1. Kondansatör iletken levhaları arasındaki yalıtkan maddeye ..... denir.
2. Kondansatörlerin kapasitelerini artırmak için ..... bağlanır.
3. Kutuplu kondansatörlere ters ..... uygulanmaz.
4. Kondansatörün kapasitesi için kullanılan en küçük ölçü birimi .....'dır.
5. Bir kondansatörün ..... akımı nanoAmper cinsinden az miktarda DC akımdır.



C) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Bir kondansatörün yük depo edebilme özelliğinin ismi aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?  
A) Rezistans  
B) Endüktans  
C) Relüktans  
D) Kapasite  
E) Direnç
2. Kondansatör için aşağıda verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?  
A) Elektrik enerjisini depo eder.  
B) Temel ölçü birimi faraddır.  
C) Sabit ve ayarlı olan tipleri vardır.  
D) İki yalıtkan arasına bir iletken konulmak suretiyle elde edilir.  
E) Kutuplu ve kutupsuz tipleri vardır.
3. Aşağıdakilerden hangisi kondansatörün kapasitesini etkileyen faktörlerden biri değildir?  
A) İletken plakalar arası mesafe  
B) İletken plakaların yüzey alanı  
C) İletken plakaların sayısı  
D) Dielektrik madde  
E) Çalışma gerilimi
4. Aşağıdakilerden hangisi kondansatörlerde kullanılan dielektrik maddelerden biri değildir?  
A) Alüminyum  
B) Plastik film  
C) Kâğıt  
D) Seramik  
E) Mika
5. 0,010  $\mu$ F kapasite değerinin nF olarak karşılığını aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?  
A) 0,1 nF  
B) 1 nF  
C) 10 nF  
D) 100 nF  
E) 1000 nF
6. Disk şeklinde olan ve uygulamada mercimek kondansatör olarak da adlandırılan kondansatör aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?  
A) Kâğıtlı kondansatör  
B) Seramik kondansatör  
C) Polyester film kondansatör  
D) Tantal elektrolitik kondansatör  
E) Gümüş mika kondansatör
7. Çok katmanlı elektronik devre kartlarına yüzey temaslı olarak monte edilmeye uygun yapıda üretilmiş kondansatör aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?  
A) Seramik kondansatör  
B) Plastik film kondansatör  
C) SMD kondansatör  
D) Elektrolitik kondansatör  
E) Mika kondansatör
8. Aşağıdakilerden hangisi ayarlı bir kondansatör türüdür?  
A) Trimer kondansatör  
B) Seramik kondansatör  
C) Elektrolitik kondansatör  
D) Film kondansatör  
E) Mika kondansatör
9. Aşağıda verilen faktörlerden hangisi kondansatör tipinin seçimine ilişkin bir faktör değildir?  
A) Boyut  
B) Kapasite  
C) Çalışma gerilimi  
D) Üretici firma  
E) Tolerans

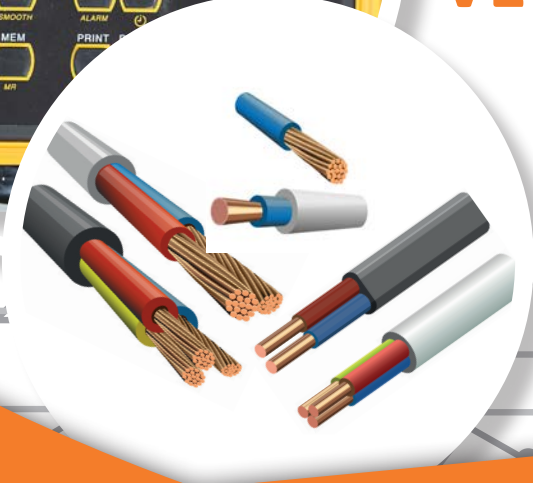


10. Gövdesi üzerindeki renk bantları sırasıyla (1) mavi, (2) gri, (3) turuncu, (4) kahverengi olan kondansatörün kapasitesi ve toleransı aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?
- A) 680000 pF,  $\pm\%10$   
B) 6800 pF,  $\pm\%5$   
C) 680 pF,  $\pm\%2$   
D) 680 nF,  $\pm\%5$   
E) 68 nF,  $\pm\%1$
11. Bir kondansatörün gövdesi üzerinde 472K kodları görülmektedir. Bu kodlara göre kondansatörün kapasitesi ve toleransı aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?
- A) 47 pF  $\pm\%2$   
B) 4,7 nF  $\pm\%10$   
C) 47 nF  $\pm\%10$   
D) 470 nF  $\pm\%20$   
E) 470 pF  $\pm\%5$
12. 48  $\mu\text{F}$  ve 24  $\mu\text{F}$  kapasite değerlerine sahip iki kondansatör birbirine seri bağlandığında toplam kapasite değeri aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?
- A) 24  $\mu\text{F}$   
B) 16  $\mu\text{F}$   
C) 72  $\mu\text{F}$   
D) 22  $\mu\text{F}$   
E) 48  $\mu\text{F}$
13. Kondansatör test edilmeden önce ilk yapılması gereken işlem adımı aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?
- A) Ölçü aletinin kademe konumu ayarlanır.  
B) Kondansatörün gövdesi üzerinde yazan değerleri not edilir.  
C) Kondansatör devrede ise devre kartından çıkarılır ve deşarj edilir.  
D) Ölçme problemleri kondansatörün ayaklarına bağlanır.  
E) Ekranda görülen değer yazılır.
14. Aşağıda verilen ölçü aletlerinden hangisiyle kondansatör testi yapılamaz?
- A) Multimetre  
B) Ohmmetre  
C) LCRmetre  
D) Kapasitemetre  
E) Ampermetre
15. Aşağıda verilenlerden hangisi kondansatör arızalarından biri değildir?
- A) Büyük boyutlu olması  
B) Açık devre olması  
C) Kısa devre olması  
D) Çok fazla sızıntılı olması  
E) Çatlak ve şişkinlik görülmesi



## 5. Öğrenme Birimi

# KABLO VE KONNEKTÖR BAĞLANTILARI VE TEST ETME



### KONULAR

- 5.1. UYGUN KABLO SEÇME
- 5.2. SIKIŞTIRILMIŞ VE BÜKÜLMÜŞ YERLERİ TEST ETME
- 5.3. PİN SÖKME VE TAKMA
- 5.4. SÜREKLİLİK, YALITIM VE BAĞLAMA (BONDİNG) TEKNİKLERİNİ UYGULAYARAK KABLORARI TEST ETME
- 5.5. ELEKTRİK HATLARINDA KORUMA TEKNİKLERİNİ UYGULAMA

### TEMEL KAVRAMLAR

- Kablo
- Kablo sağlamlık testi
- Konnektör
- Pin
- Sıkıştırma (crimp)
- Demetleme
- Korona
- Faraday Kafesi
- Bağlama (bonding)
- Süreklilik
- Yalıtım
- Jak
- Sıkıştırma aletleri
- EWİS

### Bu öğrenme biriminde;

- Kabloların sınıflarını,
- Kabloların sağlamlık testlerini ve demetlenmesini,
- Konnektörleri ve konnektör bağlantılarının yapılmasını,
- Kablo konnektör bağlantı pinlerinin sökülmesini ve yeniden yerine takılmasını,
- EWİS kavramını ve EWİS'e yönelik örnek uygulamalarını,
- Uçakların içinde veya gövdesinde oluşabilecek tehlikeli gerilimlere karşı uçağı ve içindeki personeli korumaya yönelik tedbirleri öğreneceksiniz.



## 5. KABLO VE KONNEKTÖR BAĞLANTILARI VE TEST ETME

### Hazırlık Çalışmaları



- 1- Elektrik cihazlarında farklı kalınlıkta kablo kullanılmasının sebepleri nelerdir? Düşüncelerinizi belirtiniz.
- 2- Kablo üretiminde uluslararası standartlara uyulmasının sebebi nedir? Düşüncelerinizi belirtiniz.
- 3- Konektör nedir? Araştırınız.
- 4- Farklı tiplerde konektör üretilmesinin sebepleri nelerdir? Düşüncelerinizi belirtiniz.

### 5.1. UYGUN KABLO SEÇME



**AMAÇ:** İşlem yapılacak alana ait kabloları tanımak ve bu kabloların montajını, testini yapabilmek

**GİRİŞ:** Kabloların tanınması, sınıflarının öğrenilmesi gerekir. Kablolar hakkında bilgi alabilmek için yaygın kullanılan standartlardaki kablo sembollerinin de bilinmesi gereklidir. Sağlamlık testi için daha önceki bölümlerde anlatılan ölçü aletlerinden ohmmetre veya multimetre kullanılmalıdır.

#### 5.1.1. Uygun Kablo Seçme

Kabloyu seçebilmek için kablonun ne olduğunun ve nasıl ifade edildiğinin bilinmesi gerekir.

#### Kablo

**İletken**, elektriği ileten maddelere denir. **Yalıtkan**, elektriği iletmeyen maddelere denir. Kablolar için farklı tanımlar yapılabilir. Elektrik akımını iletmek için kullanılan iletkenlerin etrafının yalıtkan veya yalıtkanlar aracılığı ile korunmasına **kablo** denir. Bu kadar geniş bir alana hitap eden kablolar elbette ki tek çeşit değildir. Kablonun birbirinden farklı sınıflandırmaları ve farklı standartları vardır (Mollamahmutoglu, 2009: 2-3).

Kablolar genel olarak şu şekilde sınıflandırılabilir:

#### 1. Enerji Kabloları

##### 1.1. Gerilim Değerine Göre

##### 1.1.1. Alçak Gerilim Kabloları (0- 1 kV)

- Bina ve tesisat kabloları
- Enerji dağıtım kabloları
- Enstrümantasyon kabloları (kontrol, kumanda kabloları)

##### 1.1.2. Orta Gerilim Kabloları (1- 36 kV)

- Yer altı kabloları / Hava hattı kabloları

##### 1.1.3. Yüksek Gerilim Kabloları (> 36 kV)

- Yer altı kabloları
- Su altı kabloları
- Hava hattı / Çıplak iletken

##### 1.2. İşletme Koşullarına Göre

- Ağır işletme kabloları
- Normal ve hafif işletme kabloları

##### 1.3. Tesis Tipine Göre

- Sabit tesisat kabloları
- Hareketli tesisat kabloları

##### 1.4. Kullanım Amacına Göre

- Hava hattı kabloları
- Yer altı kabloları

#### 2. Telekomünikasyon / Haberleşme Kabloları

##### 2.1. Bakır İletkenli Kablolar

- Uzak mesafe kabloları
- Dağıtım kabloları
- Abone bina içi tesisat kabloları
- Veri iletişim kabloları

##### 2.2. Fiber Optik Kablolar

- Uzak mesafe kabloları
- Abone dağıtım kabloları
- Bina içi tesisat kabloları
- Veri iletişim kabloları



Günümüzde orta gerilim kavramı resmî olarak kaldırılmıştır. Bu öğrenme biriminde anlama kolaylığı açısından yer verilmiştir. Kablolar daha iyi anlaşılması için yalıtılmış ve çıplak iletkenler olarak da sınıflandırılabilir.

- **Çıplak İletenler:** Üzerinde herhangi bir yalıtkan malzeme bulunmadan elektrik taşımak için kullanılan iletkenlerdir. Tek telli ve çok telli olarak üretilir. Bu iletkenler daha çok bakır, alüminyum, çelik veya karışımlarından imal edilirler. Kullanım alanları daha çok enerji nakil hatlarının havai hat kısmıdır. Görsel 5.1'de çeşitli çıplak iletkenler görülmektedir.



Görsel 5.1: Çıplak iletkenler

- **Yalıtılmış İletkenler (Kablo):** İletkenin üzerinde yalıtkan veya yalıtkanlar var ise bu tip iletkenlere **yalıtılmış iletken** veya **kablo** denir. Kablolar yukarıda bahsedildiği gibi enerji ve veri iletiminin farklı alanlarında kullanılır (Görsel 5.2). İletkenin kısımları bir kablo üzerinde verilmiştir. Yalıtılmış iletkenler kendi arasında tel ve damar sayısına göre sınıflandırılır.



Görsel 5.2: Örnek çok telli kablo

Tel sayısına göre;

Tek telli yalıtılmış iletkenler,

Çok telli yalıtılmış iletkenler olarak isimlendirilir.

Damar sayısına göre;

Tek damarlı yalıtılmış iletkenler,

Çok damarlı yalıtılmış iletkenlerdir.

Kablolar tanımlanırken bazı kelimelerin anlamlarının bilinmesi gerekir. Bu kelimeler ve kelimelerin anlamları Tablo 5.1'de düzenlenerek verilmiştir.

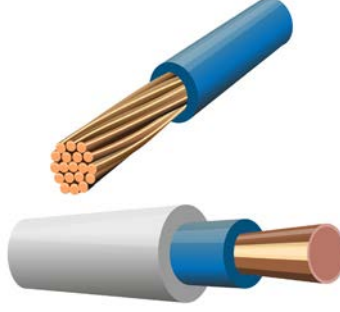
Tablo 5.1: Kablo ile İlgili Kelimeler ve Anlamları

Kelime	İngilizcesi	İngilizcesinin Okunuşu	Tanımı
Damar	Core	<i>Kour</i>	Kablonun yalıtılmış olan her bir iletken veya iletken grubudur.
Dairesel Kablo	Circular Cable	<i>Sörkılır keybil</i>	Kesiti daire biçimli olan iletken veya iletkenleri barındıran kablodur.
Çok Damarlı Kablo	Multi-Core Cable	<i>Malti-Kour keybil</i>	İçinde birden fazla damar barındıran kablolardır.
Ekran	Screen	<i>Sıkrin</i>	Kabloları elektromanyetik olarak izole (yalıtım) etmek için kabloların etrafına sarılan metal sargılardır.
Bireysel Ekranlı Kablo	Individual Screened Cable	<i>İndivicvul sıkrinid keybil</i>	Kablo damar ya da damar çifti üzerinde ekran bulundurulur.
Kör Damar	Blind Vein	<i>Blaynd vein</i>	Kablonun görüntüsünü ve sağlamlığını artırmak amacı ile çok damarlı kablolarda damarlar arası boşlukları doldurmak için kullanılan yalıtkan malzemedir (iletkeniz) damardır.
Tel	Wire	<i>Vayr</i>	Üretildiği uzunluğun her yerinde çapı aynı veya istenilen sınırlar içinde artan dairesel kesitli iletkenlerdir.
Dolgu	Filling	<i>Filing</i>	Damar sayısı fazla olan iletkenlerde damarların arasında dış kılıfın içinde bulunur. Kablonun istenilen şekli almasını ve korunmasını sağlar.
Ayrıcı Kılıf	Separator Sheath	<i>Sepridir şihif</i>	Kablo içinde üst üste gelen ayrı ekranların arasına konulan yalıtkan kılıftır.
Zırh	Armour	<i>Armır</i>	Kabloyu dışarıdan gelebilecek mekanik etkilerden koruyan yassı veya yuvarlak tellerle yapılmış örgü veya sargıdır.
Dış Kılıf	Outer Sheath	<i>Audır şihif</i>	Kabloyu dış etkenlerden koruyan ve kablonun en dışında bulunan kılıftır.



#### • Tel Sayısına Göre Yalıtılmış İletkenler

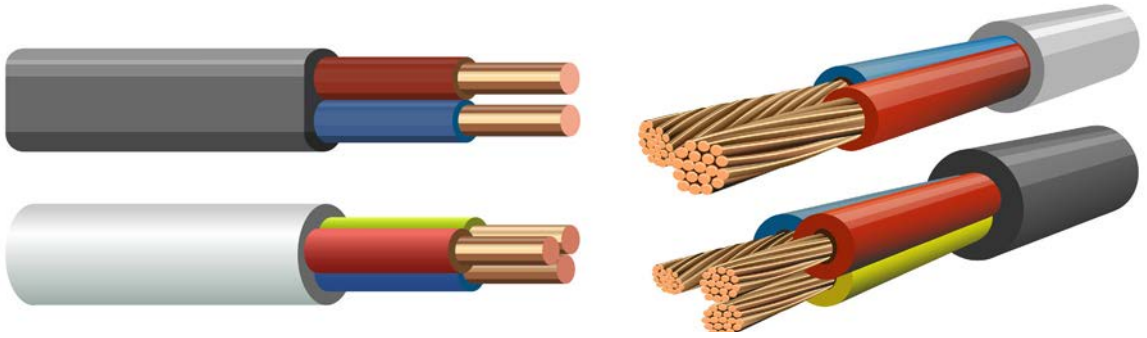
- **Tek Telli Yalıtılmış İletkenler:** Bu tür iletkenler tek çaplı bütün bir tel biçimindedir. Yalıtkan dış kılıf içinde bir iletken vardır. Bir telden oluşturulduğu için esneklik ve sağlamlık açısından 16 mm<sup>2</sup> ye kadar üretilir. Sabit işletme şartlarında tercih edilir. Görsel 5.3'te tek telli ve çok telli iletken görülmektedir.
- **Çok Telli Yalıtılmış İletkenler:** İletkenin çapı yalıtkan içinde birden fazla telin bir araya gelmesi ile oluşur. Bu nedenle esnek bir yapıya sahiptir. Hareketli ve yüksek akımın istenildiği yerlerde tercih edilen kablolardır.



Görsel 5.3: Tek telli ve çok telli iletken

#### • Damar Sayısına Göre İletkenler

- **Tek Damarlı Yalıtılmış İletkenler:** Bu iletkenler, tek telli veya çok telli olabilir. Bu iletkenlerde etraflarını kaplayan en az bir yalıtkan malzeme vardır. Bunlar sadece bir akım veya sinyal taşır. Görsel 5.3'te tek damarlı tek telli ve tek damarlı çok telli iletkenler görülmektedir.
- **Çok Damarlı Yalıtılmış İletkenler:** Bu iletkenlerin içinde birden fazla damar vardır. Bu damarların içindeki iletkenler tek telli veya çok telli olabilir. Birden fazla akım veya sinyal taşınabilir. Telekomünikasyonda bir kablodaki damar sayısı yüzleri bulabilir. Telekomünikasyon, mesafeler arası iletişimi sağlayan sistemlerdir. Data kablolarında da sekiz adet damar bulunmaktadır. Görsel 5.4'te çok damarlı tek telli ve çok damarlı çok telli iletkenler görülmektedir.



Görsel 5.4: Çok damarlı tek telli ve çok damarlı çok telli iletkenler

#### Kablolarda Kullanılan Başlıca İletken Türleri

Kablolarda kullanılan iletken çeşitleri kablo uygulamalarına göre farklılık göstermektedir. Tablo 5.2'de kablo iletkeninin metal veya alaşımının cinsi ile kullanım yeri verilmiştir.



Tablo 5.2: Kablo İletkeninin Metal veya Alaşımının Cinsiyle Kullanım Yeri

İletkenin Cinsi	Kullanım Alanları
Çıplak bakır tel	Tüm kablo uygulamalarında
Kalay kaplı bakır tel	Tüm kablo uygulamalarında
Nikel kaplı bakır tel	Yüksek ısı olan ortamlardaki kablo uygulamalarında
Gümüş kaplı bakır tel	Yüksek iletkenlik istenen koaksiyel ve ses kablolarında
Alüminyum tel	Enerji kabloları, havai hatlar ve koaksiyel kablo örgü ekranında
Bakır kaplı alüminyum tel	Koaksiyel kablo iletken ve örgü ekranında
Bakır kaplı çelik tel	Koaksiyel kablo iletkeninde

### Kablolarda Kullanılan Yalıtkan Malzemeler

Yalıtkan malzemenin cinsi; kablonun kullanılma amacı, çalışma ortamı, üzerinde oluşan gerilim düşümü, taşıyacağı akım ve taşıyacağı sinyale bağlı olarak değişiklik gösterir. İlk kablolar için yalıtkan olarak kâğıt, pamuk vb. kullanılmıştır. Yakın zamanlarda doğal kauçuk, yağ emdirilmiş kâğıt, polimerler ve yapay malzemeler de kullanılmaktadır.

Alçak gerilimde polivinil klorür (PVC), polietilen (PET), çapraz bağlı polietilen (XLPE), silikon kauçuk (SIR) vb. karışımlar kullanılır. Yüksek gerilimde çapraz bağlı polietilen (XLPE), yağ emdirilmiş kâğıt, etilen propilen kauçuk (EPR) vb. malzemeler kullanılır.

### Kablo Sembol ve Anlamları

Kabloları ifade etmek için farklı standartlar vardır. Ülkemizde en fazla kullanılan standartlar şunlardır:

**TS:** Türk Standartları

**VDE/DIN (Verband der Elektrotechnik)(Feband dı elktroteknik):** Alman Standardizasyon

**IEC (International Electrotechnical Commission)(İnterneyşinil Elektroteknikil Kmışin):** Uluslararası Elektroteknik Komisyonu

**AWG (American Wire Gauge)(Amerkın Vayr Geyiç):** Amerika tel ölçü birimi

**CENELEC (Comité Européen de Normalisation Électrotechnique)(Komite Ögöpiyan dö Nöğmalizasyon Elektğöteknik):** Avrupa Elektroteknik Standardizasyon Komitesi en çok karşılaşılan standarttır. Uçak kablolarında daha çok AWG standartları kullanılır.

Kablo standartları 2011 yılına kadar ülkemizde farklı uygulanmaktaydı. Bu tarihten önce (N, Y, H ve B) tipi kablolar bulunmaktaydı. Bu tarihten itibaren N, H ve B kaldırılıp yerine harmonize tipi kablo standartları getirildi. 2011 yılından itibaren harmonize ve Y tipi kablo standartları kaldı.

**N Tipi Kablolar:** Sabit tesislerde kullanılan normal ve hafif işletme şartlarına dayanıklı kablolardır. İletken olarak bakır veya alüminyum kullanılır. Bu kablolar yer altında kullanılamaz.

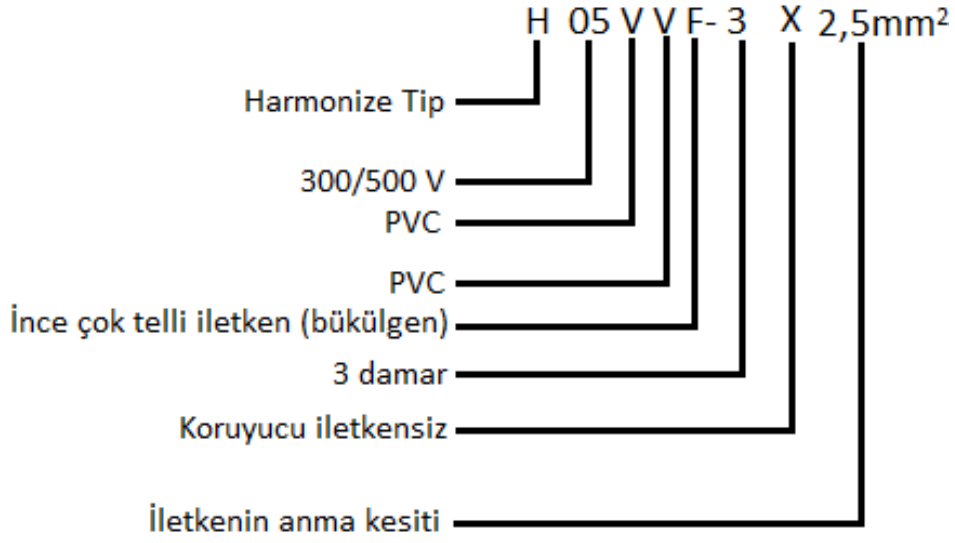
**Y tipi kablolar:** Sabit tesislerde kullanılan, ağır işletme şartlarına dayanıklı kablolardır. 1 KV'den küçük kablolarda dış kılıf rengi siyahtır. 3,5/6 KV'den büyük kabloların ise dış kılıf rengi kırmızıdır. İletken olarak bakır veya alüminyum kullanılır. Bu kablolar yer altında kullanılabilir.

**F Tipi Kablolar:** Hareketli tesislerde kullanılan, normal ve hafif işletme şartlarına dayanıklı kablolardır. Yalnızca ince telli bakır iletken kullanılır.

**B Tipi Kablolar:** Hareketli tesislerde kullanılan, ağır işletme şartlarına dayanıklı kablolardır. Yalnızca ince telli bakır iletken kullanılır.



**Harmonize:** Normal ve hafif işletme şartlarına dayanıklı kablolardır. Bakır ve alüminyum iletkenler kullanılır. Harmonize kablo sisteminin kablo kodları ve anlamları Tablo 5.3'te verilmiştir. Şekil 5.1'de bu tablonun nasıl kullanılacağına dair bir örnek bulunmaktadır.



Şekil 5.1: Harmonize tip kablo kodlaması

Tablo 5.3: Harmonize Tip Kabloların Sembol Anlamları

	H	05	V	V	---	F	-	3	X	2,5
	1	2	3	4	5	6		7	8	9
<b>1- Ana Tipi</b>	Harmonize Tip									H
	Ulusal Tip									A
<b>2- Anma Gerilimi</b>	100/100 V									1
	300/300 V									3
	300/500 V									5
	450/750 V									7
	600/1000 V									11
<b>3- İzolasyon Malzemesi</b>	PVC									V
	PVC+90°C									V2
	PVC (Soğuk fleksibil)									V3
	Ethylenpropylen kauçuk									B
	Pe polyethylene									E
	XPE Çapraz bağlı polyethylene									X
	Doğal ve silikon kauçuk									R
	Silikon kauçuk									S



4- İç ve Dış Kılıf	PVC	V
	PVC+90°C	V2
	PVC (Soğuk fleksibil)	V3
	PVC yükseltilmiş yağ dayanımlı	V5
	Doğal ve sentetik kauçuk	R
	Chloroprene kauçuk	N
	Polyurethane	Q
	Cam elyaf örgü	J
	Tekstil örgü	T
5- Özel Yapı	Bakır örgü ekran	C4
	Yassı kablo-ayrılabilir	H
	Yassı kablo-ayrılmaz	H2
	Yassı kablo-ayrılmaz (vinçler için)	H6
	Spiral kablo	H8
6- İletken Tipi	Tekli iletken	U
	Çoklu iletken	R
	İnce çok telli iletken (sabit)	K
	İnce çok telli iletken (bükülgen)	F
	Çok ince telli iletken	H
	İnce çok telli iletken (kaynak kablosu)	D
	Çok ince telli iletken (kaynak kablosu)	E
7- Damar Sayısı	Damar sayısı	
8- İletken Anma Kesiti	İletken anma kesiti (mm <sup>2</sup> )	
9- Koruyucu İletken	Koruyucu iletkeniz	X
	Koruyucu iletkenli (sarı-yeşil damar)	G

### 5.1.2. Koaksiyel Kablo

Kablolarda elektrik sinyalini iletirken aynı zamanda bu sinyalin tekrar geri dönmesi gerekir. Bu nedenle sinyal iletiminin daha kaliteli olması gerekebilir. Taşınan bu sinyaller düşük gerilimli ve ortamdaki elektronik gürültüden etkilenen sinyaller olabilir. Bu nedenle etraftaki gürültüyü önleyici kablolar geliştirilmiştir. Bunu sağlamak amacıyla ortadaki uç dolgu iletken yapılıdır. Bunu sağlayan iletkenler de koaksiyel kablolardır.

Koaksiyel kablolar; veri, ses ve video sinyali iletiminde kullanılır. Bunlar, düşük güçlü sinyaller iletilirken elektromanyetik gürültünün yoğun olduğu ortamlarda kullanılan kablo türüdür. Kullanım alanları arasında televizyon, radyo, telefon endüstrisi, radar, uçak, gemi vb. sayılabilir.

Koaksiyel kabloların yapısında genel olarak ortada bir iletken etrafında yalıtkan dolgu malzemesi, dolgunun üzerinde bir folyo iletken tabaka, bunun üzerinde ortadaki iletkenle benzer malzemeden örgülü bir iletken ve en üstte yalıtkan dış kılıf bulunmaktadır. Koaksiyel kablolar, yapısındaki malzemelerin cinsine göre farklı ihtiyaçları karşılayacak biçimde üretilebilir. Görsel 5.5'te koaksiyel kablo ve kısımları verilmiştir.



Görsel 5.5: Koaksiyel kablo ve kısımları



Koaksiyel kablolar yapıları nedeni ile geniş bir frekans bant aralığı sunar. Bu frekans değeri yüzlerce mega-hertz (MHz) olabilir. Frekans taşınması yaparken ortadaki iletken ile örgü kılıf arasındaki mesafe hat boyunca aynı olmalıdır. Bu aralık farklı olursa frekans taşıma kalitesi düşebilir. Bu nedenle kabloda ek yapılması o kadar tercih edilmez. Bu kabloların isimlendirilmelerinde genelde radyo rehberi anlamına gelen radio guide (redio gayt) kelimesinin baş harfleri olan (RG) kullanılır.

**RG59/4F:** Kullanım alanı olarak kapalı alanlar tercih edilir. Ekran olarak alüminyum folyo kullanılır. Sinyal zayıflamasının az olması istenen yerlerde kullanılır.

**RG6/4FP:** Kullanım alanı olarak açık alanlar ve yer altı tercih edilir. Ekran olarak alüminyum folyo kullanılır. Sinyal zayıflamasının az olması istenen yerlerde kullanılır.

**RG6/4FS:** Kullanım alanı olarak havai hat sistemleri tercih edilir. Bu nedenle üzerinde bir taşıyıcı iletken de vardır. Ekran olarak alüminyum folyo kullanılır. Sinyal zayıflamasının az olması istenen yerlerde kullanılır.

**RG6/6F:** Kullanım alanı olarak kapalı alanlar tercih edilir. Ekran olarak bakır folyo kullanılır. Sinyal zayıflamasının az olması istenen yerlerde kullanılır.

**RG11/4FS:** Kullanım alanı olarak havai hat sistemleri tercih edilir. Ekran olarak alüminyum folyo kullanılır. Sinyal zayıflamasının az olması istenen yerlerde kullanılır.

**COAX412/4P:** Kullanım alanı olarak geniş bant network sistemleri tercih edilir. Çift yönlü veri aktarımı da yapabilir. Güvenilirlikleri üst seviyededir. Ekran olarak alüminyum folyo kullanılır.

**COAX412/6P:** Kullanım alanı olarak geniş bant ağ sistemleri tercih edilir. Çift yönlü veri aktarımı da yapabilir. Güvenilirlikleri üst seviyededir. Ekran olarak bakır folyo kullanılır.

### 5.1.3. Kablo Sağlamlık Testi

Kablolarla sağlamlık testi ohmmetre ve multimetre ile yapılır. Ölçü aletlerinin kullanımından ve bağlantısından daha önceki konularda bahsedilmişti. Kablo testi, ohm veya diyot kademesinde ölçülür. Ölçü aleti, sağlam iletkende çok küçük direnç göstermelidir. Kabloda herhangi bir kopukluk var ise ölçü aletinin sonsuz direnç göstermesi gerekir.

#### Kablo Montajında Dikkat Edilmesi Gereken Kurallar

- Montajın yapılacağı pin veya kontak paslı ve kirli olmamalıdır.
- Montaj için iletkenin ucu soyulacak ise (iletken üzerindeki yalıtkanın kaldırılması) ise iletkene zarar verilmemelidir. Bakır ve alüminyum, yumuşak metaller olduğu için bağlantı sonrası kırılabilir.
- Soyma işleminde kablo soyma pensi kullanılmalıdır.
- Kablo yeterince soyulmalıdır. Kablo az soyulur ise bağlantı noktasına yalıtkan gelebilir. Bu da elektrik temasını engelleyebilir. Kablo fazla soyulur ise yalıtkansız iletken bağlantı noktasından taşabilir. Bunun sonucunda istenmeyen elektriksel temaslar ve kısa devre olabilir.
- Kablo, bağlantı noktasına bağlandıktan sonra yerinden çıkmamalıdır. Bunu sağlamak amacı ile vida sıkılırken olması gereken kadar sıkılmalıdır. Kablo çok sıkılır ise ezilip kırılabilir. Kablo az sıkılırsa yerinden çıkabilir.
- Uçak bağlantılarında ve titreşimin fazla olduğu yerlerde kabloların yerinden çıkmasını engellemek amacıyla kablo pabucu (kablo yüksüğü) kullanılmalıdır. **Kablo pabucu**, çok telli iletkenlerin bağlantı noktasına bağlanması amacı ile kablo iletkeninin içine sıkıştırıldığı bir araçtır. Görsel 5.6'da çeşitli yüksükler ve sıkıştırma pensleri görülmektedir.

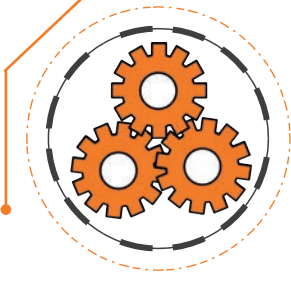


Görsel 5.6: Çeşitli yüksükler (pabuç) ve sıkıştırma pensleri



**UYGULAMA 5.1:****İletkenin Klemens Bağlantısının Yapılması**

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak iletkenin ucunu soyup klemens bağlantısını yapmak

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler****Görsel 5.7: Klemense iletken takılması****Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık**

Adı	Özelliği	Miktarı
İletken	2x2,5 mm <sup>2</sup>	25 cm
Yan keski		1 Adet
Kontrol kalemi		2 Metre
Yıldız tornavida		1 Adet
Klemens		1 Adet
Kablo soyma pensi		1 Adet

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Kablo soyma pensi veya yan keski ile iletkenin ucu 0,5 cm açılır.
3. Soyulan iletkenler klemensin bağlantı noktalarına yerleştirilir. **Klemens**, iki veya daha fazla iletkenin birbirine bağlanması amacı ile kullanılan devre elemanıdır.
4. Yukarıda belirtildiği gibi bağlantı noktasının dışında bakır görünmemelidir. Vidanın altına yalıtkan kısım gelmemelidir.
5. Kullanılmış iletkenler çöpe atılmaz. Bakır geri dönüşüm kutusuna atılır.
6. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir.

**Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler**

1. Uçaklarda hangi tip kablolar kullanılır? Yazınız.
2. Koaksiyel kablo tanımı nedir? Yazınız.
3. Kablo sağlamlık testi nasıl yapılır? Yazınız.

**Sonuç:**

Uygulama ile öğrendiklerinizi aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



## 5.2. SIKIŞTIRILMIŞ VE BÜKÜLMÜŞ YERLERİ TEST ETME



**AMAÇ:** Sıkıştırma [(Crimp)(kırımp)] aletlerini tanımak ve sıkıştırma aletlerini kullanarak sıkıştırma testini yapmak

**GİRİŞ:** Konnektör bağlantılarını yapabilmek için iletkenin soyulması, sıkıştırılması ve yerine takılınca test edilmesi gerekir. Bunlar ile birlikte bazı hasarlı veya hasarsız iletken gruplarının derlenip toparlanması da gerekir. Bu konular hakkında bilgiler verilerek uygulamalar yapılacaktır.

### 5.2.1. Sıkıştırma

**Sıkıştırma;** özel sıkıştırma aletleri kullanılarak iletkenlerin düzenlenmesi, eklenmesi, pabuç veya konektörlere takılması işlemine denir. Sıkıştırma işlemi, iletkenlerin bağlantı noktalarına güvenle takılması için yapılır. Sıkıştırmanın tercih edilmesinin sebebi, çok telli iletkenler bağlantı terminaline takılırken oluşacak sorunları engellemektir. Bu sorunlar;

- İletkenin hepsinin bağlantı noktasına girmemesi,
- Çok telli iletkenlerin ince olmaları nedeniyle vida altında ezilip kırılmaları,
- Bağlantı noktasına takılan kablunun iletken kısmının bağlantı noktasından taşması vb. olabilir.

Yukarıda sayılan sakıncaları ortadan kaldırmak için bağlantılarda kablo pabucu veya konnektör pinleri kullanılır. Sıkıştırmanın yapıldığı yerler şöyle sıralanabilir:

- Çok telli iletkenler bağlantıdan önce pabucun içinden çıkmayacak biçimde yerleştirilir ve sıkıştırılır.
- Aynı zamanda kablunun gruplandırılması ve hasarlı kısımlarının tamiratında sıkıştırma işlemi yapılır.
- Konnektörlere kabloların takılmasında sıkıştırma işlemi gerçekleştirilir.
- İki iletkenin birbirine eklenmesi işleminde sıkıştırma kullanılır.

Sıkıştırma işleminden önce kablunun soyulması gerekebilir. Kablo soyulurken kabloya zarar verilmemesi önemlidir. Bunu sağlamak ve kabloya zarar vermeden soymak amacı ile kullanılan çeşitli aletler vardır. Soyma işlemi için yan keski, pense vb. soyma pensleri kullanılır. Bu el aletlerinin bazıları Görsel 5.8'de verilmektedir. Sıkıştırma işleminden önce her zaman kabloların soyulması gerekmeyebilir.

Sıkıştırma çeşitleri oldukça fazladır. Bu nedenle standart bir sıkıştırma aleti yoktur. Geçmişte daha çok her



Görsel 5.8: Çeşitli kablo soyma ve sıkıştırma aletleri

bir sıkıştırma aleti bir sıkıştırmaya yöneliktir. Öyle olunca da ne sıkıştırılacak ise onun ismi ile anılan bir pensi vardı. Örneğin data (veri) kabloları için (RJ45) soketleri kullanılır. Sıkıştırmak için de (RJ45) pensi vardır. RJ45, İngilizce registered jack (recıstırd cek) kelimesinin baş harfleri olup kayıtlı giriş anlamına gelir.

Günümüzde ise sıkıştırma aletlerinin birçoğu sadece bir aletin üzerinde birleştirilmiştir. İsimlendirmeleri de markaya göre değişmektedir. Sıkıştırma aletlerinin pnömatik olanları da vardır.



Görsel 5.8’de bazı sıkıştırma aletleri görülmektedir. Sıkıştırma işleminin yapılması kolaydır. Zaten ilgili konnektörün pensinin başka bir bölümüne yerleştirilmesi neredeyse imkânsızdır. Konnektöre takılacak kablunun soyulması gerekiyor ise soyulduktan sonra, gerekmiyor ise soyulmadan yerleştirilir. Sıkıştırma pensinin içine iletken takılmış konnektör yerleştirilir. Sıkıştırma pensi bastırılarak kablo konnektöre tutturulur. Burada önemli olan husus, kablunun soyulması gerekiyorsa kablo gerektiği kadar açılmalıdır.

### 5.2.2. Pin ve Bağlantı Malzemeleri

Elektrik bağlantı elemanlarının (konnektörler) içinde bulunan her bir bağlantı noktasına pin denir. Kablolar pinlere daha çok sıkıştırma yöntemi ile takılır. Bazı konnektörlerin içinde bulunan bütün pinler sökülebiliyorken bazılarında sökülemez. Pinlerden farklı olarak kullanılan bağlantı malzemesi de daha önceki konuda anlatılan pabuçlardır. Görsel 5.9’da bazı konnektörlere ait pinler ve pabuçlar görülmektedir.

Bu elemanlara kablo sıkıştırma işlemi yapılırken titreşimin fazla olduğu yerlerde mutlaka sıkıştırma pensi kullanılmalıdır. Yapılan bağlantı sonrası kablunun yerinden çıkmadığının testi yapılmalıdır. Test yapılmaz ise istenmeyen sonuçlarla karşılaşılır.



Görsel 5.9: Bazı konnektörlere ait pinler ve pabuçlar

### 5.2.3. Kablo ve Kablo Demetlerinde Bükme

Uçakların elektrik ve sinyalizasyon işlemlerinde fazla kablo kullanılmaktadır. Bazı uçaklar üzerinde yapılan bir araştırmada en fazla karşılaşılan kablo arızası %55 ile kablo izolasyon arızasıdır (Çoruh, Aras, Kaya ve Cığerci, 2019: 60, 694). Bununla birlikte uçaklarda kablo sayısı çok fazla olduğu için bunların düzenlenmesi de gerekir. Bu düzenleme yapılmazsa hem kablolar birbirine çok karışır hem de sonradan oluşabilecek bir arızayı bulmak zorlaşır. Kablo düzenlemesi yapılmazsa kablolar yerlerine sığmayabilir. Bu ve benzeri sakıncaları gidermek için kablolar gruplandırılarak demetlenir. Kablo demetlemesi farklı şekillerde yapılabilir.

- Kablo demetleme (Harness)(Harnıs)
- Kablo demetleme bandı
- Kablo bağı (Bunların etiketli olanları da vardır.)
- Metal veya plastik kablo koruyucu borular
- Kablo spirali
- İzole bant (elektrik bandı)
- Isı ile eriyen bant

Yukarıda verilenlerden herhangi biri uygulamanın yapılacağı yere uygun olacak şekilde seçilir. Görsel 5.10’da çeşitli kablo demetleme malzemeleri ve kablo demetlemesi görülmektedir.

Kablo ve demetlerinin köşeli yerlerden geçerken bükülmesi gerekebilir. Bükme yapılırken bükmenin iç çapı kablunun dış çapının üç katından az olmamalıdır. Bükme işlemi yapılırken dik köşeler oluşturulmamaya dikkat edilmelidir. Kablolarda oluşturulacak sivri köşeler dirence neden olur. Bu da kablunun o bölgesinde ısınmaya neden olur.



Görsel 5.10: Çeşitli kablo demetleme malzemeleri ve kablo demetlemesi



Zamanla ısının etkisi ile o bölgedeki kablo yalıtkanında özellik kaybı oluşabilir. Bunun sonucu olarak kısa devre meydana gelebilir. Kısa devre, elektrik devrelerinde istenmez. Bu nedenle kabloda köşe oluşturmak büyük önem arz eder. Görsel 5.11'de uçak üstü harness (demetleme) uygulaması verilmiştir.



Görsel 5.11: Uçak üstü harness (demetleme) uygulaması

#### 5.2.4. Sıkıştırma İşlem ve Test Edilmesi

Sıkıştırma işlemi yapıldıktan sonra test işlemi, gözle fiziki olarak ve ölçü aleti (AVOmetre veya multimetre) kullanarak yapılır. Bu testte dikkat edilecekler şunlardır:

- Çok telli iletken var ise bütün iletkenlerin pin veya pabucun içine girmiş olmasına bakılır. İletkenlerin kenarlara hiç taşmaması gerekir. Kenara taşan iletken var ise uygun bağlantı yapılmamıştır.
- Pin veya pabuca takılan iletken yuvadan ileriye gitmemelidir. İletken ileri gitmişse pinin yerine oturmasına engel olabilir. Benzer şekilde iletken geri kalmış ise kablo pin veya pabuçtan çıkabilir.
- Bağlantı yapıldıktan sonra kablo pabuçtan çekilerek kablonun çıkıp çıkmadığı kontrol edilmelidir.
- Kablo soyulmuş ise yalıtkansız kısım pin veya pabuçtan taşmamalıdır.
- Ölçü aleti ile ohm kademesi veya direnç kademesinde ölçme yapılır. Sıkıştırma işlemi elektriksel olarak doğru ise ölçü aleti sıfıra yakın bir değer gösterir. İşlem elektriksel olarak yanlış ise ölçü aleti sonsuz değer gösterecektir. Görsel 5.12'de yanlış ve doğru pin bağlantısının nasıl olduğu görülmektedir.



Görsel 5.12: Yanlış ve doğru pin bağlantısı

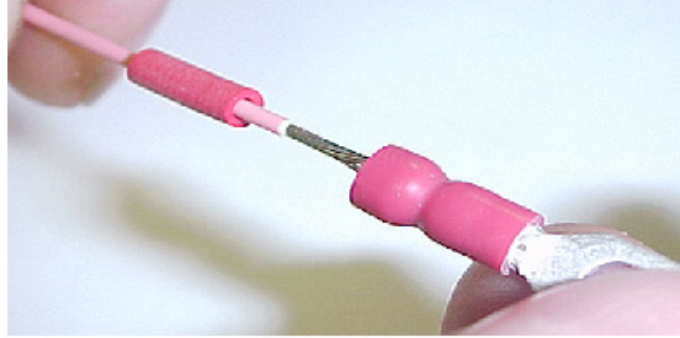
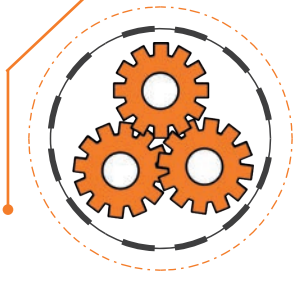


### UYGULAMA 5.2:

### İletkenin Kablo Pabucuna Bağlantısının Yapılması

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak iletkenin ucunu soyup kablo pabucuna bağlantısını yapmak

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Görsel 5.13: Kablonun pabuca takılması



Görsel 5.14: Sıkıştırma aleti ile kablo pabucunun sıkıştırılması



Görsel 5.15: İletken sıkıştırılmış kablo pabucu

### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
İletken	2x2,5 mm <sup>2</sup>	25 cm
Kablo soyma pensi		1 Adet
Yan keski		2 Metre
Kablo pabucu		1 Adet
Sıkıştırma pensi		1 Adet
Pense		1 Adet



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Verilen kablonun kesiti ölçülür. Kesit ölçerken wire gauge (vayr geyç)(telölçer) kullanılır. Telölçer yoksa mikrometre ile iletken çapını ölçerek kesit hesabı yapılır.
3. Kablo soyma pensi ile iletkenin ucu 0,5 cm açılır. Kablo soyma pensi yok ise yan keski kullanılır.
4. Soyulan iletkenler kablo pabucu bağlantı noktasına yerleştirilir. Yerleştirilen iletken kuvvetli bir şekilde sıkılır. Kablo pabucu iyi sıkılmazsa iletken yerinden çıkabilir.
5. Yukarıda belirtildiği gibi bağlantı noktasının dışında bakır görünmemelidir. Kablo pabucunun içinde sıkıştırılan kısmın altına yalıtkan gelmemelidir.
6. Kablo çekilerek fiziki test yapılmalıdır. Bu testte kablo el ile çekildiğinde yerinden çıkmamalıdır.
7. Kullanılmış iletkenler çöpe atılmaz. Bakır geri dönüşüm kutusuna atılır.
8. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Sıkıştırma işlemi nerelerde kullanılır? Yazınız.
2. Kablo pabucu veya yüksüğe neden ihtiyaç duyulur? Yazınız.
3. Kablo soyma pensi ve sıkıştırma pensi yok ise yerine neler kullanılabilir? Yazınız.

### Sonuç

Uygulama ile öğrendiklerinizi aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.

		DEĞERLENDİRME FORMU					TARİH	...../...../20....
Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

## 5.3. PİN SÖKME VE TAKMA



**AMAÇ:** Konnektör yuvalarından pin sökebilmek, takabilmek ve sökülen pin üzerindeki iletkeni gerektiğinde değiştirebilmek

**GİRİŞ:** Uçak elektrik bağlantılarında çalışacak elemanlar ile kontrol merkezi arasında çok fazla veri aktarılır. Bu verilerin aktarılmasında kullanılacak bağlantı noktalarının fazla yer kaplamaması için geliştirilen malzemeler vardır. Bunların içinde de bağlantı noktası olarak kullanılan pinler bulunur. Bunlar farklı tiplerde ve yapılarda olabilir. Bağlantı yapılırken bağlantı noktalarını yerlerine oturtmada farklı yöntemler kullanılır.



### 5.3.1. Pin Sökme ve Takma

Bu işlemi yapabilmek için pinleri ihtiva eden elemanların bilinmesi gerekir. Pin sökme ve takma işlemi için geliştirilmiş özel aletler vardır. Bunlar yardımı ile sökme ve takma işlemi yapılır. Burada bilinmesi gereken bazı elemanlar da vardır.

**Priz:** Elektrikle çalışan cihazlara elektrik vermek amacı ile kullanılır. Prizlerin yeri genelde sabittir (Bakınız Öğrenme Birimi 6).

**Fiş:** Elektrikle çalışan cihazlara prizler yardımı ile elektrik vermede fişler kullanılır (Bakınız Öğrenme Birimi 6).

### 5.3.2. Konnektörler (Connector)(Konnektör)

Bir bağlantı noktasına fazla kablo bağlanması gerekebilir. Bu işlem priz ve fiş ile yapılmak istenirse çok fazla yer kaplayacaktır. Nemli, titreşimli, tozlu, yüksek basıncın olduğu yerlerde de prizlerin uzun süre kullanılması çok zordur. İşte, bu tür dar alan ve fazla bağlantının olduğu yerlerde bağlantı elemanı olarak konnektörler kullanılır.

#### Yapısı

Konnektörler kullanılacağı ortama göre güçlü bir dış koruma ve canlı uç olarak adlandırılan pinlerden oluşmaktadır. Konnektörlerin içinde bağlantıları yapmak ve farklı konnektörlerle bağlantısını sağlamak için kullanılan elemanlara da **pin** denir. Pinlerin dişi ve erkeği vardır. Görsel 5.16'da bir konnektör ve iç yapısı görülmektedir.



Görsel 5.16: Konnektör ve iç yapısı

Konnektörler birbirine bağlanmaları için dişi ve erkek olarak imal edilir. Konnektörler genelde birbirine geçmeli üretilir. Böylelikle yerlerinden çıkarılmaları biraz daha zor olur. Kullanım yerine göre bu geçmeye ilave tedbirleri kilit sistemi gibi yöntemler ile geliştirilmiş konnektörler de vardır. Bu nedenle tek tip konnektör yoktur. Kullanım yerlerine ve ortam şartlarına göre çok farklı türde üretilen konnektörler şunlardır:

- Askeri Konnektör (MS)
- Aydınlatma Konnektörleri
- Endüstriyel Konnektörler
- Fiber Optik Konnektörler
- Otomotiv Konnektörleri
- Enerji Konnektörleri
- Ses ve Video Konnektörleri
- Solar Konnektörler
- RJ45 Konnektörler
- USB Konnektörler



Uçaklarda çoğunlukla askeri tip konnektörler kullanılır. Bağlantı noktasına göre diğer konnektör tipleri de kullanılmaktadır. Konnektörlerin pinlerine iletken bağlantısı geçme, sıkıştırma veya lehimleme ile yapılabilir. Pin bağlantısı lehimleme işlemi geçmiş yıllarda yapılmaktaydı. Lehimleme ısı ile yapıldığı için ince iletkenler zarar görebiliyordu. Günümüzde sıkıştırılmalı pin içeren konnektörler tercih edilmektedir.

Konnektörler çok çeşitte üretilmektedir. Bu nedenle dış yapısı, pin sayısı, pin cinsi vb. bilgilere ulaşmak için sınıflandırmalar yapılmıştır. Ancak bu sınıflandırma tam bir bütünlük göstermez. Bu nedenle bu bölümde örnek bir kodlamanın harf anlamları verilecektir. Genel amaç kullanımlı bir konnektör kodlaması Tablo 5.4'te örnek verilmiştir. Bir konnektörün ilk iki harfi MS ile başlıyor ise bu konnektör askeri konnektördür. Kullanılacak konnektörün seri numarası ile üretici firma kataloglarına ulaşarak o konnektör hakkında bilgi edinilir. Tablo 5.4'teki benzer açıklamalar üretici firmaların kataloglarında bulunmaktadır.

Tablo 5.4: Örnek Bir Konnektör Kodlaması

ÖRN: AC3MMPNZVB-AU BULK			SERİ ÖN EKİ	BAĞLANTI DÜZENİ	CİNSİYET	BAĞLANTI TÜRÜ	GÖVDE TÜRÜ	GÖVDE SERİSİ	SONLANDIRMA	GÖVDE YÜZEYİ	BAĞLANTI KAPLAMASI	PAKETLEME
			AC	3	M	M	PN	Z	V	B	AU	BULK
AC (Seri Ön Eki), 3 (Bağlantılar), M (Erkek), M (Makine işi Bağlantılar), PN (Dar Flanş), Z (Metal Şase Serisi), V (Dikey Baskılı Devre Bordu), B (Siyah Polyester Yüzey), J (Geniş Dişliler), - AU (Altın Kaplama Bağlantılar), Bulk (Yığın Tipi Paketleme).												
SERİ ÖN EKİ	AC	= Seri Ön Eki										
BAĞLANTI DÜZENİ	3	= 3 Bağlantı										
	4	= 4 Bağlantı										
	5	= 5 Bağlantı										
	6A	= 6 Bağlantı										
	7	= 7 Bağlantı										
CİNSİYET	F	= Dişi Soket Bağlantıları										
	M	= Erkek Pin Bağlantıları										
MAKİNE İŞİ BAĞLANTI	Boşluk	= Baskılı Bağlantılar										
	M	= Makine İşİ Bağlantılar										
	G	= Toprak etiketi										
	MG	= Makine İşİ Bağlantılar, Toprak Etiketli (Uygulanabilir 3 erkek pin bağlantısı, yalnızca M ve MG seçeneği)										
NOT: 4 - 7 bağlantılı konnektörler standart olarak makine işi bağlantılara ve												
GÖVDE TÜRÜ	D	= Küçük Flanş(ön veya arka montaj)										
	P	= Geniş Flanşlı Büyük Gövde										
	PN	= Dar Flanşlı Büyük Gövde (Yalnızca erkek)										
GÖVDE SERİSİ	Boşluk	= Yalnızca Erkek P gövde Türü										
	Z	= Metal Şase Serisi										
SONLANDIRMA	Boşluk	= Lehim Gerdeli										
	V	= Dikey Baskılı Devre Bordu										
GÖVDE YÜZEYİ	Boşluk	= Nikel Kaplama Yüzey										
	B	= Siyah Polyester Yüzey										
BAĞLANTI KAPLAMASI	Boşluk	= Standart kaplama (Gümüş veya Kalay - Standart Veriye ithafen)										
	AU	= Altın Kaplama										
PAKETLEME	Boşluk	= Tekli Torbalar										
	Kütle (dolgu)	= Yığın Tipi Paketleme										

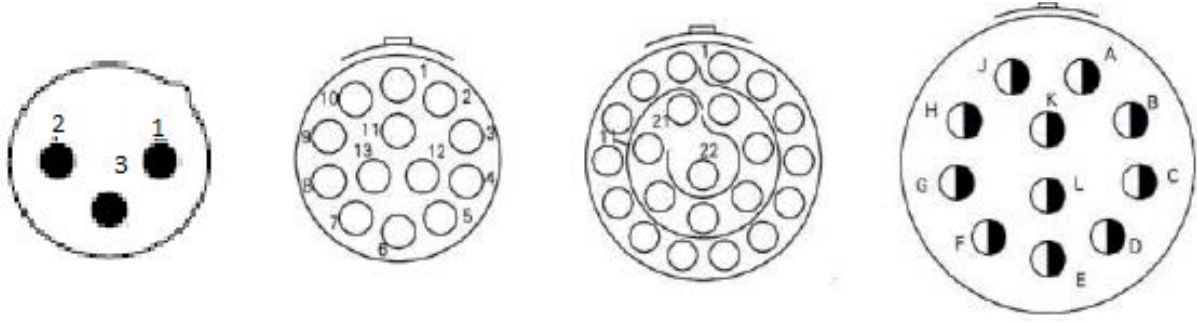
Bu kadar geniş kullanım alanı olan konnektörlerin tipleri ve yapıları çok farklıdır. Görsel 5.17'de farklı alanlarda kullanılan konnektörler görülmektedir.





Görsel 5.17: Farklı alanlarda kullanılan konnektörler

Konnektörlerin pin dizilişleri de farklılıklar gösterebilir. Harf veya rakam ile pinler isimlendirilebilir. Şekil 5.2'de farklı alanlarda kullanılan konnektör pin isimlendirmesi görülmektedir.



Şekil 5.2: Farklı alanlarda kullanılan konnektör pin isimlendirmesi

### Konnektörlere İletkenleri Bağlama

Konnektörlere elektrik kablosu bağlantısı pinler üzerinden yapılır. Bağlantılardan önce konnektörlerin bazılarının sökülmesi gerekebilir. Genelde sökülebilirler geçmelidir. Bir kısmı kenarındaki mandallarına basılarak açılır. Bazılarında da mandala ilaveten ek kilit mekanizmaları vardır. Bunlar genellikle göz kontrolü ile konnektörün etrafına bakılır ise tespit edilir. Özellikle mandallı olanlarda mandala fazla bastırıp kırılmasına dikkat edilmelidir. Konnektörlere kablo bağlantıları yapılırken birbirinden farklı yöntemler izlenir. Görsel 5.18'de uygulamadaki bazı pinler görülmektedir.



Görsel 5.18: Uygulamadaki bazı pinler

RJ45 gibi bağlantılarda kablonun soyulmasına gerek yoktur. Bağlantı, sıkıştırma pensi yardımı ile yalıtkanlı bir biçimde yapılır. Pinlerdeki keskin kısım, kablo iletkenleri üzerindeki yalıtkanı yarıp iletken ile teması sağlar.



**Jak**, ses iletiminde cihaz ile mikrofon veya hoparlör arasındaki bağlantıda kullanılır. Jak bağlantılarında olduğu gibi bazı konnektörlerin iletiminin iyi olması ve bağlantılarında kopma olmaması için lehimleme ile bağlantı yapılır. Lehimleme öncesi kablonun yalıtkanı yeterli miktarda soyulmalıdır. Lehimleme konusundan en son öğrenme biriminde bahsedilmiştir.

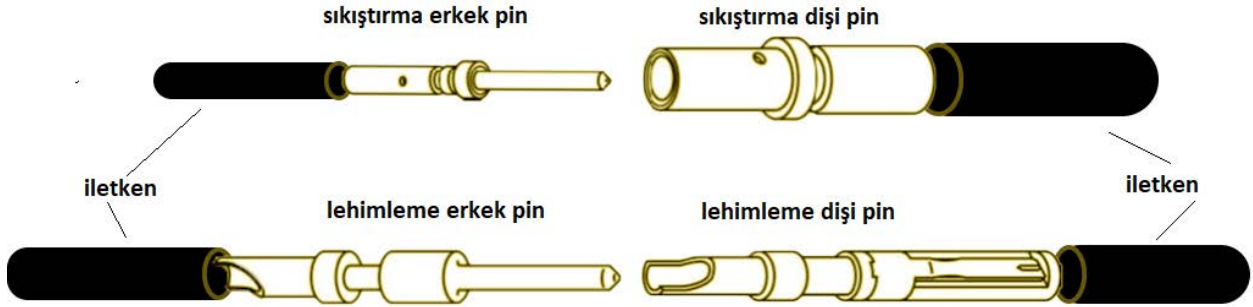
Konnektörlerin üzerindeki pine bağlantı yapılacak ise pinlerin sökülmesi gerekebilir. Pinleri konnektörden sökmek için Görsel 5.19'da görülen pin ekleme ve çıkarma aparatları kullanılır. Bununla birlikte farklı firmaların kendi ürünlerini sökmek amacı ile ürettikleri pin sökme ve takma aletleri de vardır.



Görsel 5.19: Pin ekleme ve sökme aletleri

Pinler söküldükten sonra sıkıştırma aletleri yardımı ile pinlere kablolar takılır. Kablolar mutlaka sıkıştırma aletleri ile pinlere takılmalıdır yoksa kablo pinden çıkabilir. Kablo pinden çıkarsa kısa devre ya da yangın meydana gelebilir. Bağlantı yapıldıktan sonra çekme işlemi ile kablonun yerinden çıkmadığı test edilmelidir. Bu test esnasında şu unutulmalıdır ki kablo gerektiğinde kopabilir ama asla pinden çıkmamalıdır. Kablonun yalıtkanı yeterince soyulmalıdır. Kablo soyma işleminde iletkenlere zarar verilmemelidir. Bunu sağlamak için kablo soyma pensi kullanılmalıdır. İletken kısım pinden taşmamalıdır. Aynı zamanda yalıtkan kısım pinin içine girmemelidir.

Sıkıştırma aleti ile sıkıştırma yapıldıktan sonra pin tekrar pin ekleme aleti ile yerine takılmalıdır. Pinlerin takıldığı yere **pin yuvası** denir. Pin yuvası genellikle geçmelidir. Bu geçmeler, kenarlarındaki kanatçıklar ve konnektörün yapısının yardımı ile sağlanır. Bu nedenle pinler yerinden dikkatli sökülmalıdır. Pine veya yuvaya zarar verilirse pin yerine oturmaz. Bunun sonucunda kısa devre olur ve konnektör kullanılamaz hâle gelir. Görsel 5.20'de örnek bir pin sıkıştırma pensi görülmektedir.



Görsel 5.20: Sıkıştırma pinleri ve lehimleme pinleri

### UYGULAMA 5.3:

#### RJ45 Soket Bağlantısının Yapılması

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak UTP (örgüsüz veri kablosu) iletkenine standartlara uygun RJ45 soketi takmak





### Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler



Görsel 5.21: RJ45 soket bağlantısının yapılması

### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
İletken	UTP	25 cm
Yan keski		1 Adet
RJ45 soket		1 Adet
Kablo soyma pensi		1 Adet
Sıkıştırma pensi (RJ45'li)		1 Adet

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Devre elemanları AVOMETRE ile ölçülerek sağlamlık kontrolleri yapılır.
3. UTP (Unshielded Twisted Pair)(*Anşıldid Tivistd Peör*) iletkenin dış yalıtkanı kablo soyma pensi ile yeterince açılır. Kablo soyma pensi yok ise yan keski veya maket bıçağı kullanılır. Okullara maket bıçağı getirilmesinin yasak olduğu unutulmamalıdır.



4. Dış kılıfı alınan kısımda iletkenler yan yana dizilerek bağlantı noktalarına yerleştirilir. İletkenlerin sıralanması rastgele değildir. Bu soket içinde iki tane bağlantı standardı vardır (T568 A ve T568 B) Bu iki standarttan birine göre iletkenler sıraya dizilmelidir. Tablo 5.5'te RJ45'e takılacak UTP kablunun iletken sıralaması verilmiştir.

**Tablo 5.5: RJ45'e Takılacak Utp Kablunun İletken Sıralaması**

T 568 A Standardı	T 568 B standardı
Yeşil Beyaz	Turuncu Beyaz
Yeşil	Turuncu
Turuncu Beyaz	Yeşil Beyaz
Mavi	Mavi
Mavi Beyaz	Mavi Beyaz
Turuncu	Yeşil
Kahverengi Beyaz	Kahverengi Beyaz
Kahverengi	Kahverengi

5. Soket, iletkenler ile birlikte kablo soyma pensine yerleştirilir. Pens ile iyice sıkıştırılır.
6. Sıkıştırmadan sonra göz ile kontrol yapılır. Bu kontrolde her rengin kendi yuvasında olup olmadığı ve bir yuvada bir tane iletken olup olmadığı kontrol edilir.
7. Soket bağlantısının fiziki olarak kontrolü yapılır. UTP kablo soketten çekilerek çıkarılmaya çalışılır. Kablunun yerinden çıkması gerekir.
8. Kullanılmış iletkenler çöpe atılmaz. Bakır geri dönüşüm kutusuna atılır.
9. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. RJ45 soketinin tanımı nedir? Yazınız.
2. RJ45 soketi nerelerde kullanılır? Yazınız.
3. Priz ve fişin tanımlarını yazınız.

### Sonuç

Uygulama ile öğrendiklerinizi aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.

		DEĞERLENDİRME FORMU					TARİH	...../...../20....
Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



#### UYGULAMA 5.4: BNC Konnektör Bağlantısı

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak koaksiyel kabloya BNC konnektör takmak

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Görsel 5.22: Koaksiyel kablonun hazırlanması



Görsel 5.23: Parçalarına ayrılmış BNC konnektörü

#### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
İletken	Koaksiyel Kablo	25 cm
Yan keski		1 Adet
Kontrol kalemi		1 Adet
Kablo soyma pensi		1 Adet
Tornavida		1 Adet

#### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Devre elemanları AVOMETRE ile ölçülerek sağlamlık kontrolleri yapılır.
3. Kablo soyma pensi ile iletkenin dış yalıtkanı yeterince açılır. Kablo soyma pensi yok ise yan keski kullanılır.
4. Dış kılıfı soyulduktan sonra örgülü iletken ve folyo, kablonun dış kılıfının üzerine doğru ters döndürülür.
5. Canlı uç üzerindeki yalıtkan yeterince soyulur. Bu soyma esnasında bakıra zarar verilmemelidir yoksa iletken kırılır.
6. **BNC** (Bayonet Neil-Concelman)(*Beyenet Nil-Kantılın*), analog görüntü ve ses sinyali taşımada kullanılan kabloların ek veya bağlantı elemanıdır. BNC konnektör sökülür. Konnektörün orta ucuna koaksiyel kablonun canlı ucu bağlanır. BNC gövdesi de koaksiyel kablonun örgülü kısmına gelecek biçimde BNC konnektör toplanır.
7. Sıkıştırmadan sonra göz ile kontrol yapılır. Canlı uç iletken kısım ile örgülü iletken birbirine temas etmemelidir.
8. BNC bağlantısının fiziki kontrolü kablo çekilerek yapılır. Koaksiyel kablo soketten çekilerek çıkarılmaya çalışılır. Kablonun yerinden çıkmamasına dikkat edilir.
9. Kullanılmış iletkenler çöpe atılmaz. Bakır geri dönüşüm kutusuna atılır.
10. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.



### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. BNC konnektörün tanımı nedir? Yazınız.
2. BNC konnektörü nerelerde kullanılır? Yazınız.
3. Standart bir bilgisayar kasasındaki konnektörlerin isimler nelerdir? Yazınız.

### Sonuç

Uygulama ile öğrendiklerinizi aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.

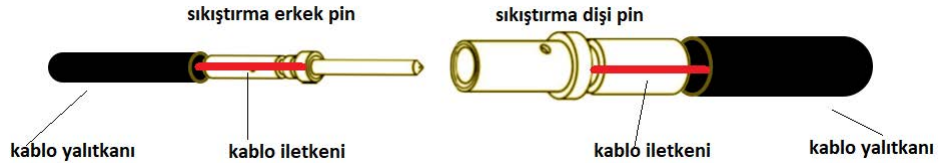
		DEĞERLENDİRME FORMU					TARİH	..../...../20....
Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

### UYGULAMA 5.5:

#### Konnektörden Pini Söküp Pine İletken Yerleştirerek Pini Yerine Tekrar Takmak

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak herhangi bir konnektörden pini söküp pine iletken yerleştirerek pini yerine tekrar takmak

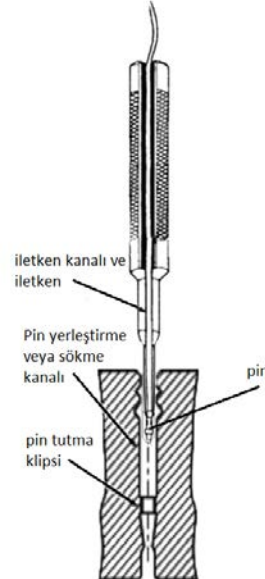
#### Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler



Görsel 5.24: Konnektör pinine iletken takılması



Görsel 5.25: Pinin sıkıştırılması



Görsel 5.26: Pin sökme ve takma aleti ile pinin yuvasına yerleştirilmesi

**Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık**

Adı	Özelliği	Miktarı
İletken	Çok telli	25 cm
Yan keski		1 Adet
Kontrol kalemi		1 Adet
Kablo soyma pensi		1 Adet
Pin sökme ve takma aleti		1 Adet
Konnektör		1 Adet

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Konnektör tipine göre vidalı, geçmeli veya kilitli olabilir. Konnektör tipine uygun olan işlem tercih edilir. Konnektör, pinlere ulaşılabilecek biçimde sökülür.
3. Pin sökme ve takma aleti ile konnektör pin veya pinleri yerinden çıkarılır.
4. Verilen kablonun kesiti ölçülür. Kesit ölçerken wire gauge (*vayr geyç*) (telölçer) kullanılır. Telölçer yoksa mikrometre ile iletken çapını ölçerek kesit hesabı yapılır. Kablo soyma pensi ile iletkenin dış yalıtkanı yeterince açılır. Kablo soyma pensi yok ise yan keski kullanılır.
5. Dış kılıf soyulduktan sonra iletken, pinin içine yerleştirilir.
6. Pin, sıkıştırma aletinin içine yerleştirilerek iletken iyice sıkıştırılır.
7. Sıkıştırmadan sonra göz ile kontrol yapılır. İletken pine tam oturmalıdır.
8. Pin bağlantısının fiziki kontrolü yapılır. İletken pinden çekilerek çıkarılmaya çalışılır. Kablonun yerinden çıkmaması gerekir.
9. Kablo takılan pin, pin sökme ve takma aleti ile tekrar yerine takılır.
10. Konnektör eski hâline getirilir.
11. Kablo çekilerek kablonun fiziki kontrolü yapılır.
12. Kullanılmış iletkenler çöpe atılmaz. Bakır geri dönüşüm kutusuna atılır.
13. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir.

**Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler**

1. Havacılıkta kullanılan pin ve konnektör tipleri nelerdir? Yazınız.
2. Kullanım yerlerine göre konnektörlerin sınıflandırması nasıldır? Yazınız.
3. Konnektörlere neden ihtiyaç duyulur? Yazınız.

**Sonuç**

Uygulama ile öğrendiklerinizi aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



## 5.4. SÜREKLİLİK, YALITIM VE BAĞLAMA (BONDİNG) TEKNİKLERİNİ UYGULAYARAK KABLOLARI TEST ETME



**AMAÇ:** Uçakların içinde ve gövdesinde istenmeyen tehlikeli gerilimler oluşabilir. Bu tehlikeli gerilimlere karşı gerekli kablo testlerini yaparak uçak ve personelini koruyabilmek

**GİRİŞ:** Uçaklar elektrikle çalışan hava taşıtlarıdır. Herhangi bir nedenle elektrik devresinde kaçaklar oluşabilir. Uçaklar gökyüzünde hareket hâlindeyken gövdelerinde elektrik oluşur. Benzer şekilde uçak havadayken uçağa yıldırım da isabet edebilir. Bahsi geçen tehlikelere karşı uçakta tedbirlerin alınması gerekir. Bu tedbirlerin de kontrol edilmesi gereklidir. Kontrol ve test için ohmmetre, multimetre ve meger kullanılır. Görsel 5.27’de meger görülmektedir. Kablo kopukluğu ve süreklilik için kullanılacak ölçü aletlerinin hassasiyeti; doğru akım (DC) için %2, alternatif akım (AC) için %0,3 olmalıdır.

### 5.4.1. Yalıtım



Görsel 5.27: Meger

Elektriği iletmeyen maddelere **yalıtkan** denir. Elektrikle çalışan cihazların veya elektriği taşıyan iletkenin etrafının yalıtkan ile kaplanmasına da **yalıtım (izolasyon)** denir.

Yalıtım büyük önem taşır. İyi bir yalıtım olmaz ise iletkeniden geçen akım kısa devreye, başka bir elemana istenmeyen gerilimlerin düşmesine, kullanıcıların elektriğe maruz kalmasına sebep olabilir. Bu tehlikeleri önlemek için uçaklardaki tesisat periyodik bakımdan geçirilir. Bu testler gözle kontrol ve ölçüm şeklinde olur. Gözle kontrolle görülebilecek olumsuz durumlar Görsel 5.28’de gösterilmiştir.

Kabloların üzerinde eskime, çatlaklar, yanmalar, bağlantı noktasındaki paslar vb. istenmeyen durumlardır. Böyle durumlar söz konusu ise iletkenler değiştirilmelidir. Bağlantı noktasında oluşan pas vb. için pas sökücü, gaz yağı, benzin gibi malzemeler ile bağlantı noktalarının temizlikleri yapılmalıdır. Temizlenmiyor ise bağlantı elemanları yenileri ile değiştirilmelidir. Bu temizlikler esnasında kesinlikle sistemde elektrik olmamalıdır. İş güvenliği konusunda bahsedildiği gibi kesinlikle enerji altında çalışma yapılmamalıdır.



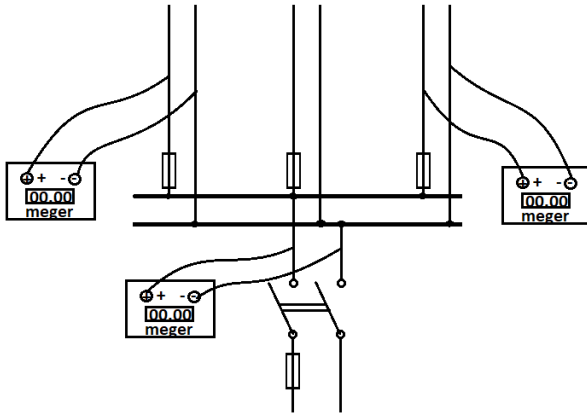
Görsel 5.28: Gözle kontrolde tespit edilebilecek olumsuz durumlara örnekler



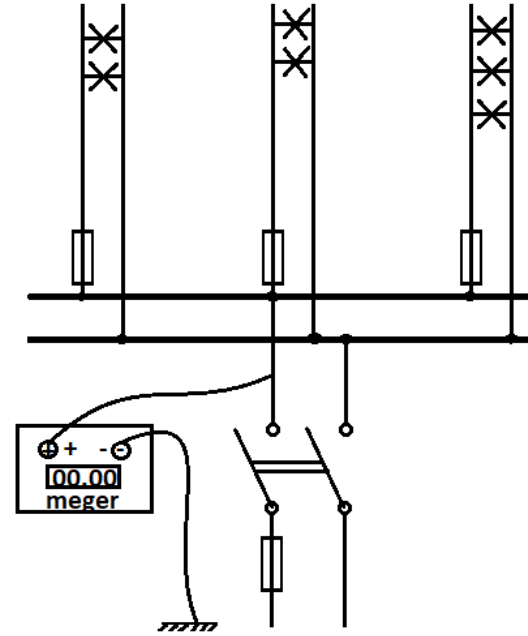


İletkenlerin yalıtkanlık kontrolünü yapmak amacı ile megerler kullanılır. **Megerler** direnç ölçen elemanlardır. Ohmmetre devreye nasıl bağlanıyor ise megerler de aynı şekilde devreye paralel bağlanır. Ölçmedeki farklılık iletkenin değil, yalıtkanın direncinin ölçülmesidir. Zaten megerin ohmmetreden tek farkı çok büyük dirençleri ölçebilmesidir. Bunu yapabilmek için de ölçüm yapılacak yere büyük gerilimler uygular. Bu işlemi yaparken dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- İletkenler arası yalıtkanlık ölçülüyor ise devreye bağlı bütün çalışan elemanlar devre dışı (elektrik bağlantıları sökülmeli) bırakılmalıdır.
- Devreye bağlı olan koruma elemanı sigorta devre dışı bırakılmalıdır.
- İletken ile gövde arasında da yalıtkanlık testi yapılmalıdır.
- Anahtarlar sıfır konumunda (kapalı) olmalıdır.
- Ölçülecek yalıtkanlık direnci iletkene uygulanan gerilimin en az 1000 katı olmasına dikkat edilmelidir.
- İki iletken arasındaki yalıtkanlık direnci Şekil 5.3'te, iletkenin toprağa karşı direncinin ölçülmesi Şekil 5.4'te verilmiştir.



Şekil 5.3: İki iletken arasındaki yalıtkanlık direncinin ölçülmesi



Şekil 5.4: İletkenin toprağa karşı direncinin ölçülmesi

### 5.4.2. Bağlama (Bonding) ve Süreklilik

Uçakların gövdesinde oluşan istenmeyen elektrik etkisini uçak gövdesinden uzaklaştırmak amacı ile yapılan tedbirlere **bağlama (bonding)(bandink)** denir. Uçaklar üzerinde oluşacak hariçten elektrik, yıldırım ve hava koşullarına bağlı olarak sürünmeye dayalı elektriktir. Uçuş sırasında uçağın üzerine yıldırım düşebilir. Görsel 5.29'da görüldüğü gibi yıldırım genellikle uçağın ön tarafına düşer. Bunun dışında hava koşullarına bağlı olarak kar, yağmur, toz ortamına göre uçakların üzerinde statik elektrik oluşur. Bu elektrikler uçağın elektrik bağlantısına, içinde bulunan yolculara, haberleşmesini sağlayan RF (radyo frekansı) sistemlerine, elektronik donanımına ve iletişimine zarar verebilir.

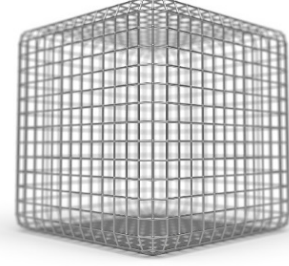


Görsel 5.29: Uçağa yıldırım düşmesi



Bahsedilen bu sakıncalar uçağa ve uçağın sistemine zarar verebilir. Yıldırım düşmesi sonucu 1963 yılında bir yolcu uçağının yakıt deposu infilak etmiştir. Patlama sonucu yolcular ve personeller hayatını kaybetmiştir. [Özel ve Töre: 2007, cilt: 48, sayı:566] Bu olaydan sonra elektrik tesisatları ve harici oluşan istenmeyen elektriklere karşı standartlar ve belirli tedbirler getirilmiştir. Bu tedbirleri sağlamak için Faraday Kafesi'nden ve korona olayından etkin olarak yararlanılmıştır.

**Faraday Kafesi:** Uçak kapalı bir kafes ağı şeklinde iletkenlerle örülür. Kafes yüzeyine elektrik verilir. Kafes içindeki kafese temas etmeyen canlılar bu elektrikten etkilenmez. Bu olay 1836 yılında Micheal Faraday tarafından bulunduğu için "Faraday Kafesi" olarak isimlendirilmiştir. Örnek bir Faraday Kafesi Görsel 5.30'da görülmektedir.



Görsel 5.30: Faraday Kafesi

**Korona olayı:** Nemli ve sisli havalarda özellikle de yüksek gerilimin olduğu elektrik taşınan yerlerde iletken üzerindeki çıkıntılar ortamdaki havayı iyonize eder. İyonize olan hava üzerinden yüksek elektrik akımı deşarjları oluşur. İletken üzerindeki elektriğin bir kısmı havanın üzerinden harcanmış olur. Elektriğin bu şekilde deşarj olmasına korona olayı denir.

Uçaklar da kapalı bir Faraday Kafesi gibi yapılabilir. İlk zamanlarda uçak gövdesi, alüminyum alaşımlarından yapılırdı. Bu sayede kapalı bir kafes elde ediliyordu. Sonraki yıllarda uçağı hafifletmek amacı ile gövde, hafif kompozit malzemelerden yapılmaya başlandı. Kompozit kötü bir iletken olduğu için uçak yüzeyine astar ve boyadan önce antistatik bir iletken ağı örülür. Üzerine de alüminyum folyo veya iletken örgü yapılır. Bu sayede gövde üzerinde Faraday Kafesi'ne benzer bir kafes oluşur.

Faraday Kafesi'nde elektriğin sürekliliğini sağlamak amacı ile gövdeden ayrı parçalara bağlantı yapılmalıdır. Bu bağlantılar olmaz ise akım yolunda süreklilik oluşmadığı için kafes de oluşmaz. Görsel 5.31'de uçakta hareketli parça ile gövde arasında sürekliliği sağlamak amacı ile yapılan bağlantı vardır. Bu bağlantılarda iletkenlik çok yüksek olmalıdır. Başka bir ifade ile bağlantı direnci çok küçük olmalıdır. Bu değer 0,003 ohm'dan (3 mΩ) küçük olmalıdır. Bu direnci ölçmek amacı ile özel ohmmetreler geliştirilmiştir. Bunlar, miliohm seviyesinde dirençleri sağlıklı bir şekilde ölçebilir. Uçaklarda Faraday Kafesi'nin bütün olabilmesi amacı ile bütün gövde ile diğer parçalar arasında yapılan bağlantı süreklilik olarak ifade edilir.



Görsel 5.31: Uçakta hareketli parça ile gövde arasında sürekliliği sağlamak amacı ile yapılan bağlantı

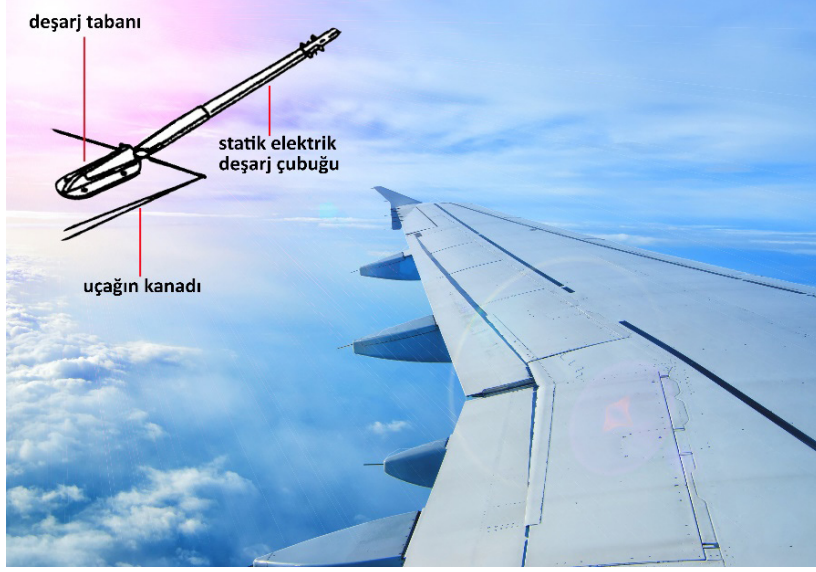
Sürekliliği sağlamak amacı ile yapılan bağlantıların belirli aralıklarla kontrolünün sağlanması ve test edilmesi gerekir. Kontrol, önceki testlerde olduğu gibi gözle ve ölçü aleti ile yapılmalıdır. Ölçü aleti testi önceki öğrenme birimlerinde anlatılmıştı. Gözle yapılan testte bağlantı noktasının;

- Paslılığı,
- İletken sağlamlığı,
- Vidalarının durumu gözden geçirilir.

Buraya kadar olan kısımda uçağa düşen yıldırımın ve uçak üzerinde oluşan statik gerilimin uçağın içinden uzak tutulması için yapılması gerekenler hakkında bilgiler verildi. Oluşan bu elektrik harcanmadığı zaman uçaktaki sisteme ve uçağın içindekilere zarar verebilir. Burada devreye korona olayı girer. Yüksek akımların çıkıntılardan hava aracılığı ile boşalmasından faydalanılır. Uçağın kanatlarına ve kuyruk kısmına deşarj püskülleri takılır. Görsel 5.32'de kanatlardaki deşarj püskülleri (çubukları) yardımı ile elektrik boşaltılır. Uçağa yıldırım çarpar ise bu gerilim kafes ve süreklilik yardımı ile tüm gövdeye, kanatlara ve kuyruğa yayılır. Deşarj çubuklarının etrafında yüksek gerilim nedeni ile hava iyonize olur. İyonize olan hava elektriği taşır.



Uçak gövdesindeki elektrik bu şekilde harcanmış olur. Bu nedenle yağmurlu havalarda uçak kanatlarında ışık oluşur. Uçağın kanatlarından aynı zamanda ses de gelir. Bunlar, korona olayının sonuçlarıdır.



Görsel 5.32: Kanatlardadeşarj püskülleri (çubukları)

### 5.4.3. Uçaklarda Topraklama

Elektrikle çalışan aletlerin elektrikle ilgisi olmayan metal kısımlarının toprakla birleştirilmesi işlemi **koruma topraklamasıdır**. Uçaklarda süreklilik ve bonding işlemine rağmen gövde üzerindeki statik elektrik boşaltılamayabilir. Bu statik elektrik, yakıt deposuna yakıt verileceği zaman kıvılcıma hatta patlamaya neden olabilir. Bunu önlemek amacı ile uçak gövdesinin metal olan bir yeri ile toprağın bir iletkenle birleştirilmesi uçak topraklama işlemidir. Böyle bir uygulama Görsel 5.33'te yapılarak yakıt dolum işlemi gerçekleştirilmektedir.



Görsel 5.33: Yakıt deposu ve yakıt deposunun topraklanması

Uçaktaki statik gerilim toprağa, topraklama iletkeni ve topraklama çubukları veya levhaları yardımı ile boşaltılır. Topraklamanın gerçekleşebilmesi için topraklama sisteminin olması gerekir. Toprağa metal çubuklar veya levha gömülerek bu işlem gerçekleştirilir.



## 5.4.4. Uçak Elektrik Hatlarında Oluşabilecek Hasarlar ve Toleransları

Kablo ve bağlantı malzemeleri, elektriği iletmek amacı ile iletken ve onu koruyan yalıtkan malzemelerden yapılır. Bu konular daha önceki bölümlerde detaylı olarak anlatılmıştı. İletkenler metal malzemelerden oluştuğu için genel olarak kimyasal etkiler ile iletkenlik özelliklerini kaybedebilir. Benzer şekilde yalıtkan malzemeler de çeşitli etkiler ile özelliklerini kaybedebilir veya görevlerini yapamayabilir. Bunlar elektrik tesisatında arızalara neden olur. Bu arızalar ile elektrikli elemanlar doğru çalışmayabilir ve çalışma özelliklerini kaybedebilir. Bu arızalar uçakta yangına neden olabilir.

Uçak elektrik tesisatlarında oluşabilecek hat arıza sebepleri şunlardır:

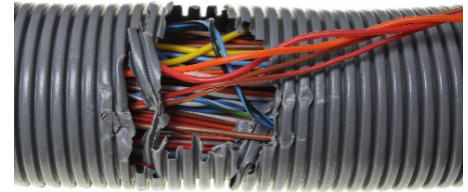
- Bakım eksiklikleri
- Uzun kullanım süresi
- Dolaylı hasarlar
- Kimyasal malzemeler
- Çalışma akımının aşılması ve yüksek ısı
- Yetersiz temizlik
- Nem
- Mekanik aşınma

**Bakım Eksiklikleri:** Uçakların çalışma şartları nedeni ile düzenli olarak kontrol edilmesi gerekir. Bu kontrollerde yapılması gerekenler yapılmaz ise elektrik aksamında oluşacak hasarlar arıza oluşmadan tespit edilemez. Birçok çalışan elemanın genel bir bakım prosedürü vardır. Benzer biçimde uçakların da periyodik bakım prosedürü vardır. Bu bakımlar düzenli yapılmadığı takdirde kazalar kaçınılmaz olur.

**Uzun Kullanım Süresi:** Her malzemenin bir ömrü vardır. Uçaklarda uzun kullanım sonunda elektrik kabloları yılların etkisi ile özelliklerini kaybetmeye başlar. Bu sakıncaları yaşamamak için bakımların düzenli yapılması, ömrünü tamamlayan malzeme ve kabloların değiştirilmesi gerekir. Uzun kullanım sonunda kablo yalıtkanında çatlaklar ve kırılmalar yaşanabilir. Uzun kullanımlar sonucunda bağlantı noktalarında oksitlenme (pas) oluşabilir. Oksitlenme; elektriğin iletilmemesine, bu noktalarda dirence, akım geçişlerinin kötüleşmesine ve istenmeyen ısıya neden olur. Pasın olumsuz etkilerinden kurtulmak için bu yüzeyler pas sökücü malzemeler ile temizlenmelidir.

**Dolaylı Hasarlar:** Açıkta bulunan kablo demetlerine, bağlantı noktalarına ve kabloları dışarıdan bir fiziki etki olabilir. Bu etkilerle benzer şekilde kablolar veya onları koruyan elemanlar kırılabilir, çatlayabilir veya yerinden çıkabilir. Bu kablo çıkmaları ile kısa devreler oluşabilir. Kablo çıkması nedeni ile elemanlar çalışmayabilir. Dışarıdan kabloları ve demetleri koruyan kısımlar da zarar görebilir. Bunlar tamir edilmez ise uçak istenilen biçimde çalışmaz. Görsel 5.34'te dış etki ile kabloları koruyan borunun kırılması verilmiştir.

**Kimyasal Malzemeler:** Uçakların bakımı kapsamında temizlenmesi ve boyanması gereklidir. Uçağın taşıdığı malzemelerden de kimyasallar uçağa dökülebilir. Bu işlemlerde tedbirli davranılmaz ise bağlantı noktaları ve kablolar kullanılan kimyasal malzemelerden zarar görebilir. Bu kimyasallar; yalıtkanların özelliğini erken kaybetmesine ve kabloların bağlantı noktasında paslanmaya neden olur. Bağlantı noktasında oluşan pasa Görsel 5.35'te örnek verilmiştir.



Görsel 5.34: Dış etki ile kabloları koruyan borunun kırılması



Görsel 5.35: Bağlantı noktasında oluşmuş bir pas



**Çalışma Akımının Aşılması ve Yüksek Isı:** Kabloların yalıtkanı genelde petrol türevlerinden yapılır. Petrol türevleri sıcak karşısında ekonomik ömrünü daha da erken tamamlar. Elektrik akımının etkilerinden biri de ısı etkisidir. Kullanılacak kabloların iletken çapları taşıyacakları akıma göre seçilir. Bu akım kapasitesi aşılsa iletken üzerinde fazladan ısınmaya neden olur. Uçaklar park esnasında genelde güneş altında bulunur. Güneşin uçak ve içindeki malzemeler üzerinde ısıtıcı bir etkisi vardır. Bu ve benzeri istenmeyen ısınmalar, kablo özelliklerinin kaybolmasına neden olur. Görsel 5.36'da ısı etkisi ile özelliğini kaybetmiş ve yalıtkan kırılmaları oluşmuş bir kablo görülmektedir.



Görsel 5.36: Isının kabloda zamanla oluşturduğu etki

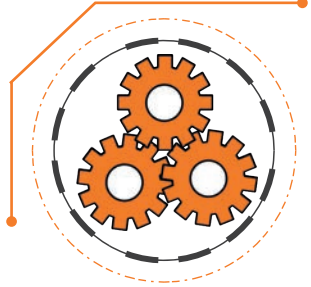
**Yetersiz Temizlik:** Uçakların elektrik aksamının olduğu yerlerde gerekli temizlikler yapılmalıdır. İletkenlerin üzerinin kirlenmesi, iletkenlerde fazladan ısıya neden olur. Isınma ile yalıtkanlık özelliği erken bozulur. Bağlantı noktaları ve bağlantı elemanlarının kirlenmesi, kısa devreye veya dirence neden olur. Kısa devre de yangına veya elemanların özelliğini kaybetmesine sebep olur. Temizlik esnasında kabloların yerinden çıkmamasına özen gösterilmelidir. Kablo özelliğinin kaybolmasına neden olacak kimyasallar kullanılmamalıdır.

**Nem:** Kimyasal malzemelerde olduğu gibi nem de pasa neden olur. Kablo yalıtkanının özelliğini erken kaybetmesine neden olur. Kablo hattı normalde uçağın nemli bir yerinde kullanılıyor ise kablo, nemli yer malzemelerinden yapılmalıdır. Buradaki elemanlar değiştirildiğinde de nemli yer malzemeleri kullanılmalıdır.

**Mekanik Aşınma:** Uçaklar çalışması itibari ile yüksek miktarda titreşime (vibrasyon) neden olur. Mekanik aşınma, titreşim bağlantı elemanlarının ve bağlantı noktalarının gevşemesine neden olabilir. Bağlantılardaki gevşeme elektriğin iyi iletilmesini engeller. Buralarda direnç ve ark (kıvılcım) oluşabilir. Bağlantılar sıkıştırma elemanları ile yapılmaz ise yerinden çıkar. Bakımın önemi burada da ortaya çıkar. Bakımlarda bağlantı noktalarının sağlamlığı kontrol edilmelidir. Titreşim, yan yana olan kabloların veya kablonun uçak yüzeyine sürtünmesine neden olabilir. Böyle durumlarda kablo yalıtkanı aşınıp istenmeyen tehlikeli temaslara yol açabilir. Kablo hareketini önlemede kablo demetleme sıkı yapılmalıdır. Kablo hat güzergâhı metallere veya yüzeye uzak yapılmalıdır. Yüzeyden kaçış imkânı yok ise kablo ile yüzey arasına etkiyi azaltacak yumuşak malzemeler konulmalıdır.

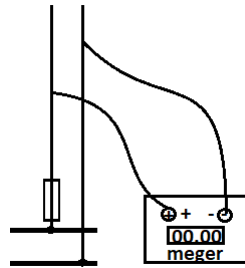
Görsel 5.28'de bakımda değişmesi gereken ama değişmeyen kabloda ve üzerinde çatlak, bağlantı noktasında pas oluşmuştur. Bu bağlantı noktasındaki iletkenler değişmelidir. Bağlantı noktası da pas sökücüler ile temizlenmelidir.

### UYGULAMA 5.6: Meger ile Yalıtkanlık Direnci Ölçme



**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak iletkenin megerle yalıtkanlık direncini ölçmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Şekil 5-5: Meger ile yalıtkanlık kontrolü



### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
İletken	2x2,5 mm <sup>2</sup>	200 cm
Meger		1 Adet

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Kablonun uçlarına herhangi bir malzemenin bağlı olmadığı kontrol edilir.
3. Kablonun uçlarına meger propları şekildeki gibi bağlanır. Ölçüm yapılırken kabloyu tutmak için arkadaştan yardım alınabilir.
4. Meger çalıştırılır. Uygulanacak gerilim, kablonun dayanma geriliminden büyük olmamalıdır.
5. Yalıtıklılık testi 10 dakika sürmelidir. Her dakika megerden direnç değeri alınır. 10 dakika sonra değerlerin aritmetik ortalaması alınır. Hesaplanan direnç kablonun çalışacağı gerilimin 1000 katı olmalıdır. Bu şartı sağlıyor ise kablo sağlamdır. Burada kablonun devreye bağlanmasında sakınca yok demektir. Ölçülen direnç büyük olmazsa kablo kullanılmaz.
6. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Hat arıza sebepleri nelerdir? Yazınız.
2. Bağlamanın (bonding) tanımı nedir? Yazınız.
3. Topraklama nedir? Yazınız.

### Sonuç

Uygulama ile öğrendiklerinizi aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.

		DEĞERLENDİRME FORMU					TARİH	...../...../20....
Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



## 5.5. ELEKTRİK HATLARINDA KORUMA TEKNİKLERİNİ UYGULAMA



**AMAÇ:** Uçakların elektrik hatlarında koruma tedbirlerinin gerekliliğini ve vazgeçilmezliğini kavrayabilmek

**GİRİŞ:** Uçakların sağlıklı bir şekilde çalışmalarını devam ettirebilmeleri için elemanlarına elektrik sağlanması gerekir. Elektrik, elemanlara kablolar ve bağlantı elemanları aracılığı ile iletilir. Bunlarda arıza oluşması istenmez çünkü arıza her zaman yerde olmaz. Havada bir arızanın oluşması geri dönülemeyecek sonuçlar doğurabilir. Arıza oluşmadan önce alınacak tedbirler konusu bu bölümde anlatılacaktır.

### 5.5.1. Uçaklarda Elektrik Hatlarını Koruma

Uçak elektrik hatlarında oluşabilecek hasarlar ve hasarların nedenleri üzerinde önceki konularda durulmuştu. Bu hasarlara karşı alınabilecek tedbirler hakkında da bilgiler verilmişti. Bu bölümde koruma planı üzerinde durulacaktır. Koruma planı olay bazlı değil, genel olarak yapılacaktır.

Yapılacak bir koruma planı;

- Tanıma,
- Temizlik,
- Koruma,
- Temizlik takibi,
- Koruma kaldırma,
- Denetimi içermelidir.

**Tanıma:** Uçağın elektrik projesine hâkim olunmalıdır. Projeye göre ağırlıklı olarak hasar görebilecek yerler tespit edilmelidir. Buralar daha sık kontrol edilmelidir. İlave tedbir gerekiyor ise alınmalıdır.

**Temizlik:** Bakımlarda kablolar ve bağlantı noktalarının temiz olması sağlanmalıdır. Uçak bağlantı noktaları ve kabloları temiz değil ise uygun ekipmanlar ile temizlenmelidir.

**Koruma:** Tanıma aşamasında tespit edilen yerlerdeki kablo veya ekipmanlar koruyucu, esnek, yalıtkan malzemeler ile sarılabilir. Ekipman, sert yalıtkan malzeme içine alınabilir. Böylelikle ilave bir koruma tedbiri alınmış olur.

**Temizlik Takibi:** Uçak içinde bir çalışma yapılmış ise çalışma sonrası kablo ve ekipman temizliği yapılmalıdır. Çalışma bölgesinde kullanılan malzemeler uçakta unutulmamalıdır.

**Koruma Kaldırma:** Uçakta yapılacak çalışma öncesi kablo ve ekipmanlar koruyucu malzemeler ile sarılmış olabilir. İş bittikten sonra bu koruyucu malzemeler tekrar toplanmalıdır. Çalışma alanı eski hâline getirilmelidir.

**Denetim:** Çalışma bitirilip bölge temizlendikten sonra son bir kontrolün daha yapılmasına denetim denir.

Bu denetimlerin düzenli bir şekilde yapıldığını tespit edebilmek amacı ile Tablo 5.6'daki gibi bir koruma planı hazırlanabilir.

Tablo 5.6: Koruma Planı

Onay	Yapılacak İşlem
<input type="checkbox"/>	Tanıma
<input type="checkbox"/>	Temizlik
<input type="checkbox"/>	Koruma
<input type="checkbox"/>	Temizlik takibi
<input type="checkbox"/>	Koruma kaldırma
<input type="checkbox"/>	Denetim



## 5.5.2. Elektriksel Kabloların Bağlantı Sistemi (EWIS)

EWIS (Electrical Wiring Interconnection System (Elektrikil Vayrın İnırkonekşın Sıstım) kelimelerinin baş harflerinden oluşmuştur. Uçak havadayken oluşacak kazaların sonuçları çok vahim olur. Bu kazalar bütün personelin ve yolcuların ölümüne sebep olabilir. Uçak kaza raporlarına bakıldığında kazaların elektrik tesisatı arızalarından kaynaklandığı görülmektedir. Örneğin, Temmuz 1996'da Boeing 747 Trans World Airlines (Trenz Vörlđ Eırlayns) (TWA) Flight (Flait) 800'ün havada patlaması ve Nova Scotia'daki (Nova skoşia) bir Swissair (Sıvıseir) MD-11 kazasının elektrik tesisatı arızasından kaynaklandığı tespit edilmiştir. TWA 800 kazasına yakıt deposunda bir kıvılcıma yol açan bir kablo arızasının sebep olduğu tespit edilmiştir. Swissair felaketine ise uçuş esnasında uçuş eğlence sistemi kablosunda oluşan arkın sebep olduğu belirtilmiştir (Çoruh ve Cığercı, 2019: 60, 694).

Bu tip kazaların önüne geçilmek için elektriksel kabloların bağlantı sistemi (EWIS) standartlarına göre düzenlenmelidir. ABD Federal Havacılık Otoritesi (FAA) tarafından EWIS'i iki veya daha fazla sonlandırma noktası arasında veri ve sinyal de dâhil olmak üzere elektrik enerjisinin iletilmesi amacıyla uçağın herhangi bir alanına kurulan sonlandırma aygıtları da dâhil olmak üzere herhangi bir kablo, kablolama aygıtı veya bunların kombinasyonu olarak tanımlanmaktadır. EWIS'in kategorileri şunlardır:

- Elektrik ve elektronik sistemlere ait tüm kablolar
- Elektrik güç dağıtım noktaları (Bus Barlar)
- Tüm cihazlara ait bağlantı noktaları ve bunlara ait röleler, anahtarlar, terminaller, sigortalar vb. koruma elemanları
- Konnektörler (bağlantı ve geçiş konnektörleri)
- Konnektör elemanları
- Elektrik nötr ve topraklama elemanları ve bağlantıları
- Elektrik sistemine ait ekler
- Kablo koruyucu elemanları
- Kelepçeler ve diğer kablo destekleme ve tutturma elemanları
- Kablo bağlama elemanları
- Bağlama (bonding)
- Etiketler ve diğer tanıma elemanları

EWIS ile bu bölgelerin kontrolü yapılır. Bu bölgeler için kontrollerin nasıl yapılacağı önceki konularda da anlatılmıştı. Kontroller ağırlıklı olarak gözle yapılmaktadır. Bu kontrollerde yıpranma, aşınma, gevşeme, kirlenme vb. etkiler görülebilir. Bunlar tespit edildiğinde uygun bakım tedbirleri alınarak tamirat gerçekleştirilir.

Yapılan kontrollerde kablolarda çatlama veya aşınma olabilir. Bu durumda aynı özellikte kablo bulunarak hattın yenileme işlemi yapılır. Herhangi bir elemanın bağlantı noktasında kirlenmeler, kablolar söküldükten sonra temizlenir. Temizleme işleminden sonra kablolar tekrar yerine takılır. Kablolar, bağlantı noktası, konnektör veya pinler temizlenemiyorsa yenileri ile değiştirilmelidir. Kablolar veya bağlantı elemanları da değiştirilebilir. Bu durumda üzerinde etiket olanlara tekrar etiketleri takılmalıdır. Etiketlerde silinme vb. durumlar oluşabilir. Projeye bakılıp etiketteki yazılar tekrar yazılmalıdır.

Göz kontrolünde arıza bulunmazsa devamlılık testi (continuity test) (kannıverı test), kısa devre testi (short circuit test) (şhört sörkıt test) ve izolasyon testi (insulation test) (ınsıleyşın test) yapılır.



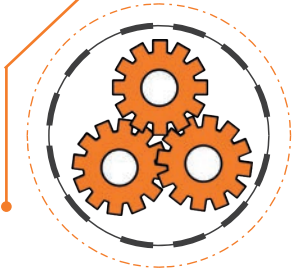


### UYGULAMA 5.7:

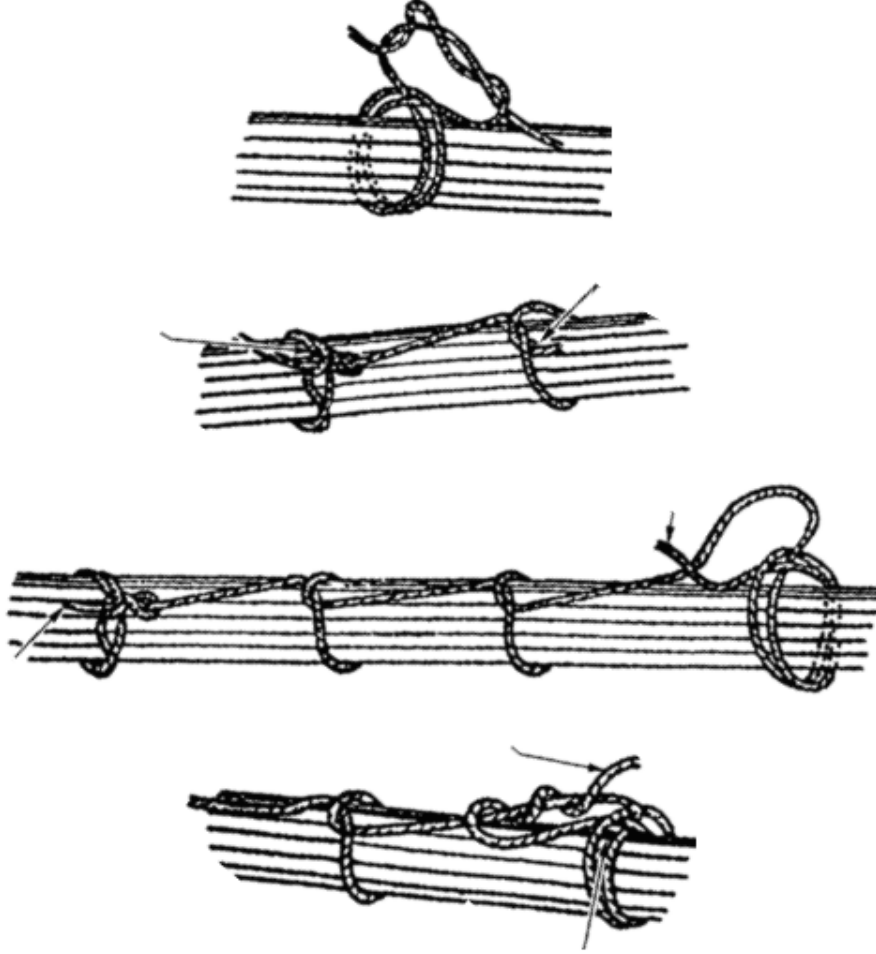
### Kablo Grubunun Demetlemesinin Yapılması

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak belirli bir grup kabloyu demetleme yöntemi ile bir araya toplamak

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Görsel 5.37: Tel demeti kaşığı



Şekil 5.6: Kablo grubu demetleme aşamaları

### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
İletken	12x0,5 mm <sup>2</sup>	35 cm
Demetleme ipi	-	1 Adet
Tel demeti kaşığı		1 Adet



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Düğüm atıldıktan sonra ip kablonun üzerine uzatılır. İpin kablonun üzerinde sabit kalabilmesi için ip ve kablo strap içinde kalacak şekilde strap sıkıştırılır. **Strap**, demet için atılan özel bir düğümdür.
3. Strap dibinden başlamak üzere sol işaret parmağı kablonun üzerinde bulunan ipe bastırılır.
4. Sol işaret parmağı kablonun üzerindeki ipi tutarken sağ el ile ip kablonun üzerinde 360 derece çevrilir. Başka bir ifade ile ipe kablo demeti üzerinde yeni bir halka oluşturulur.
5. İp, oluşan halkanın içinden geçirilip halkaya dik bir biçimde ileriye doğru götürülür. Demetleme sonuna kadar 8 ve 9. işlem basamakları tekrar edilir.
6. Demetleme, kablonun sonunda strap ile bitirilir.
7. İletkenleri harnessin içine yerleştirmek amacı ile **tel demeti kaşığı** (wire harness spoon)(*vayr harnıs spun*) kullanılır. Görsel 5.37'de tel demeti kaşığı verilmiştir.
8. Demetin doğruluğu öğretmen tarafından kontrol edilmelidir. Bu uygulamada yapılan demetleme, Uygulama 5.8'de kullanılacaktır. Bu nedenle uygulama saklanır.
9. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Kabloları bir araya toplamaya neden ihtiyaç duyulur? Yazınız.
2. Demetleme nedir? Yazınız.
3. Kabloları bir araya toplamak için kullanılan yöntemler nelerdir? Yazınız.

### Sonuç

Uygulama ile öğrendiklerinizi aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.

		DEĞERLENDİRME FORMU					TARİH	...../...../20....
Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



**UYGULAMA 5.8:**

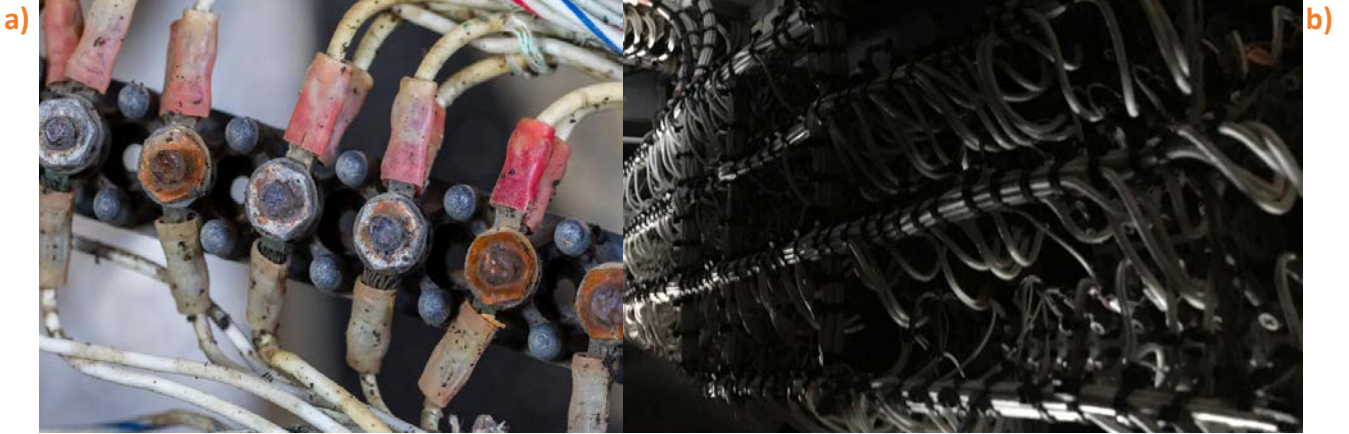
**Gözle Kablo ve Kablo Demetlerinin Kontrolü**

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak gözle kablo ve kablo demetlerinin kontrolü yapmak

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Görsel 5.38: Uçağın demetlenmiş kablo grupları



Görsel 5.39: Uçağın bağlantı noktası ve kablo harnessi

**Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık**

Adı	Özelliği	Miktarı
Kontrol kalemi		1 Adet
Pense		1 Adet
Harness	Bir önceki işte yapılan	
AVOmetre		1 Adet
Kalem		1 Adet



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Kontrolü yapılacak bölge gözle kontrol edilir.
3. Bu kontrolde bölgede sarkma, kopma, yanma, aşınma, sıkışma, çatlama, kırılma var ise bunlar not edilir.
4. Tespit edilen durumlara göre gerekli tedbirler alınır.
5. Bu uygulama için Uygulama 5.7'de yapılan harnessin karşılıklı uçları bulunup numaralandırılır.
6. Numaralandırmanın doğruluğu öğretmen tarafından kontrol edilmelidir.
7. Kullanılmış iletkenler çöpe atılmaz. Bakır geri dönüşüm kutusuna atılır.
8. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

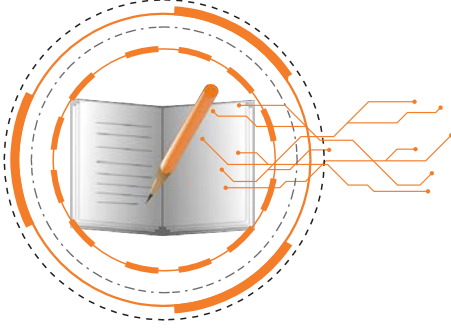
### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Kabloların gözle kontrolünde nelere dikkat edilmelidir? Yazınız.
2. EWİS'e uygun takım çantasında hangi aletler olmalıdır? Yazınız.
3. Yapılan gözle kontrolde belirli bir bölgede kararma (siyahlaşma) var ise ne yapılmalıdır? Yazınız.

### Sonuç

Uygulama ile öğrendiklerinizi aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.

DEĞERLENDİRME FORMU							TARİH	...../...../20....
Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



## 5. ÖĞRENME BİRİMİ

### ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerde parantez içine yargılar doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. ( ) Haberleşme kabloları bakır iletkenli ve fiber optik kablolar olmak üzere iki tiptir.
2. ( ) Çıplak iletkenler sadece çok telli olarak üretilir.
3. ( ) Kablo içinde üst üste gelen ayrı ekranların arasına konulan yalıtkan kılıfa ekran denir.
4. ( ) Tek damarlı yalıtılmış iletkenler tek telli veya çok telli olabilir.
5. ( ) Kalay kaplı bakır tel, tüm kablo uygulamalarında kullanılır.
6. ( ) CENELEC kablo standardı ülkemizde kullanılan bir standart değildir.
7. ( ) N tipi kablolar, sabit tesislerde kullanılan normal ve hafif işletme şartlarına dayanıklı kablolardır.
8. ( ) Kablo izolasyon arızası, uçaklardan en sık karşılaşılan kablo arızalarındandır.
9. ( ) Konnektörlerin içinde bağlantıları yapmak kullanılan elemanlara da fiş denir.
10. ( ) Konnektörler dişi ve erkek olarak imal edilir.
11. ( ) Meger ile ölçüm yapılırken ölçülecek yalıtkanlık direnci, iletkene uygulanan gerilimin 100 katı olmalıdır.
12. ( ) Yağmurlu havalarda uçak kanatlarında ışık oluşması korona olayının sonucudur.
13. ( ) Uçaklarda yakıt deposuna yakıt verileceği zaman mutlaka topraklama yapılmalıdır.
14. ( ) Yetersiz temizliğin uçak elektrik tesisatlarında hat arızasına etkisi yoktur.
15. ( ) EWIS standartları, elektrik kablo hatları kaynaklı uçak kazalarını önlemek için tanımlanmıştır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Sabit tesislerde kullanılan ağır işletme şartlarına dayanıklı kablolar ..... tipi kablolardır.
2. Bir konnektörün ilk iki harfi MS ile başlıyorsa bu konnektör ..... tip konnektördür.
3. Kablolar mutlaka ..... aletleri ile pinlere takılmalıdır.
4. Ölçülecek yalıtkanlık direnci, iletkene uygulanan gerilimin en az ..... katı olmalıdır.
5. Uçak gövdesinin metal olan bir yeri ile toprağın bir iletkenle birleştirilmesi işlemine ..... denir.



C) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. İletkenlerin kablo olarak kullanılabilmesi için hangi madde ile korunması gerektiği aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?  
A) Yarı iletken  
B) Yalıtkan  
C) Titanyum  
D) Saf madde  
E) Germanyum
2. Aşağıdaki seçeneklerde verilen kablo türlerinden hangisi bir enerji kabloları türü değildir?  
A) Bina ve tesisat kabloları  
B) Yer altı kabloları  
C) Ağır işletme kabloları  
D) Hava hattı kabloları  
E) Veri iletişim kabloları
3. Kabloları elektromanyetik olarak izole (yalıtım) etmek için etrafına sarılan metal sargılar aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak adlandırılmıştır?  
A) Ekran  
B) Kör damar  
C) Tel  
D) Dolgu  
E) Ayırıcı kılıf
4. Tüm kablo uygulamalarında kullanılan iletken cinsi aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?  
A) Gümüş kaplı bakır tel  
B) Nikel kaplı bakır tel  
C) Alüminyum tel  
D) Çıplak bakır tel  
E) Bakır kaplı çelik tel
5. Aşağıdaki seçeneklerde verilenlerden hangisi kablolarda kullanılan yalıtkan malzemelerden biri değildir?  
A) Doğal kauçuk  
B) Polimer  
C) Alüminyum  
D) Polietilen  
E) Silikon kauçuk



6. Aşağıdaki seçeneklerde verilenlerden hangisi ülkemizde kullanılan kablo standartlarından biri değildir?
- A) VDE/DIN  
B) SI  
C) IEC  
D) TSE  
E) AWG
7. Kablo sağlamlık testi aşağıdaki seçeneklerde verilen ölçü aletlerinden hangisi ile yapılabilir?
- A) Ohmmetre  
B) Wattmetre  
C) Kapasitemetre  
D) Ampermetre  
E) Voltmetre
8. Kablo ve iletkenlerin sıkıştırılma işlemine ilişkin aşağıdaki seçeneklerde verilenlerden hangisi yanlıştır?
- A) Kabloların konnektörlere takılmasında sıkıştırma işlemi yapılır.  
B) Sıkıştırma işlemi için çeşitli sıkıştırma aletleri kullanılır.  
C) İki iletkenin birbirine eklenmesinde sıkıştırma işlemi yapılır.  
D) Sıkıştırma işleminden önce kablonun soyulmasına gerek yoktur.  
E) Günümüzde sıkıştırma işlemlerinin birçoğu tek bir aletin üzerinde birleştirilmiştir.
9. Elektrikle çalışan cihazlara prizler yardımı ile elektrik enerjisi uygulamak için kullanılan malzeme aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?
- A) Soket  
B) Konnektör  
C) Pin  
D) Anahtar  
E) Fiş
10. Uçaklarda kullanılan konnektör tipi aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?
- A) Solar konnektör  
B) Aydınlatma konnektörü  
C) Enerji konnektörü  
D) Askeri tip konnektör  
E) Video konnektör
11. İletkenlerin yalıtkanlık kontrolü aşağıdaki seçeneklerde verilen ölçü aletlerinden hangisi ile yapılabilir?
- A) Ampermetre  
B) Meger  
C) Voltmetre  
D) Wattmetre  
E) Kapasitemetre

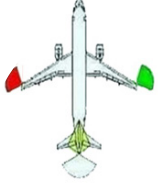


12. Uçakların gövdesinde oluşan istenmeyen elektrik etkisini uçak gövdesinden uzaklaştırmak amacı ile alınan tedbirler aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak adlandırılmıştır?
- A) Ekleme
  - B) Sıkıştırma
  - C) Bağlama (bonding)
  - D) Lehimleme
  - E) Bükme
13. Uçaklarda süreklilik ve bonding işlemine rağmen gövde üzerindeki statik elektrik boşaltılmaya-bilir. Bu nedenle uçağın yakıt deposuna yakıt verileceği zaman kıvılcıma ve patlamaya neden olmaması için yapılacak işlem aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?
- A) Topraklama
  - B) Sıkıştırma
  - C) Ekleme
  - D) Bükme
  - E) Sigorta kullanma
14. Aşağıdakilerden hangisi uçak elektrik tesisatlarında oluşabilecek hat arıza sebeplerinden biri değildir?
- A) Uzun kullanım süresi
  - B) Bakım eksiklikleri
  - C) Nem
  - D) Mekanik aşınma
  - E) Kabloların uygun şekilde yalıtılması
15. Aşağıdaki seçeneklerde verilenlerden hangisi uçaklarda elektrik hatlarını koruma planında yer almaz?
- A) Tanıma
  - B) Temizlik
  - C) Uzun kullanım
  - D) Koruma
  - E) Denetim

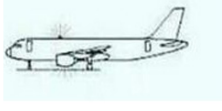


# 6. Öğrenme Birimi

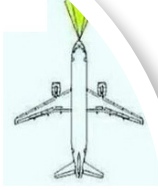
## AYDINLATMA BAĞLANTILARI VE ARIZA GİDERME



Navigasyon Işıkları



Motor Çalışıyor Işıkları



Taksi Işıkları



Işıkları



y



### KONULAR

- 6.1. ZAYIF AKIM DEVRELERİNİ KURMA
- 6.2. AYDINLATMA DEVRELERİNİ KURMA
- 6.3. UÇAKTAKİ HARİCÎ VE DÂHİLÎ LAMBA BAĞLANTILARI, LAMBA-FLAMENT DEĞİŞİMLERİ VE ARIZALARINI GİDERME

### TEMEL KAVRAMLAR

- Zayıf akım devreleri
- Sigorta
- Transformatör
- Buton
- Zil
- Aydınlatma devreleri
- Anahtar
- Duy
- Buat
- Kasa
- Klemens
- Priz
- Lamba
- Uçak haricî (dış) aydınlatması
- Uçak dâhilî (iç) aydınlatması
- Acil durum aydınlatması
- Kokpit
- Kabin
- ATA 100 chapters

Bu öğrenme biriminde;

- Zayıf akım devrelerinin yapılmasını ve zayıf akım devrelerinde arızaların giderilmesini,
- Aydınlatma devrelerinin yapılmasını ve aydınlatma devrelerinde arızaların giderilmesini,
- Uçağın iç ve dış kısmında bulunan aydınlatma elemanlarını,
- Uçağın iç ve dış kısmında bulunan aydınlatma elemanlarının çalışma şeklini,
- Uçağın iç ve dış kısmında bulunan aydınlatma devresinde arızaların giderilmesini öğreneceksiniz.



## 6. AYDINLATMA BAĞLANTILARI VE ARIZA GİDERME

### Hazırlık Çalışmaları



- 1- Zayıf akım denilince aklınıza neler gelmektedir?
- 2- Yüksek elektrik gerilimi daha düşük gerilimlere dönüştürülebilir mi? Düşüncelerinizi belirtiniz.
- 3- Aydınlatma devreleri nelerdir? Araştırınız.
- 4- Elektrik anahtarı denilince aklınıza neler gelmektedir? Düşüncelerinizi belirtiniz.

### 6.1. ZAYIF AKIM DEVRELERİNİ KURMA



**AMAÇ:** Temel seviye zayıf akım devre elemanlarını tanımak, zayıf akım devrelerini kurmak ve zayıf akım devrelerinin arızalarını gidermek

**GİRİŞ:** Düşük gerilimle çalışan elektrik devrelerine zayıf akım devreleri denir. Bu öğrenme biriminde uygulaması yapılacak zayıf akım devreleri kurulurken transformatör, buton ve zile ihtiyaç duyulacaktır. Bunların yapısı ve çalışması hakkında bilgiler verilecektir. Bu bilgiler ışığında bazı uygulamalar yapılacaktır.

#### 6.1.1. Zayıf Akım Devrelerini Kurma

Zayıf akım devreleri, çağırma ve bildirim tesisatları olarak da bilinir. Bu devreler genel olarak 0-48 volt (V) arası bir gerilim ile çalışır. Zayıf akım devreleri en basit elektrik devreleri olarak bilinir. Bu öğrenme birimindeki zayıf akım devrelerini kurarken kullanılacak elemanlar şunlardır:

1. Sigorta
2. Transformatör
3. Buton
4. Zil

#### • Sigorta

Elektrik devrelerinde devre elemanlarını ve kullanıcıyı, devrenin taşıyabileceğinden daha yüksek akımlara karşı koruyan devre elemanına **sigorta** denir. Sigortaların üzerinde devreyi açma akımı yazar. Üzerinde yazılan akımdan yüksek bir akım içinden geçer ise devreyi açma özelliği vardır. Otomatik sigortalar hariç diğer sigortalar içindeki bir telin (iletkenin) erimesi ile devrelerini açar. Otomatik sigortalar ise elektriğin manyetik etkisi ile devrelerini açar. Görsel 6.1'de farklı sigorta çeşitleri görülmektedir. Kullanıldığı yerlere göre sigorta çeşitleri şunlardır:

- Cam sigorta
- Butonlu sigorta
- Otomatik sigorta
- Bıçaklı sigorta
- Yüksek gerilim sigortası

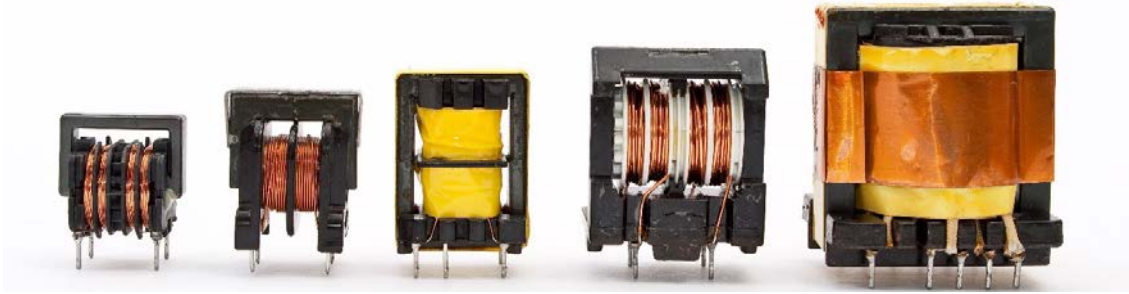


Görsel 6.1: Çeşitli sigortalar



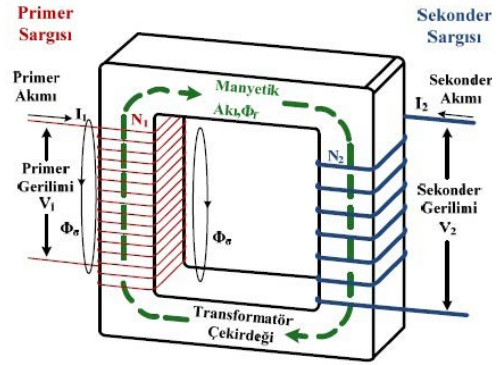
## • Transformatör

**Transformatörler**, uygulanan gerilim veya akımın frekansını değiştirmeden gerilim veya akımın değerini değiştiren devre elemanlarıdır. Binalarda kullanılan elektrik enerjisi 220 volt veya 380 voltur. Transformatörler aynı zamanda zayıf akım devreleri için gerekli düşük gerilimin sağlandığı elemanlardır. Transformatörler gerilimi yükseltici veya düşürücü olarak iki yönlü kullanılabilir. Bu öğrenme biriminde düşürücü olarak kullanılacaktır. Görsel 6.2'de çeşitli transformatörler görülmektedir.



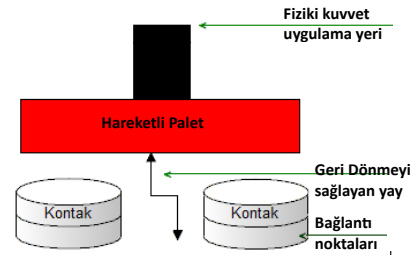
Görsel 6.2: Çeşitli transformatörler

- **Transformatörlerin Yapısı:** Transformatör iki tane sargı ve nüveden oluşur. Sargılar primer (giriş) ve sekonder (çıkış) sargısı olarak isimlendirilir. Nüve, bir yüzeyi silisyumlu sacların üst üste konularak paketlenmesinden elde edilmiştir. Transformatörün yapısı Şekil 6.1'de verilmiştir.
- **Transformatörlerin Çalışması:** Birinci sargıya alternatif gerilim uyguladığında sargının içinden akım geçişi olur. İçinden akım geçen bir iletkenin etrafında manyetik alan meydana gelir. Bu alan alternatif gerilim olduğu için değişken bir manyetik alandır. Değişken manyetik alan nüvenin bütün yüzeyine dağılır. Manyetik alanda bulunan bir iletkenin içinde akım oluşur. Bu prensip, ikinci sargı üzerinde bir gerilim oluşmasını sağlar. Oluşacak bu gerilimin değerini birinci ve ikinci sargının sarım (spir) sayısı belirler.



Şekil 6.1: Transformatörün yapısı

- **Buton:** Zayıf akım devrelerinde devre elemanlarını çalıştırmak veya durdurmak için kullanılan devre elemanlarına **buton** denir. Butonun üzerinde bir adet açık kontak bulunur. Bu kontak dışarıdan uygulanan fiziki kuvvet ile konum değiştirir. Butonların özelliği yaylı olmalarıdır. Yay vasıtası ile uygulanan kuvvet çekilince butonlar tekrar eski konumlarını alır. Aşağıda Şekil 6.2'de butonun yapısı çizilmiştir. Görsel 6.3'te bazı butonlar görülmektedir.



Şekil 6.2: Butonun iç yapısı



Görsel 6.3: Çeşitli butonlar



- **Zil:** Zil, elektrik devrelerinde bildirim amacı ile kullanılır. Buna en iyi örnek, evlerde kullanılan zillerdir. Günümüze kadar teknolojinin gelişmesine paralel olarak farklı zil tipleri geliştirilmiştir. İlk çıkan ziller daha çok elektriğin manyetik etkisi ile çalışanlardır. Günümüzde ise daha çok elektronik devreler ile yapılan ziller kullanılmaktadır. Görsel 6.4'te elektromanyetik ve elektronik ziller görülmektedir. Kullanımda olan farklı ziller şunlardır:

- Elektromekanik zil
- Ding dong zil
- Elektronik (melodili) zil
- Radyo frekanslı zil
- Kameralı veya hoparlörlü kapı zili



Görsel 6.4: Elektromanyetik ve elektronik zil

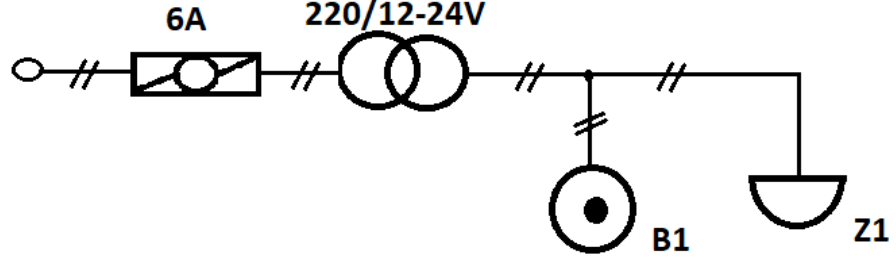
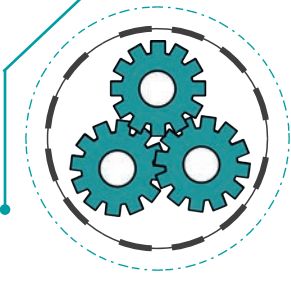
### 6.1.2. Zayıf Akım Devreleri Yapılırken Dikkat Edilmesi Gerekenler

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
2. Zayıf akım devrelerinde hangi butonun hangi zili çalıştırdığı isimler yardımı ile belirtilmelidir.
3. Devre kurmaya transformatörün çıkışından başlanır.
4. Devreyi doğru şekilde takip edebilmek için bir noktanın başlangıç alınması gerekir. Başlangıç noktası olarak üzerinde sigortanın bağlı olduğu faz (R) ucu tercih edilir.
5. Faz ucu devrede butonlara bağlanır.
6. Nötr (Mp) ucu zile bağlanır.
7. Elemanların boşta kalan uçları da hangi buton, hangi zili çalıştırıyor ise onlar birleştirilir.
8. Bağlantılar yapılır iken kablo iletkeni bağlantı noktasından taşmayacak şekilde bağlanmalıdır.
9. Bağlantı noktalarındaki vidalar gerektiği kadar sıkılmalıdır. Bağlantı noktasındaki vidalar az sıkılır ise kablo yerinden çıkabilir. Bağlantı noktasındaki vidalar fazla sıkılır ise kablo ezilip kırılabilir.

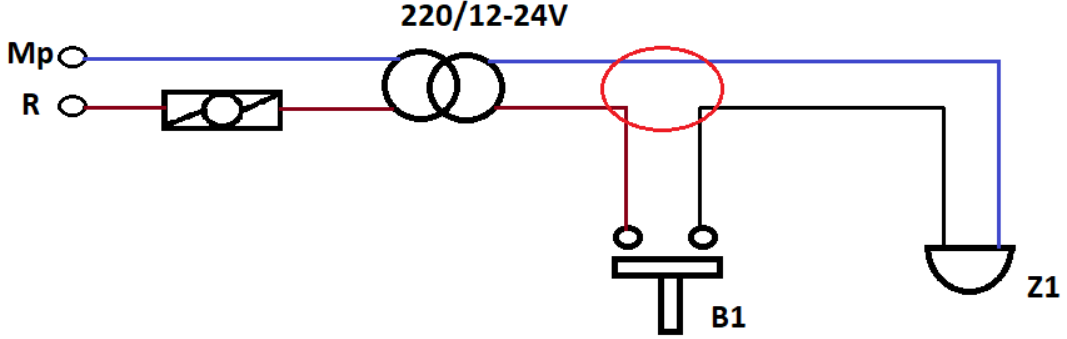
#### Zayıf Akım Devrelerinde Kullanılacak Elemanların Sembolleri

Tablo 6.1: Zayıf Akım Devrelerinde Kullanılacak Elemanların Kapalı ve Açık Devre Sembolleri

İSMİ	KAPALI ŞEMA SEMBOLÜ	AÇIK ŞEMA SEMBOLÜ
Sigorta		
Transformatör		
Buton		
Zil		

**UYGULAMA 6.1:****Bir Buton ile Bir Zil Çalıştırma****AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak bir buton ile bir zili çalıştırmak**Uygulamaya Ait Kapalı ve Açık Şema**

Şekil 6.3: Bir buton ile bir zili çalıştırma kapalı şema



Şekil 6.4: Bir buton ile bir zili çalıştırma açık şema

**Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık**

Adı	Özelliği	Miktarı
Sigorta	6 A	1 Adet
Transformatör	220/12-24 V – 30 W	1 Adet
İletken	0,5 mm <sup>2</sup> H05 V-U (zil teli)	2 Metre
Buat		1 Adet
Buton		1 Adet
Zil		1 Adet
Boru	14 PVC	1 Metre
Dirsek	14 PVC	1 Adet
Kroşe (Plastik veya Antigron)		15 Adet

<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=26415>



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Devre elemanları AVOMETRE ile ölçülerek sağlamlık kontrolleri yapılır.
3. Devrenin kapalı şemasına göre eleman yerleri belirlenir.
4. Belirlenen yerlere uygun olacak şekilde borular, buat ve kroşeler yardımı ile sabitlenir.
5. Açık şemaya uygun olacak biçimde kablo yardımı ile devre kurulumuna geçilir.
6. Sigortadan gelen uç butonlara, diğer uç da çalışan elemana (zile) bağlanır. Son olarak birbirini çalıştıracak elemanlar birbirine bağlanır.
7. Bağlantılar yapılır iken kablo iletkeni bağlantı noktasından taşmamalıdır.
8. Bağlantı noktalarındaki vidalar gerektiği kadar sıkılmalıdır. Bağlantı noktasındaki vidalar az sıkılır ise kablo yerinden çıkabilir. Bağlantı noktasındaki vidalar fazla sıkılır ise kablo iletkeni ezilip kırılabilir.
9. Devreye kesinlikle izinsiz enerji verilmemelidir.
10. Öğretmen kontrolünde devreye elektrik verilmelidir.
11. Öğretmen devre kontrolünü yaptıktan sonra işe hemen müdahale edilmemelidir. Önce sigortanın kapalı olduğu teyit edilmelidir sonra da devrenin elektrik ile olan bağlantısı sökülmelidir.
12. Öğretmenden izin aldıktan sonra devre sökülür, malzemelerin vidaları sıkılır, devrenin sağlamlık kontrolü yapılarak malzemeler yerine kaldırılır.
13. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir.

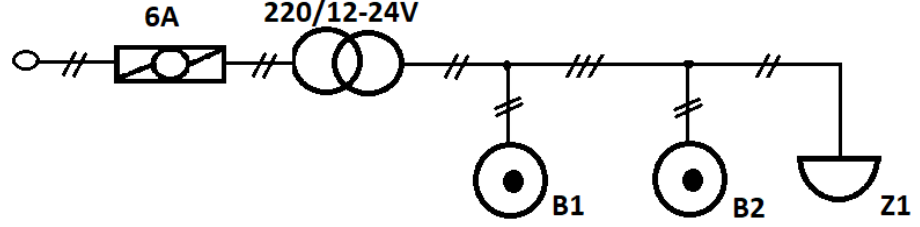
### Uygulamaya ilişkin değerlendirmeler

1. Devrenin çalışma sistemi nasıldır? Yazınız.
2. Buatın tanımını yazınız.
3. Zil telleri hakkında bilgi veriniz.

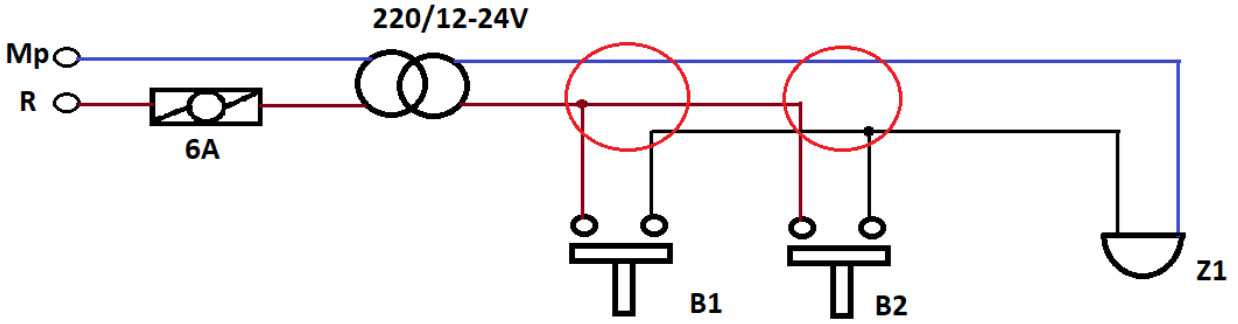
### Sonuç

Uygulama ile öğrendiklerinizi aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.

DEĞERLENDİRME FORMU							TARİH	...../...../20....
Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

**UYGULAMA 6.2: İki Buton ile Bir Zili Çalıştırma****AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak iki buton ile bir zili çalıştırmak**Uygulamaya Ait Kapalı ve Açık Şema**

Şekil 6.5: İki buton ile bir zili çalıştırma kapalı şema



Şekil 6.6: İki buton ile bir zili çalıştırma açık şema

**Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık**

Adı	Özelliği	Miktarı
Sigorta	6 A	1 Adet
Transformatör	220/12-24 V – 30 W	1 Adet
İletken	0,5 mm <sup>2</sup> H05 V-U (zil teli)	3 Metre
Buat		2 Adet
Buton		2 Adet
Zil		1 Adet
Boru	14 PVC	1,5 Metre
Dirsek	14 PVC	1 Adet
Kroşe (Plastik veya Antigron)		18 Adet



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Devre elemanları AVOMETRE ile ölçülerek devre elemanlarının sağlamlık kontrolleri yapılır.
3. Devrenin kapalı şemasına göre eleman yerleri belirlenir.
4. Belirlenen yerlere uygun olacak şekilde borular, buat ve kroşeler yardımı ile sabitlenir.
5. Açık şemaya uygun olacak biçimde kablolar yardımı ile devre kurulumuna geçilir.
6. Sigortadan gelen uç butonlara, diğer uç da çalışan elemana (zile) bağlanır. Son olarak birbirini çalıştıracak elemanlar birbirine bağlanır.
7. Bağlantılar yapılır iken kablo iletkeni bağlantı noktasından taşmamalıdır.
8. Bağlantı noktalarındaki vidalar gerektiği kadar sıkılmalıdır. Bağlantı noktasındaki vidalar az sıkılır ise kablo yerinden çıkabilir. Bağlantı noktasındaki vidalar fazla sıkılır ise kablo iletkeni ezilip kırılabilir.
9. Devreye kesinlikle izinsiz enerji verilmemelidir.
10. Öğretmen kontrolünde devreye enerji verilmelidir.
11. Öğretmen devre kontrolünü yaptıktan sonra işe hemen müdahale edilmemelidir. Önce sigortanın kapalı olduğu teyit edilmelidir sonra da devrenin elektrik ile olan bağlantısı sökülmelidir.
12. Öğretmenden izin aldıktan sonra devre sökülür, malzemelerin vidaları sıkılır, devre sağlamlık kontrolü yapılarak malzemeler yerine kaldırılır.
13. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

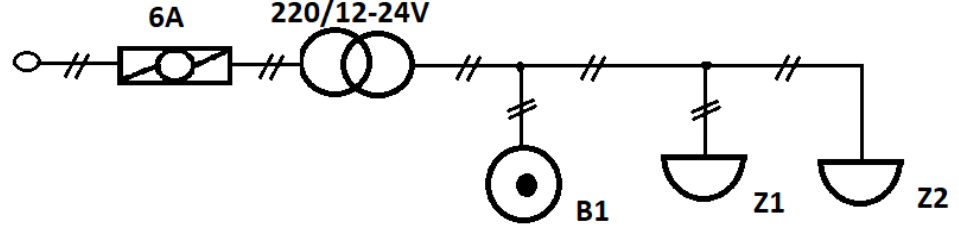
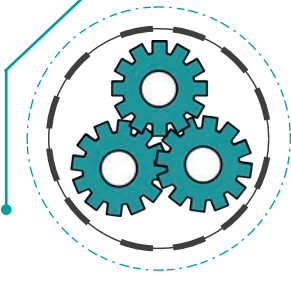
1. Devrenin çalışma sistemi nasıldır? Yazınız
2. Devredeki zil çalışmıyor ise sebepleri neler olabilir? Yazınız.
3. Mekanik zilin çalışma prensibini yazınız.

### Sonuç

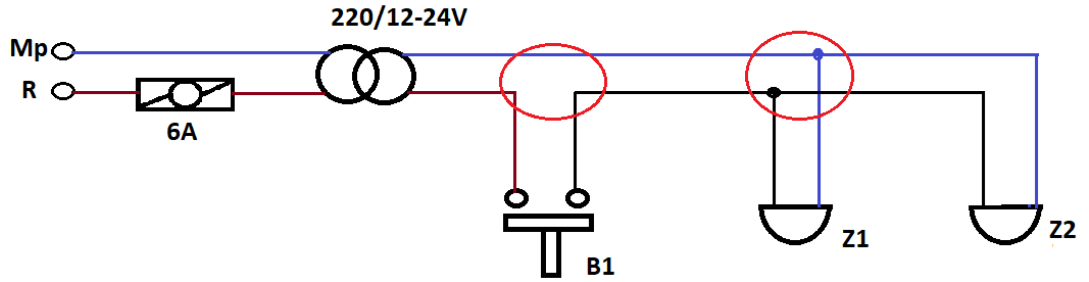
Uygulama ile öğrendiklerinizi aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



**UYGULAMA 6.3:****Bir Buton ile İki Zil Çalıştırma****AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak bir buton ile iki zili çalıştırmak**Uygulamaya Ait Kapalı ve Açık Şema**

Şekil 6.7: Bir buton ile iki zili çalıştırma kapalı şema



Şekil 6.8: Bir buton ile iki zili çalıştırma açık şema

**Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık**

Adı	Özelliği	Miktarı
Sigorta	6 A	1 Adet
Transformatör	220/12-24 V – 30 W	1 Adet
İletken	0,5 mm <sup>2</sup> H05 V-U (zil teli)	3 Metre
Buat		2 Adet
Buton		1 Adet
Zil		2 Adet
Boru	14 PVC	1,5 Metre
Dirsek	14 PVC	1 Adet
Kroşe (Plastik veya Antigron)		18 Adet



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Devre elemanları AVOMETRE ile ölçülerek devre elemanlarının sağlamlık kontrolleri yapılır.
3. Devrenin kapalı şemasına göre eleman yerleri belirlenir.
4. Belirlenen yerlere uygun olacak şekilde borular, buat ve kroşeler yardımı ile sabitlenir.
5. Açık şemaya uygun olacak biçimde kablolar yardımı ile devre kurulumuna geçilir.
6. Sigortadan gelen uç butonlara, diğer uç da çalışan elemanlara (zillere) bağlanır. Son olarak birbirini çalıştıracak elemanlar birbirine bağlanır.
7. Bağlantılar kablo iletkeni bağlantı noktasından taşmayacak şekilde yapılmalıdır.
8. Bağlantı noktalarındaki vidalar gerektiği kadar sıkılmalıdır. Bağlantı noktasındaki vidalar az sıkılır ise kablo yerinden çıkabilir. Bağlantı noktasındaki vidalar fazla sıkılır ise kablo iletkeni ezilip kırılabilir.
9. Devreye kesinlikle izinsiz enerji verilmemelidir.
10. Öğretmen kontrolünde devreye elektrik verilmelidir.
11. Öğretmen devre kontrolünü yaptıktan sonra işe hemen müdahale edilmemelidir. Önce sigortanın kapalı olduğu teyit edilmelidir sonra da devrenin elektrik ile olan bağlantısı sökülmelidir.
12. Öğretmenden izin aldıktan sonra devre sökülür, malzemelerin vidaları sıkılır, devre sağlamlık kontrolü yapılarak malzemeler yerine kaldırılır.
13. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir.

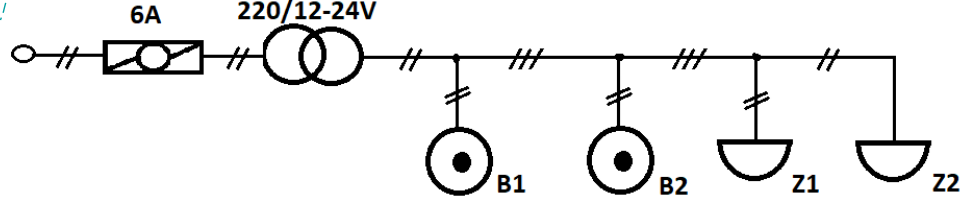
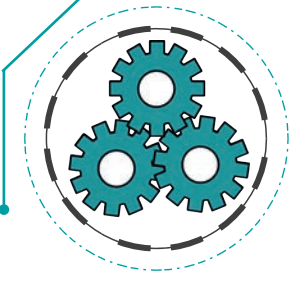
### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. AVOMETRE (multimetre) ile butonun sağlamlık kontrolü nasıl yapılır? Yazınız.
2. Transformatörün çalışması nasıldır? Yazınız.
3. Devrenin çalışması nasıldır? Yazınız.

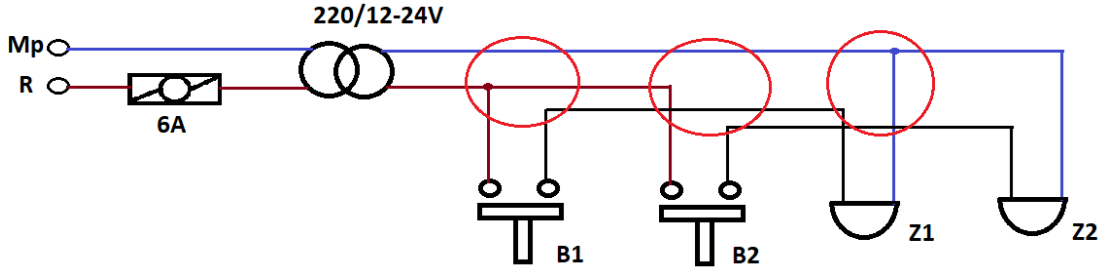
### Sonuç

Uygulama ile öğrendiklerinizi aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

**UYGULAMA 6.4: İki Buton ile İki Zili Çalıştırma****AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak iki buton ile iki zili çalıştırmak**Uygulamaya Ait Kapalı ve Açık Şema**

Şekil 6.9: İki buton ile iki zili çalıştırma kapalı şema



Şekil 6.10: İki buton ile iki zili çalıştırma açık şema

**Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık**

Adı	Özelliği	Miktarı
Sigorta	6 A	1 Adet
Transformatör	220/12-24 V – 30 W	1 Adet
İletken	0,5 mm <sup>2</sup> H05 V-U (zil teli)	4 Metre
Buat		3 Adet
Buton		2 Adet
Zil		2 Adet
Boru	14 PVC	2 Metre
Dirsek	14 PVC	1 Adet
Kroşe (Plastik veya Antigron)		22 Adet



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Devre elemanları AVOMETRE ile ölçülerek devre elemanlarının sağlamlık kontrolleri yapılır.
3. Devrenin kapalı şemasına göre eleman yerleri belirlenir.
4. Belirlenen yerlere uygun olacak şekilde borular, buat ve kroşeler yardımı ile sabitlenir.
5. Açık şemaya uygun olacak biçimde kablolar yardımı ile devre kurulumuna geçilir.
6. Sigortadan gelen uç butonlara, diğer uç da çalışan elemanlara (zillere) bağlanır. Son olarak birbirini çalıştıracak elemanlar birbirine bağlanır.
7. Bağlantılar yapılır iken kablo iletkeni bağlantı noktasından taşmamalıdır.
8. Bağlantı noktalarındaki vidalar gerektiği kadar sıkılmalıdır. Bağlantı noktasındaki vidalar az sıkılır ise kablo yerinden çıkabilir. Bağlantı noktasındaki vidalar fazla sıkılır ise kablo iletkeni ezilip kırılabilir.
9. Devreye kesinlikle izinsiz enerji verilmemelidir.
10. Öğretmen kontrolünde devreye enerji verilmelidir.
11. Öğretmen devre kontrolünü yaptıktan sonra işe hemen müdahale edilmemelidir. Önce sigortanın kapalı olduğu teyit edilmelidir sonra da devrenin elektrik enerjisi ile olan bağlantısı sökülmelidir.
12. Öğretmenden izin aldıktan sonra devre sökülür, malzemelerin vidaları sıkılır, devre sağlamlık kontrolü yapılarak malzemeler yerine kaldırılır.
13. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Devrenin çalışma sistemi nasıldır? Yazınız.
2. Butondaki gerilim nasıl ölçülür? Şekil çizerek açıklayınız.
3. Transformatörün yapısını gösteren şekli çiziniz.

### Sonuç

Uygulama ile öğrendiklerinizi aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.

		DEĞERLENDİRME FORMU					TARİH	...../...../20....
Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



## 6.2. AYDINLATMA DEVRELERİNİ KURMA



**AMAÇ:** Aydınlatma elemanlarını ve devrelerini tanıtmak, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak aydınlatma devreleri kurmak

**GİRİŞ:** Bu öğrenme biriminde aydınlatma devrelerinde kullanılan elemanların tanımları ve bağlantıları yapılacaktır. Sigorta, anahtar, duy, buat, kasa, klemens, priz ve lambalar gibi elemanlar tanıtılacaktır. Tanıtılacak bu elemanların tanımları, çeşitleri ve çalışma prensipleri hakkında temel bilgiler verilecektir. Sigorta konusu önceki öğrenme biriminde anlatıldığı için burada tekrar anlatılmayacaktır.

### 6.2.1. Aydınlatma Devrelerini Kurma

#### • Anahtarlar

Anahtar, üzerinde bulunan kontak veya kontaklar yardımı ile kendinden sonra gelen elemana gidecek elektriği kontrol eder. Aydınlatma devrelerinde devre elemanını (lamba) çalıştırmak veya durdurmak için kullanılır. Anahtarların kullanım yerine göre sıva altı ve nemli yer (sıva üstü) olmak üzere iki çeşidi vardır. Anahtarların kullanım amacına göre farklı tipleri vardır. Görsel 6.5'te çeşitli anahtarlar görülmektedir. Anahtarlar;

- Adi anahtar,
- Komütatör,
- Vaviyen,
- Aravaviyen,
- Dimmer,
- Energy Saver (enerji seviri) olarak sıralanabilir.

Bu bölümde uygulaması yapılacak olan anahtarlar aşağıda verilmiştir.

**Adi Anahtar:** Bir yerden bir lamba veya lamba grubunun çalışmasını sağlamak için kullanılır.

**Komütatör Anahtar:** Bir yerden iki lamba veya lamba grubunun çalışmasını sağlamak için kullanılır.

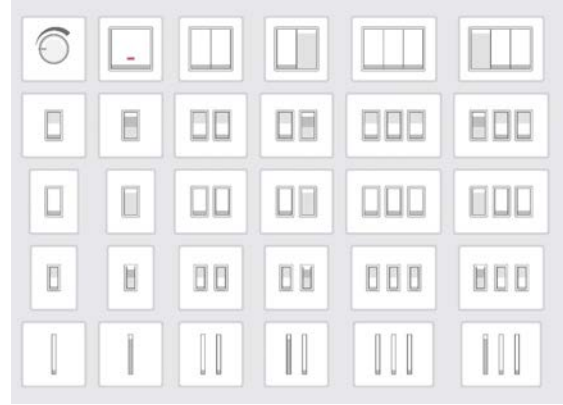
**Vaviyen Anahtar:** İki farklı yerden bir lamba veya lamba grubunun çalışmasını sağlamak için kullanılır.

**Dimmer Anahtar:** Aydınlatmayı sağlayan lambaya uygulanan gerilimin ayarlanması ile ışığın şiddetini de ayarlayan anahtar çeşididir.

#### • Duy

**Duy,** lambaya (ampul) elektrik vermek amacı ile kullanılan devre elemanıdır. Duy ve lambayı içinde barındıran elemanlara armatür denilmektedir. Duylar yapıldığı malzemeye, kullanıldıkları yere ve kullanım tipine göre farklı şekillerde sınıflandırılır. Görsel 6.6'da farklı duy tipleri verilmiştir. Kullanıldıkları yerlere göre duy sınıfları şunlardır:

- Asma duy
- Tavan duy
- Donanma duy
- Brocal duy
- Duvar duy



Görsel 6.5: Çeşitli anahtarlar



Görsel 6.6: Farklı duy tipleri



### • Buat

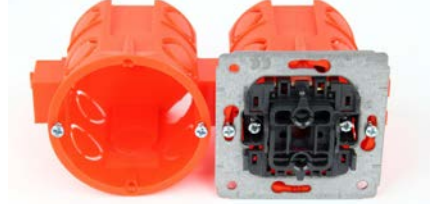
Elektrik devresi kurulduğu zaman eklerin ve dağıtımın içinde yapıldığı kutulara **buat** denir. Bunlar, ek kutusu olarak da isimlendirilebilir. Buat, kullanım amacına ve yere göre farklı isimlendirilir. Görsel 6.7'de bazı buat tipleri görülmektedir.



Görsel 6.7: Buat

### • Kasa

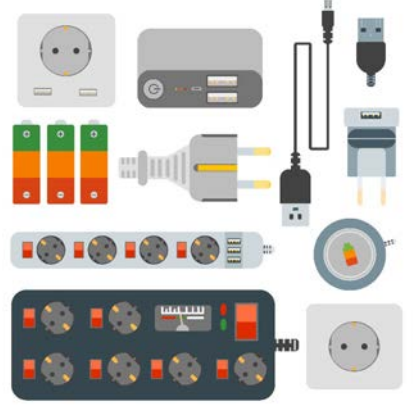
**Kasa**, sıva altı tesisatında anahtar, priz vb. elemanların duvara sabitlenmesi amacı ile kullanılan tesisat elemanıdır. Bina aydınlatma tesisatları sıva altı veya sıva üstü olarak yapılır. Görsel 6.8'de farklı kasalar verilmiştir.



Görsel 6.8: Farklı kasalar

### • Priz

**Priz**, elektrikle çalışan devre elemanlarına fiş aracılığı ile elektrik vermek için kullanılır. Kullanım olarak topraklı ve topraksız priz çeşitleri vardır. Günümüzde topraksız prizler güvenlik nedeni ile artık kullanılmamaktadır. Görsel 6.9'da farklı kullanım amacına yönelik fiş ve priz çeşitleri verilmiştir.



Görsel 6.9: Priz ve fiş çeşitleri

### • Lamba

**Lambalar**, elektrik enerjisini ışığa çevirir. İlk üretilen lambalarda elde edilen ışık miktarı, kullanılan enerjinin %40'ına karşılık geliyordu. Günümüzde yeni çıkan lambalarda bu oran %90'ları geçmiştir. Görsel 6.10'da farklı lampa çeşitleri görülmektedir. Genellikle lambalar;

- Akkor flamanlı,
- Floresan,
- Gaz deşarjlı,
- LED lambalar olarak sınıflandırılır.



Görsel 6.10: Farklı lampa çeşitleri

## 6.2.2. Aydınlatma Devrelerinin Yapımında Dikkat Edilmesi Gerekenler

- İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
- Devreyi doğru şekilde takip edebilmek için bir noktanın başlangıç alınması gerekir. Başlangıç noktası olarak üzerinde sigortanın bağlı olduğu faz (R) ucu tercih edilir.
- Faz anahtara bağlanır.
- Duy bağlantısı yapılır, anahtardan gelen (faz) iletkeni mutlaka duyun orta ucuna bağlanır.
- Nötr (Mp) duyun kenardaki ucuna bağlanmalıdır.
- Bağlantılar iletken bağlantı noktasından taşmayacak şekilde yapılır.
- Bağlantı noktalarındaki vidalar gerektiği kadar sıkılmalıdır. Bağlantı noktasındaki vida az sıkılır ise kablo yerinden çıkabilir. Bağlantı noktasındaki vidalar fazla sıkılır ise kablo iletkeni ezilip kırılabilir.



### 6.2.3. Aydınlatma Devrelerinde Kullanılacak Elemanların Sembolleri

Tablo 6.2'de aydınlatma devre elemanlarına ait semboller görülmektedir.

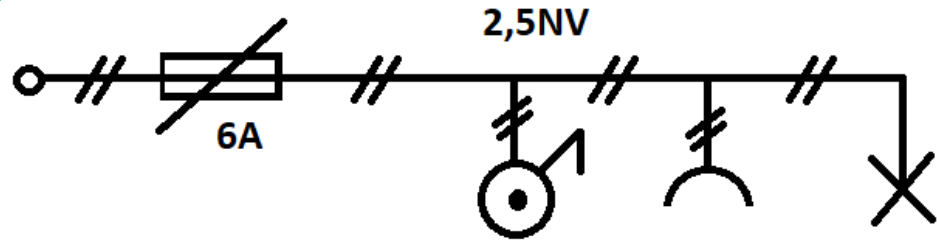
Tablo 6.2: Aydınlatma Devre Elemanlarına Ait Semboller

İSMİ	KAPALI ŞEMA SEMBOLÜ	AÇIK ŞEMA SEMBOLÜ
Sigorta		
Adi Anahtar		
Komitatör		
Vaviyen		
Lamba		
Priz		
Buat		

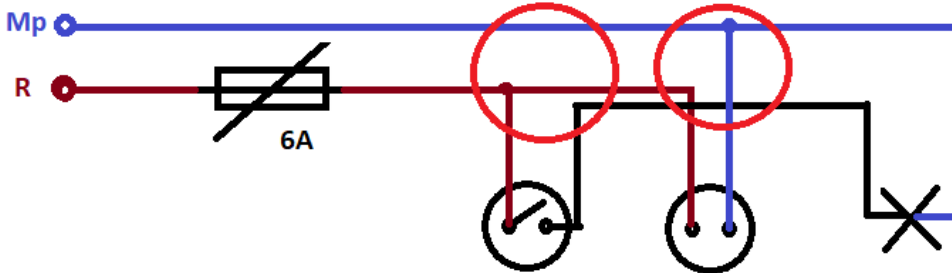
#### UYGULAMA 6.5: Priz ve Adi Anahtarı Devreye Bağlama

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak priz içeren adi anahtarlı aydınlatma devresini kurmak

**Uygulamaya Ait Kapalı ve Açık Şema**



Şekil 6.11: Priz ve adi anahtar devresi kapalı şema



Şekil 6.12: Priz ve adi anahtar devresi açık şema



### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Sigorta	10 A	1 Adet
Priz		1 Adet
İletken	1,5 mm <sup>2</sup> NV	3 Metre
Buat		1 Adet
Duy		1 Adet
Adi Anahtar		1 Adet
Boru	18 PVC	2 Metre
Dirsek	18 PVC	1 Adet
Kroşe (Plastik veya Antigron)		22 Adet
Klemens	İkili	1 Adet

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Elektrik enerjisi var iken kesinlikle devre üzerinde çalışma yapılmamalıdır.
3. Devre elemanları AVOMETRE (multimetre) ile ölçülerek devre sağlamlık kontrolleri yapılır.
4. Devrenin kapalı şemasına göre eleman yerleri belirlenir.
5. Belirlenen yerlere uygun olacak şekilde borular, buat kroşeler yardımı ile sabitlenir.
6. Açık şemaya uygun olacak biçimde iletkenler yardımı ile devre kurulumuna geçilir.
7. Sigortadan gelen uç anahtarlara, diğer uç da çalışan elemana (duya) bağlanır. Son olarak birbirini çalıştıracak elemanlar birbirine bağlanır. Prizin bir ucuna faz, diğer ucuna da nötr bağlanır.
8. Duyun orta ucuna anahtardan gelen iletken bağlanır. Duyun öteki ucuna da nötr bağlanır. Bağlantılar, iletken bağlantı noktasından taşmayacak şekilde yapılmalıdır.
9. Bağlantı noktalarındaki vidalar gerektiği kadar sıkılmalıdır. Bağlantı noktasındaki vidalar az sıkılır ise kablo yerinden çıkabilir. Bağlantı noktasındaki vidalar fazla sıkılır ise kablo iletkeni ezilip kırılabilir.
10. Devreye izinsiz enerji verilmemelidir.
11. Öğretmen kontrolünde devreye elektrik verilmelidir.
12. Öğretmen devre kontrolünü yaptıktan sonra işe hemen müdahale edilmemelidir. Önce sigortanın kapalı olduğu teyit edilmelidir sonra da devrenin elektrik ile olan bağlantısı sökülmelidir.
13. Öğretmenden izin aldıktan sonra devre sökülür, malzemelerin vidaları sıkılır, sağlamlık kontrolü yapılarak malzemeler yerine kaldırılır.
14. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Devrenin çalışma sistemi nasıldır? Yazınız.
2. Prizdeki gerilim nasıl ölçülür? Şekil çizerek gösteriniz.
3. Adi anahtarın tanımını yazınız.





## Sonuç

Uygulama ile öğrendiklerinizi aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.

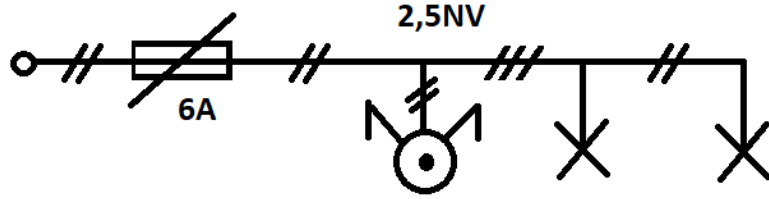
DEĞERLENDİRME FORMU								TARİH	...../...../20....
Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)	
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100		
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan								

### UYGULAMA 6.6:

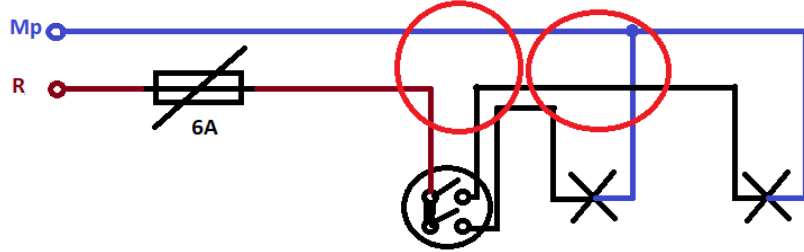
#### Komütatör Anahtarlı Aydınlatma Devresi

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak komütatör anahtar ile aydınlatma devresini kurmak

#### Uygulamaya Ait Kapalı ve Açık Şema



Şekil 6.13: Komütatör anahtar devresi kapalı şema



Şekil 6.14: Komütatör anahtar devresi açık şema

#### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Sigorta	10 A	1 Adet
İletken	1,5 mm <sup>2</sup> NV	3 Metre
Buat		1 Adet
Duy		1 Adet
Komütatör anahtar		2 Adet
Boru	18 PVC	2 Metre
Dirsek	18 PVC	1 Adet
Kroşe (Plastik veya Antigron)		22 Adet
Klemens	İkili	1 Adet

<http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=26420>



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Elektrik enerjisi var iken kesinlikle devre üzerinde çalışma yapılmamalıdır.
3. Devre elemanları AVOMETRE ile ölçülerek devre sağlamlık kontrolleri yapılır.
4. Devrenin kapalı şemasına göre eleman yerleri belirlenir.
5. Belirlenen yerlere uygun olacak şekilde borular, buat ve kroşeler yardımı ile sabitlenir.
6. Açık şemaya uygun olacak biçimde iletkenler yardımı ile devre kurulumuna geçilir.
7. Sigortadan gelen uç komütatör anahtarın ortak ucuna, diğer uçlar ise çalışan elemana (duya) bağlanır.
8. Duyuların orta ucuna anahtarlardan gelen iletken bağlanır. Duyuların öteki ucuna da nötr bağlanır. Bağlantılar, iletken bağlantı noktasından taşmayacak şekilde yapılmalıdır.
9. Bağlantı noktalarındaki vidalar gerektiği kadar sıkılmalıdır. Bağlantı noktasındaki vidalar az sıkılır ise kablo yerinden çıkabilir. Bağlantı noktasındaki vidalar fazla sıkılır ise kablo iletkeni ezilip kırılabilir.
10. Devreye kesinlikle izinsiz enerji verilmemelidir.
11. Öğretmen kontrolünde devreye elektrik enerjisi verilmelidir.
12. Öğretmen devre kontrolünü yaptıktan sonra işe hemen müdahale edilmemelidir. Önce sigortanın kapalı olduğu teyit edilmelidir sonra da devrenin elektrik ile olan bağlantısı sökülmelidir.
13. Öğretmenden izin aldıktan sonra devre sökülür, malzemelerin vidaları sıkılır, sağlamlık kontrolü yapılarak malzemeler yerine kaldırılır.
14. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Devrenin çalışma sistemi nasıldır? Yazınız.
2. Adi anahtar ve komütatör anahtarın çalışma yerlerine örnekler veriniz.
3. Komütatör anahtarın tanımını yazınız.

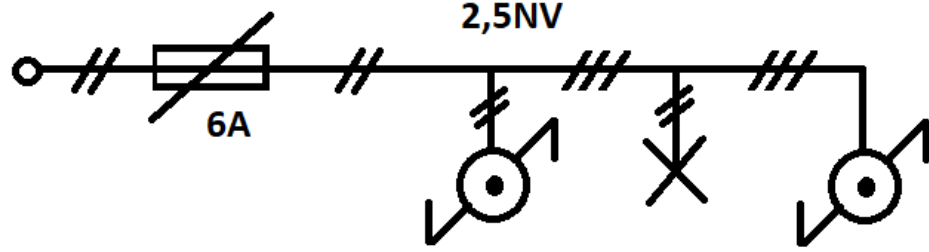
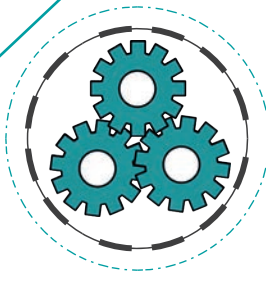
### Sonuç

Uygulama ile öğrendiklerinizi aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.

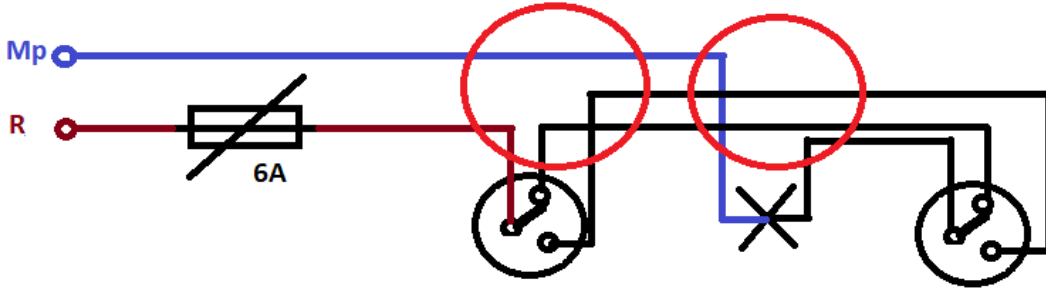
Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

**UYGULAMA 6.7:****Vaviyen Anahtarlı Aydınlatma Devresi**

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak vaviyen anahtarlar ile aydınlatma devresi kurmak

**Uygulamaya Ait Kapalı ve Açık Şema**

Şekil 6.15: Vaviyen anahtarlar ile aydınlatma devresi kapalı şema



Şekil 6.16: Vaviyen anahtarlar ile aydınlatma devresi açık şema

**Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık**

Adı	Özelliği	Miktarı
Sigorta	10 A	1 Adet
İletken	1,5 mm <sup>2</sup> NV	3 Metre
Buat		1 Adet
Duy		1 Adet
Vaviyen anahtar		1 Adet
Boru	18 PVC	2 Metre
Dirsek	18 PVC	1 Adet
Kroşe (Plastik veya Antigron)		22 Adet
Klemens	İkili	1 Adet



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzemeler bulundurulmamalıdır.
2. Kesinlikle elektrik enerjisi var iken devre üzerinde çalışma yapılmamalıdır.
3. Devre elemanları AVOMETRE ile ölçülerek devre sağlamlık kontrolleri yapılır.
4. Devrenin kapalı şemasına göre eleman yerleri belirlenir.
5. Belirlenen yerlere uygun olacak şekilde borular, buat ve kroşeler yardımı ile sabitlenir.
6. Açık şemaya uygun olacak biçimde iletkenler yardımı ile devre kurulumuna geçilir.
7. Sigortadan gelen uç anahtarlardan birinin orta ucuna, diğerinin orta ucu da çalışan elemana (duya) bağlanır. Vaviyenlerin boşta kalan uçları karşılıklı birbirine bağlanır.
8. Duyların orta ucuna anahtarlardan gelen iletken bağlanır. Duyların öteki ucuna da nötr bağlanır. Bağlantılar, iletken bağlantı noktasından taşmayacak şekilde yapılmalıdır.
9. Bağlantı noktalarındaki vidalar gerektiği kadar sıkılmalıdır. Bağlantı noktasındaki vidalar az sıkılır ise kablo yerinden çıkabilir. Bağlantı noktasındaki vidalar fazla sıkılır ise kablo iletkeni ezilip kırılabilir.
10. Devreye kesinlikle izinsiz enerji verilmemelidir.
11. Öğretmen kontrolünde devreye elektrik enerjisi verilmelidir.
12. Öğretmen devre kontrolünü yaptıktan sonra işe hemen müdahale edilmemelidir. Önce sigortanın kapalı olduğu teyit edilmelidir sonra da devrenin elektrik ile olan bağlantısı sökülmelidir.
13. Öğretmenden izin aldıktan sonra devre sökülür, malzemelerin vidaları sıkılır, sağlamlık kontrolü yapılarak malzemeler yerine kaldırılır.
14. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Devrenin çalışma sistemi nasıldır? Yazınız.
2. Prizdeki gerilim nasıl ölçülür? Şekil çizerek gösteriniz.
3. Adi anahtarın tanımını yazınız.

### Sonuç

Uygulama ile öğrendiklerinizi aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



## 6.3. UÇAKTAKİ HARİCÎ VE DÂHİLÎ LAMBA BAĞLANTILARI, LAMBA-FLAMENT DEĞİŞİMLERİ VE ARIZALARINI GİDERME



**AMAÇ:** Uçağın iç ve dış kısmında bulunan aydınlatma elemanlarının çalışmasını anlayarak aydınlatma elemanları arızalandığında değişimini yapabilmek

**GİRİŞ** Uçaklarda ışıklar ikaz (işaretleme) veya aydınlatma amacıyla kullanılmaktadır. Bir diğer uçak ışıkları sınıflandırması;

- Haricî (uçağın dış kısmı) (exterior lights) (ikstiriir layts) aydınlatma,
- Dâhilî (uçağın iç kısmı) (interior lights) (intiriir layts) aydınlatma,
- Acil durum (emergency lights) (ımörcinsi layts) aydınlatmalarıdır.

Bahsi geçen aydınlatmaların bağlantıları; uçak, marka, model, tip vb. özelliklerine göre değişiklik gösterebilir. Bu konuda ikinci sınıflandırma esas alınacaktır. Uçak aydınlatmasında genellikle 14 voltluk ve 28 voltluk AC veya DC gerilim kaynakları kullanılmaktadır. Bazı yolcu uçaklarının aydınlatmasında 110 voltluk gerilimler de kullanılmaktadır.

### 6.3.1. Uçaktaki Haricî, Dâhilî ve Acil Durum Aydınlatmaları

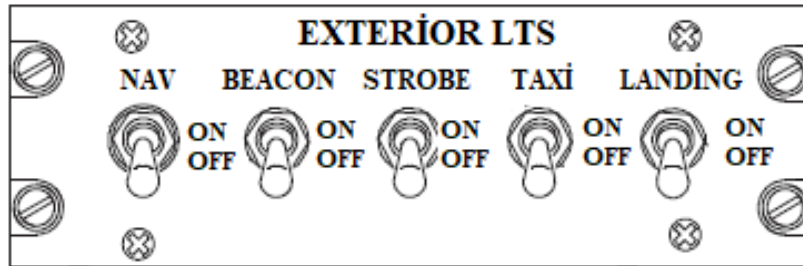
#### • Haricî Aydınlatma

Uçağın dış kısmında bulunan aydınlatmalardır. Bunlar daha çok insanların dışarıdan uçağı fark etmelerini ve görmelerini sağlamak amacı ile kullanılmaktadır. Bu ışıkların yapısı, lamba sayıları ve güçleri, uçağın tipine ve modeline göre değişiklik gösterebilir.

Uçağın dış kısmında işaretleme amacı ile kullanılan bu ışıklar 1800 yıllarda deniz taşıtlarındaki kurallardan esinlenerek oluşturulmuştur. Uçak aydınlatmasının kontrolünde kullanılan örnek bir panel Şekil 6.17'de verilmiştir.

Haricî ışıklar şunlardır:

- Navigasyon (seyrüsefer) ışıkları (Navigation lights) (Nevıgeyşın layts)
- Motor çalışıyor ışıkları (Beacon) (Bıgın)
- Çarpışma önleme ışıkları (Strobe lights) (Strop layts)
- Taksi ışıkları (Taxi lights) (Taksi layts)
- İniş ışıkları (Landing lights) (Lendin layts)
- Logo ışıkları (Logo lights) (Lögö layts)
- Buzlanma ışıkları (İcing lights) (Ayzin layts)



Şekil 6.17: Örnek bir haricî aydınlatma paneli



**Navigasyon (seyrüsefer) Işıkları:** Pilotun uçakta ilk açtığı ve en son kapattığı ışıklardır. Biri sağ kanadın ucunda (yeşil), diğeri de sol kanadın ucunda (kırmızı) lambalardır. Yeşil ve kırmızı renk sayesinde uçağın gittiği yön kolay anlaşılır.

**Motor Çalışıyor Işıkları:** Uçak gövdesinin altında ve üstünde olmak üzere iki adettir. Uçak motoru çalıştırılınca bu ışıklar da açılır. Bu ışıklar, motorun çalıştığını gösterir.

**Çarpışma Önleme Işıkları:** Kalkış öncesi pist başında açılan ve iniş sonrası pist sonunda kapatılan ışıklardır. Bu ışıklar adında anlaşılacağı gibi uçağın görünürlüğünü artırmak ve çarpışmayı önlemek amacı ile kullanılır. Uçak üzerinde sağ kanatta, sol kanatta ve kuyruk altında olmak üzere üç yerde bulunur. Görsel 6.11'de iniş yapan bir uçağın üzerindeki haricî aydınlatma ışıkları görülmektedir.



Görsel 6.11: İniş yapan uçağın üzerindeki haricî aydınlatma ışıkları

**Taksi Işıkları:** Taksi, park alanı ile pist başına kadar olan bölgeyi ifade eder. Uçak kalkışında piste girmeden önce taksi alanında iken açılan ve genelde pist başında kapatılan ışıktır. İniş için de tam tersi geçerlidir. Uçak inişte pist sonuna (taksi bölgesine) geldiğinde park bölgesine kadar açık bırakılan ışıktır. Taksi ışıklarının buldukları yerler modele göre değişmek ile birlikte genel olarak ön tekerin hemen üstünde bulunur.

**İniş Işıkları:** Uçağın hareket bölgesini aydınlatmak amacı ile kullanılır. Marka ve modele göre buldukları yer ve sayıları değişiklik gösterir. Genel olarak uçağın iki tarafında, gövdeye yakın kanatta ve kanadın üst kısmında bulunur. Bunlar pisti aydınlatmak amacı ile de kullanılır. Gece veya gün ışığının yeterli olmadığı zamanlarda kalkış veya inişte pist başına gelmeden açılır. Görsel 6.12'de havalanmakta olan bir uçağın haricî ve iniş ışıkları görülmektedir.



Görsel 6.12: Havalanmakta olan uçak ve haricî ışıkları

**Logo Işıkları:** Gece, kuyruk bölgesinde marka veya logoyu aydınlatmak amacı ile kullanılır. Bütün uçaklarda bulunmayabilir.



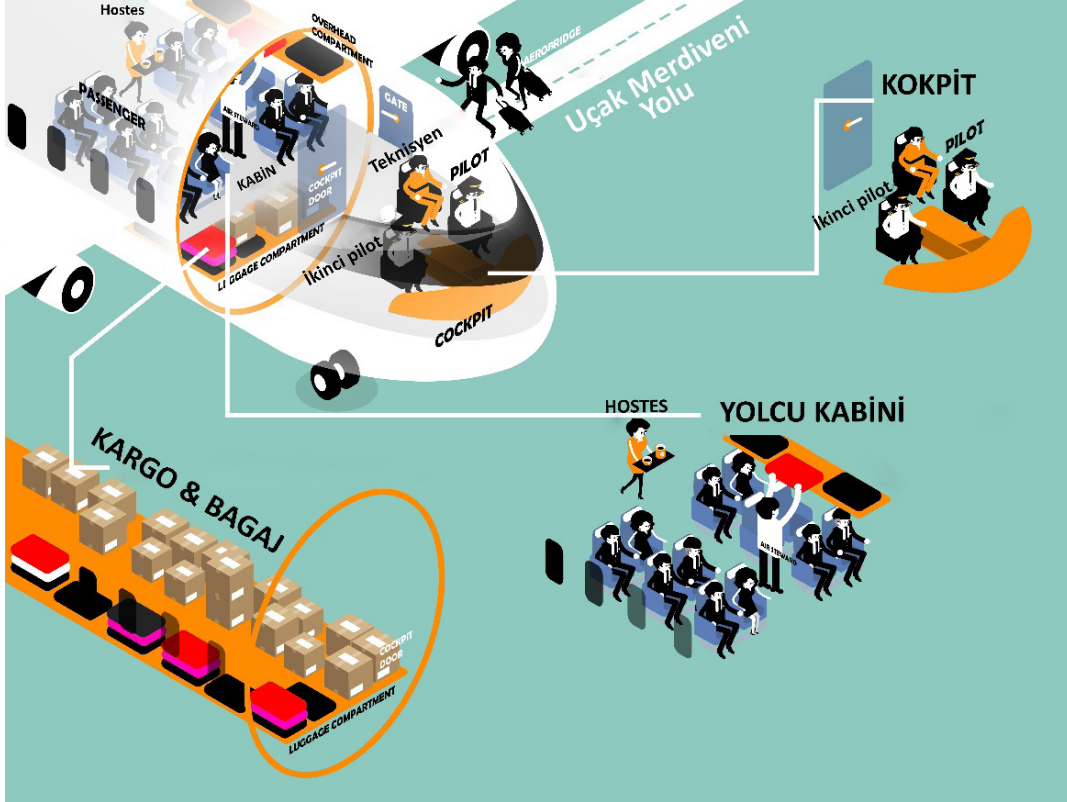
**Buzlanma Işıkları:** Motor ve kanat kısmında oluşabilecek buzlanmaları görebilmek için kullanılır. Gövdede kanatları gösterecek şekilde ve arka bölümü aydınlatacak yönde yerleştirilmişlerdir.

### • Dâhilî Aydınlatma

Uçakta dâhilî aydınlatma da uçağın iç kısmında bulunan aydınlatmalardır. Personele ve yolculara uçak içinde görüş sağlamak amacı ile kullanılır. Bunların aynı zamanda estetik olarak iyi görünmeleri istenir. Görsel 6.13'te uçağın iç bölmeleri görülmektedir.

#### Uçak İçi Aydınlatma

- Kokpit aydınlatması (Cockpit lighting)(Kakpi laydin),
- Kabin aydınlatması (Cabin lighting) (Kaben laydin),
- Kargo aydınlatması (cargo lighting) (Kargou laydin) olarak sınıflandırılabilir.



Görsel 6.13: Uçağın iç kısmının sınıflandırılmış hâli

**Kokpit Aydınlatması:** Kokpit, pilotların uçağı kullandığı bölümdür. Bir kokpitin içi Görsel 6.14'te gösterilmiştir. Kokpit aydınlatması, kokpit ile burada bulunan gösterge panellerinin üzerindeki ışıklardır.



Görsel 6.14: Örnek bir kokpit



**Kabin Aydınlatması:** Kabin, uçaklarda yolcuların bulunduğu bölümdür. Kabinde koridor ve yolcu bölümü aydınlatmaları vardır. Bu iki bölüm birbirinden bağımsız olarak çalışır. Görsel 6.15'te bir yolcu uçağı kabini, Görsel 6.16'da ise bir özel uçak kabini görülmektedir.

Uçakta koridor aydınlatmasına ilave olarak kapıları aydınlatmak için giriş ve eşik aydınlatmaları da kullanılır. Uçağın yolcu bölümünde hostes çağırma, okuma lambası, sigara içmeyin, koltuğunuza dönün ve oturun ışıkları bulunmaktadır. Lavabo ışıkları ise kabin aydınlatmasıdır.



Görsel 6.15: Bir yolcu uçağı kabini



Görsel 6.16: Özel uçak kabini

**Kargo Aydınlatması:** Uçağın bagaj bölümünü ifade eder. Kargo kısmının aydınlatmasını sağlayan ışıklardır. Kargo bölümünde yapılacak çalışmaların düzenli olmasını sağlar. Görsel 6.17'de bir uçağın kargo yüklemesi yapılmış hâli vardır. Kargo bölümüne giden servis kısmının aydınlatması da bu kapsama girer.



Görsel 6.17: Uçağın kargo bölümü

#### • Acil Durum Aydınlatmaları

Uçakta oluşabilecek herhangi bir olumsuzluk durumunda yolcu ve personelin ışıkla tahliye edilmesi için kullanılır. Bu aydınlatma içeri ve dışarı aydınlatması olarak iki kısımdan oluşur. Haricî aydınlatma, tahliyenin yapılacağı kapıların ve uçağın etrafını aydınlatır. İçerideki aydınlatma ise kabin zemini, koltuk hizaları (koltukların üst kısımları) koridor üstlerinde, çıkışlarda yönlendirme ve aydınlatma görevi yapar. Görsel 6.18'de uçaktaki acil durum çıkış kapısı ve koridor acil durum işaretleri görülmektedir. Bu ışıklar, uçağın genel aydınlatma sisteminin dışında haricî bir kaynak ile de beslenir. Bu kaynağa batarya bus adı verilir. Batarya bus sayesinde uçakta oluşacak olumsuzluk anında uçağın ışıklandırılması sürekli devam ettirilir.





**Görsel 6.18: Uçaktaki acil durum çıkış kapısı ve koridor acil durum işaretleri**

Günümüzde bazı uçaklarda kablosuz acil durum sistemleri (WireLess Emergency Lighting System)(vayrılı imörcinsi laydın sistm) de kullanılmaktadır. Bu sayede uçak üzerinde oluşacak kablo ağırlığı azaltılır. Kablosuz acil durum sistemlerinin uçak içinde yerlerinin değiştirilmesi kolaylıkla yapılır.

### 6.3.2. ATA 100 Işık Bölümü

Air Transport Association Chapters (Eir Trenspeer Asoseyşins Çeptırs) Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliğinin baş harflerini ifade eder. Kısaltması "ATA 100 Chapters" olarak kullanılır. Bu sistem ile uçak veya helikopter sistemleri "'00'dan 100'e" kadar rakamlar ile ifade edilir. Üretici firmalar bu rakamlara uygun olarak Aircraft Maintenance Manuals (Eirkraft Meynıns Menuls) uçak bakım el kitabı çıkarır. Bu bakım kitapları ile teknisyenler uçağa veya helikoptere müdahale ederler. Konumuz olan uçağın dış, iç ve acil durum ışıkları ATA 33 Işık bölümünün kapsamındadır. Tablo 6.3'te ATA CH 33 alt bölümleri verilmiştir.

**Tablo 6.3: ATA CH 33 Alt Bölümleri**

33	00	Genel
33	10	Uçuş bölmesi ve duyuru paneli
33	20	Yolcu bölmesi
33	30	Kargo ve servis bölmeleri
33	40	Dış aydınlatma
33	50	Acil aydınlatma

### 6.3.3. Uçak Aydınlatma Devrelerinin Kurulması ve Tamiratında Dikkat Edilmesi Gerekenler

- Öncelikle gerekli iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır.
- Uçak içindeki aydınlatma sistemi önceki konularda uygulaması yapılan aydınlatma ve zil devrelerindeki bağlantılardan farklı değildir ancak buton, anahtar, duy vb. elemanların ebatları ve bağlantı noktaları farklı olabilir.
- Aydınlatma devreleri marka ve modele göre değişiklik gösterebilir.
- Burada devre takibinin doğru yapılması gerekir.
- Her uçak marka ve modelinin kendi bağlantı şeması ATA CH 33 Işık vardır. Bu elektrik bağlantı şemasından yararlanılarak tamirat yapılır.
- Bu öğrenme biriminde yapılan aydınlatmanın diğer devrelerden farkı yoktur. Genellikle bu devrelerde 14 volt ve 28 volt gerilim kaynakları kullanılır.



- Karşılaşılabilecek kavramlardan biri de bus ifadesidir. Bus, uçaklarda kullanılan dijital sinyalleri taşıyan kablo demetleridir. Aydınlatma bağlantıları başlangıcı genelde buradan alınarak çizilir.
- En fazla karşılaşılan aydınlatma arızaları; lambanın ömrünü tamamlaması, kabloların yerinden kopması, anahtar kontaklarının görev yapmaması ve kaynaktan yeterli gerilim gelmemesidir.
- Arıza tespitinde ölçü aletlerinden faydalanılır.
- Elemanların sağlamlık kontrolü genellikle enerji yok iken ohmmetre ve multimetrenin ohm veya diyot kademesinde yapılır.
- Aydınlatma kablolarının bağlantıları, kablo pabuçları veya konnektör pinleri ile yapılmalıdır.
- Kablo pabuçu ve konnektör pinlerinin bağlantısında sıkıştırma pensleri kullanılmalıdır.

### 6.3.4. Uçak Aydınlatma Devrelerinde Kullanılan Semboller

Uçak aydınlatma devrelerinde kullanılan elemanlara ait semboller düzenlenerek Tablo 6.4'te verilmiştir.

Tablo 6.4: Uçak Aydınlatma Devrelerinde Kullanılan Elemanlara Ait Semboller

İSMİ	SEMBOLÜ
Lamba	
İletkenler	
	iletken      ekli iletken geçişi      eksiz iletken geçişleri
Bobin	
Direnç	
	Normal      Ayarlı
Röle	
Devre Kesiciler	
	otomatik      etki ile      otomatik veya etki ile      anahtar tip      anlık anahtar tip
Anahtarlar	
	kalıcı      anlık      iki konumlu
Bus	
Batarya	
Şase (Toprak)	
Sigorta	
Bağlantı Noktası	
Buton	
	anlık      normal      normal ve anlık
Güç Kaynağı	



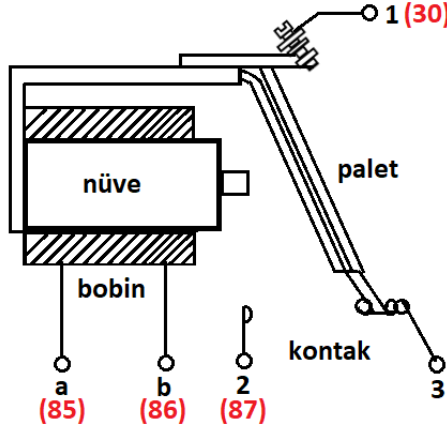
### 6.3.5. Uçaklarda Haricî Aydınlatma Devrelerini Çizme

#### • Uçak Haricî Aydınlatma Devresi Çizilirken İzlenecek İşlem Basamakları

- Çizilecek aydınlatma devresi bustan başlamalıdır.
- Bustan sonra mutlaka bir devre kesici kullanılmalıdır. Devre kesici (Circuit Breaker)(sörket breykır), herhangi bir nedenle üzerinden geçmesi gerekenden yüksek bir akım geçtiğinde devreye giden elektriği keser. Devre kesici kurulduktan sonra hemen atıyorsa devrede sorun vardır. Mutlaka devredeki sorun bulunmalıdır. Devre kesiciler farklı akımlarda üretilir. Devre kesiciler attıktan sonra tekrar kurulabilir.
- Aydınlatma lambasını kontrol etmek amacı ile en az bir anahtar kullanılmalıdır.
- Gerilim farklılığı var ise araya gerilim transformatörü konulmalıdır.
- Kontrol edilecek lamba veya lamba grubu bağlanır.
- Lamba gerilimi bus geriliminden düşük ise lambanın önüne gerilim transformatörü konulmalıdır.
- Farklı bir gerilim veya güce ihtiyaç var ise ilave güç kaynağı kullanılmalıdır.
- Kullanılan lamba grubu ise anahtardan direkt olarak değil, bir röle yardımı ile devreye alınmalıdır.

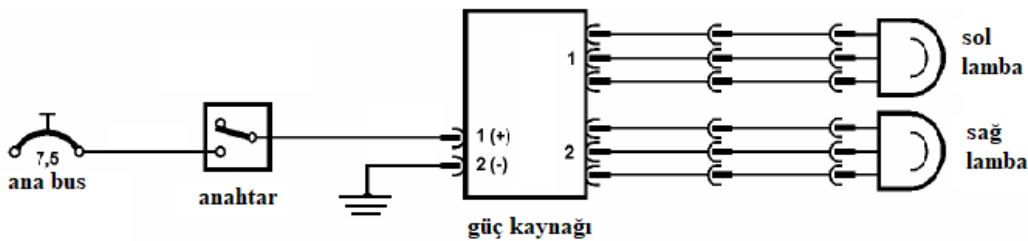
**Röle:** Küçük güçlü elektromanyetik anahtarlara **röle** denir. Rölenin yapısı Şekil 6.18’de gösterilmiştir. Röle; bobin, nüve, palet ve kontaklardan oluşur. Röle kontakları ilk konumlarına göre isimlendirilir. Bu konumlar, normalde açık kontak ve normalde kapalı kontaktr. Röle üzerindeki açık ve kapalı kontakların konumu elektromanyetik özellikten yararlanılarak değiştirilir.

Röle bobinine elektrik akımı uygulanınca manyetik alan oluşur. Nüve ise manyetik alanı artırarak karşısındaki paleti kendine doğru çeker. Bunun sonucu olarak normalde açık olan kontak kapanır, normalde kapalı kontaksa açılır. Bu durum, rölenin enerjisi kesilinceye kadar devam eder. Röle enerjisi kesilince kontaklar normal konumuna döner. Şekil 6.18’de 1-3 normalde kapalı kontak, 1-2 ise normalde açık kontaktr.



Şekil 6.18: Basit bir rölenin yapısı

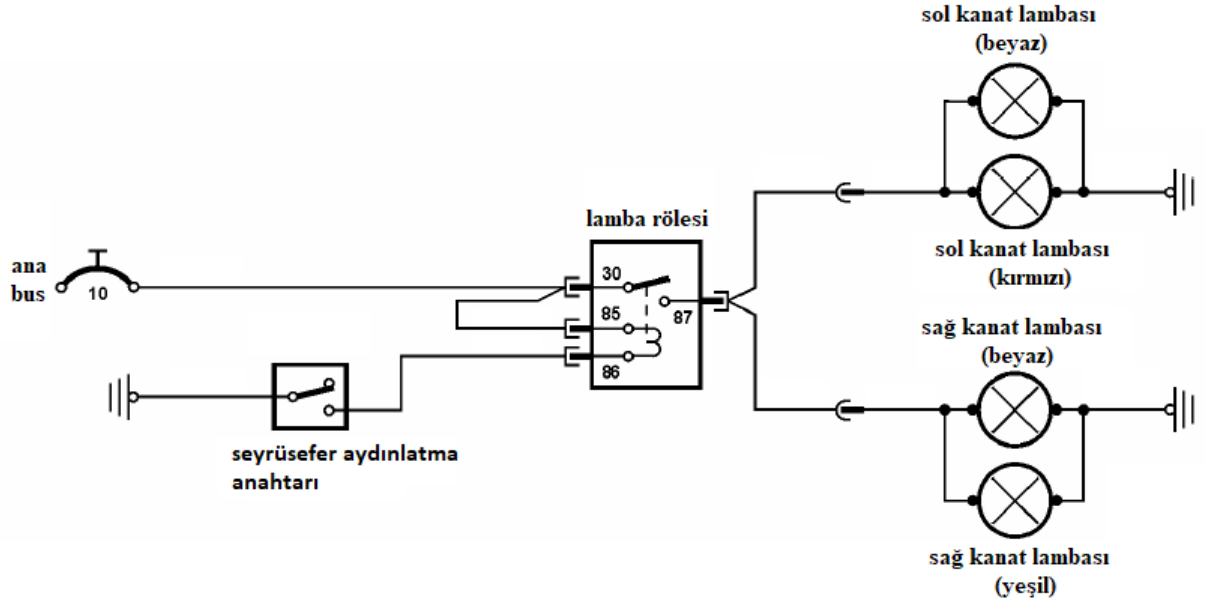
Uçaktaki haricî aydınlatma devrelerine örnekler aşağıda verilmiştir. Şekil 6.19’da çarpışmayı önleme ışıkları devresi verilmiştir.



Şekil 6.19: Çarpışmayı önleme ışıkları devresi

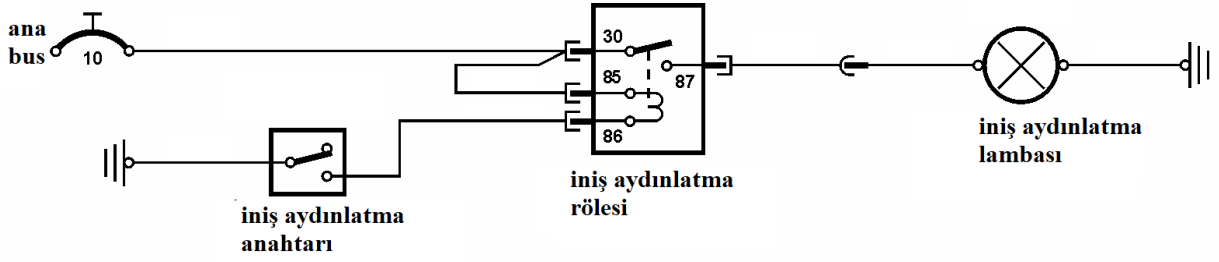


Şekil 6.20'de seyrüsefer ışıkları devre şeması verilmiştir.



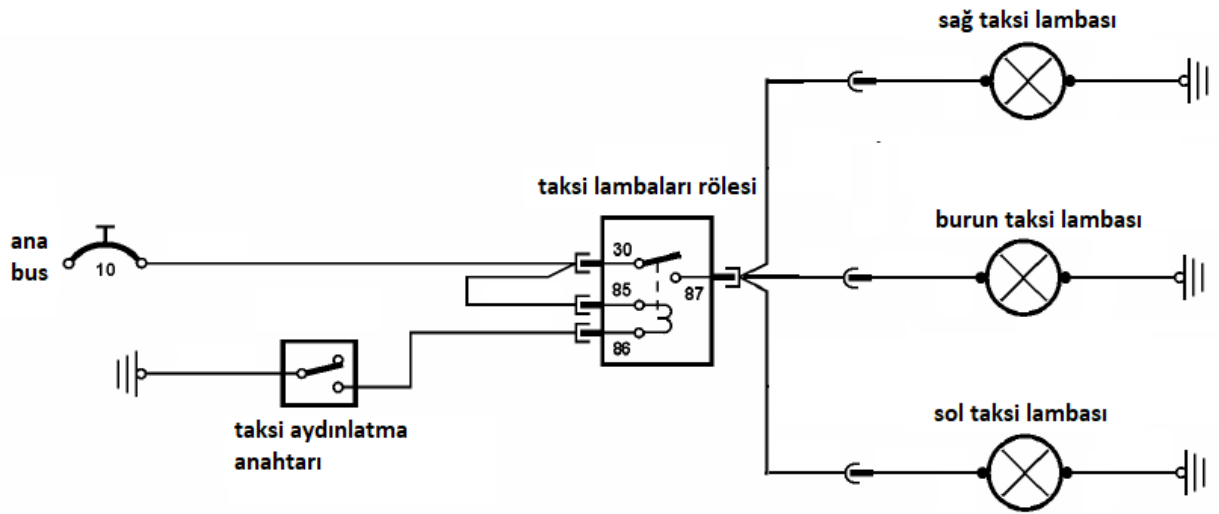
Şekil 6.20: Seyrüsefer ışıkları devre şeması

Şekil 6.21'de iniş ışıkları devre şeması verilmiştir.



Şekil 6.21: İniş ışıkları devre şeması

Şekil 6.22'de taksi ışıkları devre şeması verilmiştir.

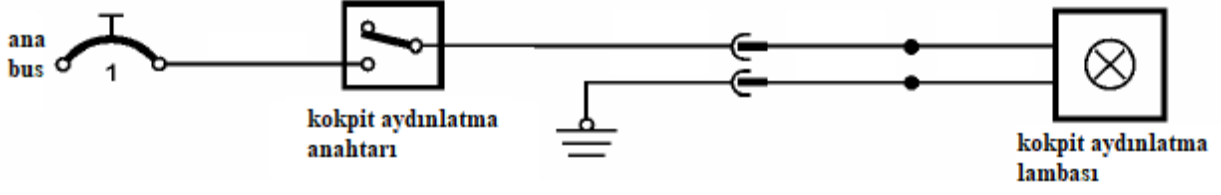


Şekil 6.22: Taksi ışıkları devre şeması



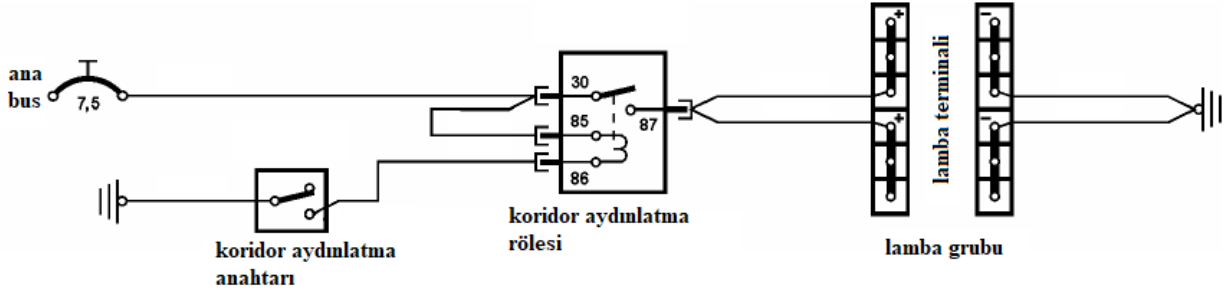
### 6.3.6. Uçaklarda Dâhilî Aydınlatma Devrelerini Çizme

Uçak haricî aydınlatma devresi çiziminde izlenen işlem sırası burada da izlenir. Uçaktaki dâhilî aydınlatma devrelerine örnekler aşağıda verilmiştir. Şekil 6.23'te kokpit aydınlatma devresi verilmiştir.



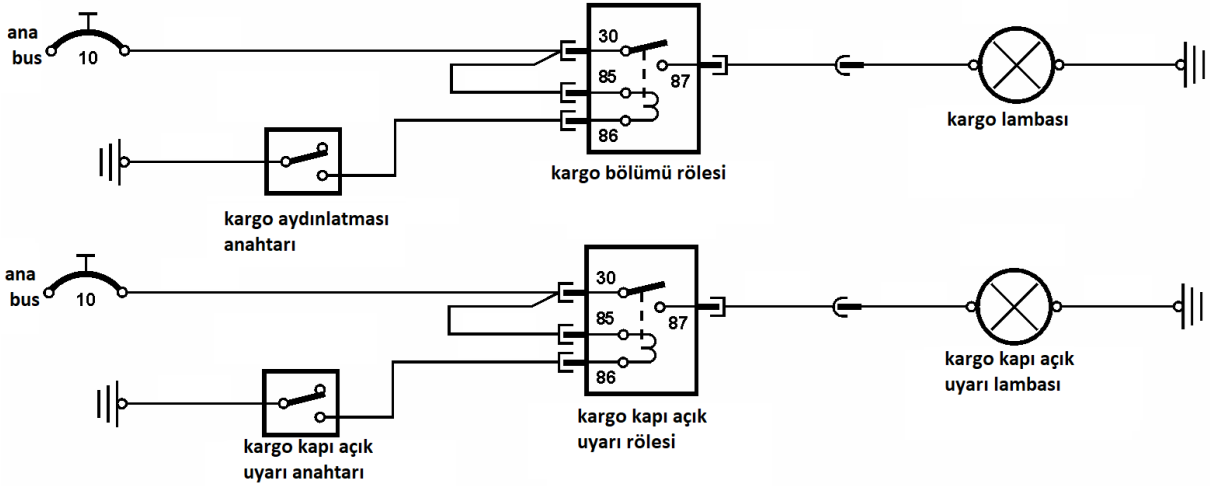
Şekil 6.23: Kokpit aydınlatması

Şekil 6.24'te kabin koridor aydınlatma devresi verilmiştir.



Şekil 6.24: Kabin koridor aydınlatması

Şekil 6.25'te kargo bölümü aydınlatma devresi verilmiştir.



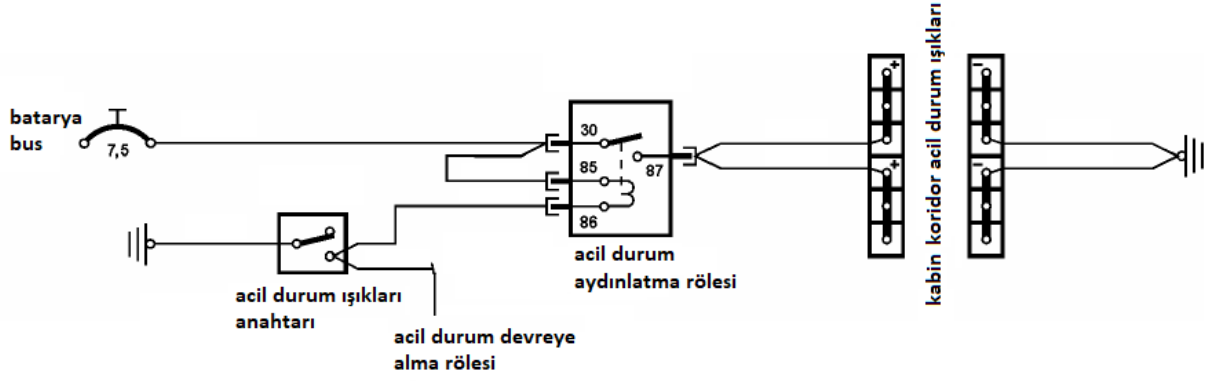
Şekil 6.25: Kargo bölümü aydınlatması

### 6.3.7. Uçaklarda Acil Durum Aydınlatma Devrelerini Çizme

Uçak haricî veya dâhilî aydınlatma devresi çiziminde izlenen işlem sırası burada da izlenir. Uçaktaki acil durum aydınlatma devreleri çiziminin dâhili veya haricî devrelerin çiziminden bir farkı vardır. Batarya buslar kaynak olarak kullanılır.



Şekil 6.26'da kabin koridor acil durum aydınlatması verilmiştir.



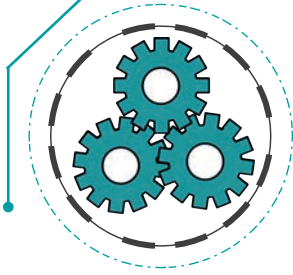
Şekil 6.26: Kabin koridor acil durum aydınlatması

### UYGULAMA 6.8:

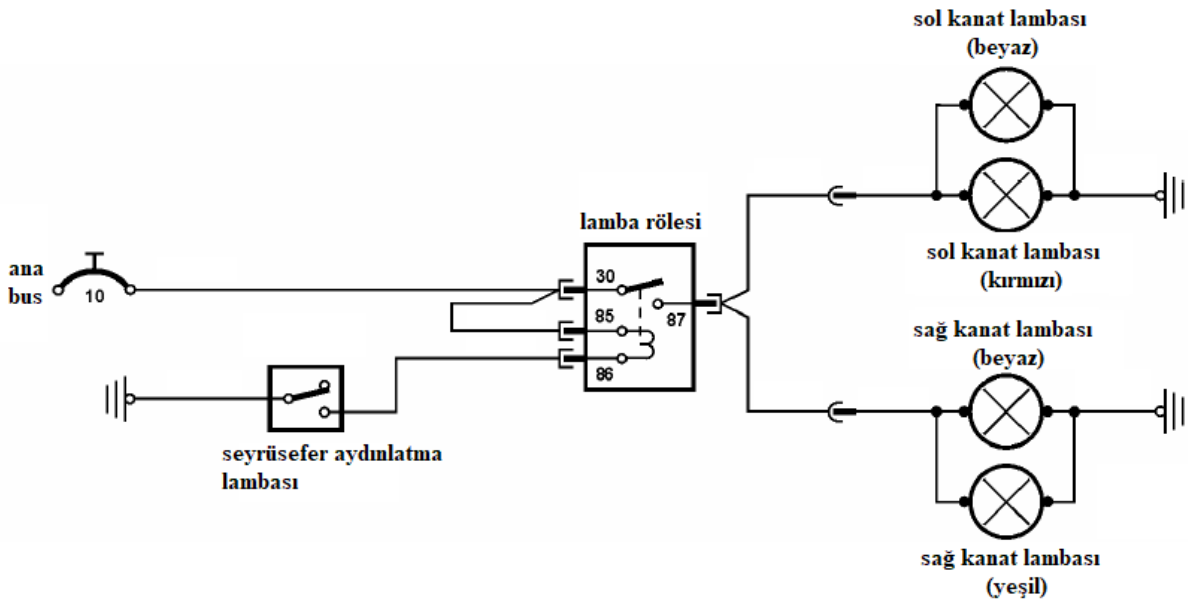
#### Lamba-Flament Değişimi

**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak uçağın iç veya dış aydınlatmasındaki herhangi bir lambanın değişimini yapmak

**Uygulamaya Ait Kapalı ve Açık Şema**



Görsel 6.19: Örnek bir uçak taxi aydınlatması



Şekil 6.23: Örnek bir uçak aydınlatma devresi



### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Ölçü aleti		1 Adet
Pense		1 Adet
Kargaburnu		1 Adet
Duy		1 Adet
Yan keski		1 Adet
Fır döndü ara kol		1 Adet
Yıldız tornavida		1 Adet
Düz tornavida		1 Adet
Sıkıştırma pensi		1 Adet

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Elektrik var iken devre üzerinde çalışma yapılmamalıdır.
3. Uçağın bağlantısı ATA CH 33 bakım kitabından incelenir.
4. Lambaya ulaşabilmek için armatürün dış kapağı sökülür.
5. Sökülen malzemelerin hepsi bir arada tutulmalıdır. Bunu sağlamak için armatür kapağı kullanılabilir.
6. Lambayı armatüre sabitleyen vidalar var ise bunlar sökülür.
7. Lambayı yerinden çıkartılabilmek için lamba, arkasındaki konnektörden sökülür. Konnektör geçmeli ve kilit sistemli olabilir. Söküm esnasında buna dikkat edilmelidir.
8. Söküm bittikten sonra lambanın sağlamlığı ölçü aleti ile test edilir. Lamba arızalı ise yenisi ile değiştirilir.
9. Yeni lamba yapılan işlemin tam tersi sıralama ile tekrar yerine takılır.
10. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Söküm esnasında nelere dikkat edilmelidir? Yazınız.
2. ATA CH 33 nedir? Tanımını yazınız.
3. ATA Chapter neden önemlidir? Yazınız.

### Sonuç

Uygulama ile öğrendiklerinizi aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



## 6. ÖĞRENME BİRİMİ

### ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

**A) Aşağıdaki cümlelerde parantez içine yargılar doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.**

1. ( ) Devre elemanların sağlamlık kontrolü ampermetre ile yapılır.
2. ( ) Sigorta, siva altı tesisatında anahtar, priz vb. elemanların duvara sabitlenmesi amacı ile kullanılan tesisat elemanıdır.
3. ( ) Manyetik alanda bulunan bir iletkenin içinde akım oluşur.
4. ( ) Kokpit, uçaklarda yolcuların bulunduğu bölümdür.
5. ( ) Bir yerden bir lamba veya lamba grubunun çalışmasını sağlamak için komütatör anahtar kullanılır.
6. ( ) Duy bağlantısı yapılırken anahtardan gelen (faz) iletkeni mutlaka duyun orta ucuna bağlanmalıdır.
7. ( ) Motor çalışıyor ışıkları, kuyrukta bulunan logoyu aydınlatır.
8. ( ) Uçak acil durum aydınlatmasının güç kaynağı, uçak aydınlatmasının güç kaynağı ile aynıdır.
9. ( ) Zayıf akım devreleri aydınlatma tesisatları olarak da bilinir.
10. ( ) Transformatörler aynı zamanda zayıf akım devreleri için gerekli düşük gerilimi sağlar.
11. ( ) Bağlantılar yapılır iken kablo iletkeni bağlantı noktasından taşmayacak şekilde yapılmalıdır.

**B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız..**

1. Duy ve lambayı içinde barındıran elemanlara ..... denilmektedir.
2. Uçak aydınlatmasında genellikle .....ve ..... luk gerilim kaynakları kullanılmaktadır.
3. Uçak kalkışı öncesi pist başında açılan ve iniş sonrası pist sonunda kapatılan ışıklar ..... ışıklardır.
4. Elektrik devrelerinde devre elemanlarını ve kullanıcıyı devrenin taşıyabileceğinden yüksek akımlara karşı koruyan devre elemanına ..... denir
5. Dâhilî aydınlatma da uçağın ..... kısmında bulunan aydınlatmalardır.
6. Uçaklar da ..... acil durum sistemlerinin uçak içinde yerlerinin değiştirilmesi kolaylıkla yapılır.
7. Bir lamba veya lamba grubu iki ayrı yerden ..... anahtar devresi ile çalıştırılır.





8. Düşük gerilimle çalışan elektrik devrelerine ..... devreleri denir.
9. ...., uçaklarda kullanılan dijital sinyalleri taşıyan kablo demetleridir.
10. Elektrik devresi kurulduğu zaman eklerin ve dağıtımın içinde yapıldığı kutulara ..... denir.
11. Transformatörler gerilimi ..... veya ..... olarak iki yönlü kullanılabilir.
12. ...., elektrik enerjisini ışığa çevirir.

**C) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.**

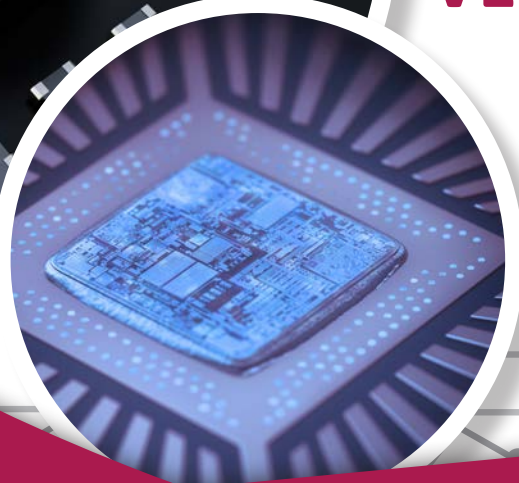
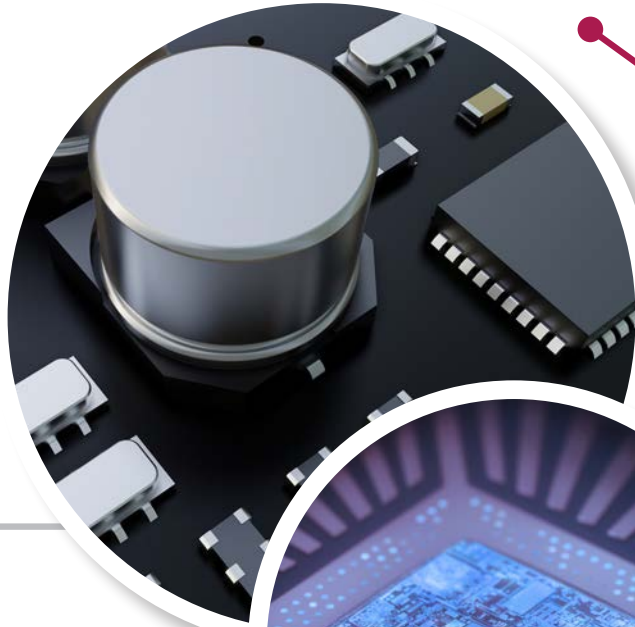
1. **Aşağıda verilenlerden hangisi aydınlatma devreleri kurulurken kullanılacak elemanlardan biri değildir?**
  - A) Sigorta
  - B) Zil
  - C) Lamba
  - D) Vaviyen anahtar
  - E) Kablo
2. **Aşağıda verilenlerden hangisi pilotun uçakta ilk açtığı ve en son kapattığı ışıklardır?**
  - A) Taksi ışıkları
  - B) Kuyruk ışıkları
  - C) Buzlanma ışıkları
  - D) Çarpışma önleme ışıkları
  - E) Navigasyon (seyrüsefer) ışıkları
3. **Aşağıda verilenlerden hangisi transformatörün zayıf akım devrelerinde kullanım amacını doğru olarak ifade etmektedir?**
  - A) Kendinden sonra gelen elemanı kontrol eder.
  - B) Zil devresinin gerilimini ölçer.
  - C) Zil devresini tehlikeli akımlardan korur.
  - D) Zil devresi için gerekli olan düşük gerilimi sağlar.
  - E) Zil devresinde sesli uyarıyı yapar.
4. **Aşağıda verilenlerden hangisi uçağın hareket bölgesini aydınlatmak amacı ile kullanılır?**
  - A) Taksi ışıkları
  - B) İniş ışıkları
  - C) Kuyruk ışıkları
  - D) Buzlanma ışıkları
  - E) Motor çalışıyor ışıkları
5. **Aşağıda verilen devre elemanlarından hangisi zilleri çalıştırmak için kullanılır?**
  - A) Buton
  - B) Sigorta
  - C) Komütatör
  - D) Vaviyen
  - E) Transformatör



6. Aşağıda verilenlerden hangisi uçağın bagaj bölümünü ifade eder?
- A) Kokpit
  - B) Kabin
  - C) Kanat
  - D) Kargo
  - E) Yakıt tankı
7. Aşağıda verilenlerden hangisi zayıf akım devrelerini kurarken kullanılacak elemanlardan biri değildir?
- A) Sigorta
  - B) Transformatör
  - C) Ohmmetre
  - D) Buton
  - E) Zil
8. Aşağıda verilenlerden hangisi anahtar sağlamlık kontrolünde kullanılan ölçü aletidir?
- A) Sıkıştırma pensi
  - B) Voltmetre
  - C) Wattmetre
  - D) Ampermetre
  - E) Ohmmetre

# 7. Öğrenme Birimi

## YARI İLETKENLERİ DEVREYE BAĞLAMA VE TEST ETME



### KONULAR

- 7.1. TEST EDİLEN DİYOTLARI DEVREYE BAĞLAMA
- 7.2. TEST EDİLEN TRANSİSTÖRLERİ DEVREYE BAĞLAMA
- 7.3. ÇEŞİTLİ ENTEGRE DEVRELERİ ÇALIŞTIRMA

### TEMEL KAVRAMLAR

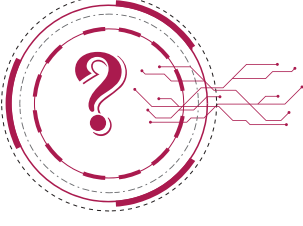
- Yarı iletken
- P madde
- N madde
- Diyot ve diyot çeşitleri
- Diyot bağlantıları
- NPN
- PNP
- Transistör ve transistör çeşitleri
- Transistör bağlantıları
- Entegre devreler
- Entegre devre çeşitleri
- Entegre devre bağlantıları

Bu öğrenme biriminde;

- Yarı iletken elektronik devre elemanlarının yapılarını,
- Yarı iletken elektronik devre elemanlarının sembollerini,
- Yarı iletken elektronik devre elemanlarının bağlantılarını ve uygulamalarını,
- Diyot, transistör ve entegre devrelerini öğreneceksiniz.



## 7. YARI İLETKENLERİ DEVREYE BAĞLAMA VE TEST ETME



### Hazırlık Çalışmaları

- 1- Elektrik akımını iletme veya iletmemeye durumunda olan yarı iletkenlerin elektronik devrelerde kullanım amacı ne olabilir? Düşüncelerinizi belirtiniz.
- 2- Elektrik akımını sadece tek yönde ileten elektronik devre elemanları var mıdır? Araştırınız.
- 3- Düşük elektrik sinyallerinin yükseltme amaçları neler olabilir? Düşüncelerinizi belirtiniz.
- 4- Entegre devre denilince aklınıza neler gelmektedir? Düşüncelerinizi belirtiniz.

### 7.1. TEST EDİLEN DİYOTLARI DEVREYE BAĞLAMA



**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak test edilen diyotları devreye bağlamak

**GİRİŞ:** Yarı iletken maddelerin bulunması ve elektronik devrelerde kullanılması ile günümüz teknolojilerine ulaşılmıştır. Yarı iletkenler elektronik devrelerin vazgeçilmez elemanıdır.

#### 7.1.1. Diyotların Yapısı, Çeşitleri, Sembolleri ve Çalışmaları

P ve N tipi yarı iletken maddelerin birleştirilmesiyle **diyot** adı verilen elektronik devre elemanı elde edilmektedir. Diyotlar yarı iletken maddelerden yapılmıştır. Diyotların elektriği nasıl ilettiği sorusuna karşılık iletkenlik ve yarı iletkenlik konusuna değinmek gerekmektedir.

#### İletken, Yalıtkan ve Yarı İletken Maddeler

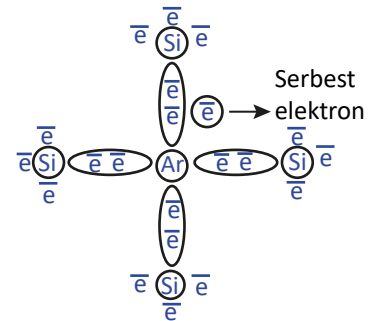
Maddeler elektrik akımını iletme durumlarına göre üçe ayrılır. Son yörüngesindeki elektron sayısı (valans elektronu) dörtten az olan elementler elektrik akımına karşı çok düşük direnç gösterdikleri için **iletken** olarak adlandırılır. Son yörüngesindeki elektron sayısı dörtten fazla olan elementler elektrik akımına karşı çok büyük direnç gösterdikleri için **yalıtkan** olarak adlandırılır. Son yörüngesindeki elektron sayısı dört olan elementler ise **yarı iletken** olarak adlandırılır. Yarı iletkenler normal durumda yalıtkanlık özelliği gösterirken bazı özel durumlar altında iletken özelliği kazanırlar.

Elektronikte yarı iletken devre elemanları olan diyot, transistör ve entegre devrelerin üretiminde daha çok germanyum (Ge) ve silisyum (Si) kullanılmaktadır.

#### N ve P Tipi Yarı İletkenler

Silisyum ve germanyum elementlerinin elektronik teknolojilerinde kullanılabilmesi için bu elementlere çeşitli katkı maddeleri katılarak yalıtkanlıkları düşürülür. Katılan katkı maddesine göre **N tipi** (negatif) yarı iletken ve **P tipi** (pozitif) yarı iletken olmak üzere iki tür yarı iletken elde edilir.

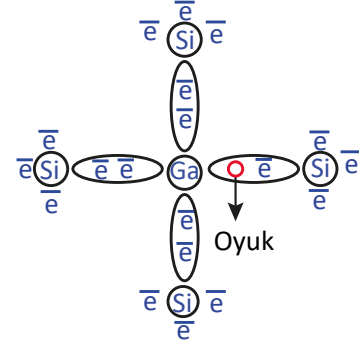
**N Tipi Yarı İletken:** Yarı iletken maddeye örneğin dört valans elektronlu silisyum kristali içine beş valans elektronlu başka bir atom (arsenik, azot, fosfor vb.) katılmasıyla N tipi yarı iletken elde edilir. Katılan atomun dört valans elektronu silisyum atomunun dört valans elektronu ile kovalent bağ oluşturur. Katılan atomun 5. valans elektronu, serbest elektron olarak kalır. Bu elektronun atomdan ayrılması kolay olduğu için akım taşıyıcı olarak kullanılır. Bu elektronu koparabilmek için 0,01 eV (elektron volt) yeterlidir. Şekil 7.1'de silisyuma arsenik katılmasıyla N tipi yarı iletken elde edilmiş ve 1 elektron açıkta kalmıştır.



Şekil 7.1: N tipi yarı iletken oluşumu



**P Tipi Yarı İletken:** Yarı iletken maddeye örneğin dört valans elektronlu silisyum kristali içine üç valans elektronlu başka bir atom (Galyum) katılmasıyla **P tipi yarı iletken** elde edilir. Katılan atomun üç valans elektronu silisyum atomunun üç valans elektronu ile kovalent bağ oluşturur. Silisyum atomunun dördüncü bağında bir oyuk oluşur. Böylece yarı iletken elektron almaya müsait hâle gelir. Şekil 7.2'de silisyuma galyum katılmasıyla P tipi yarı iletken elde edilmiş ve bir oyuk oluşmuştur.

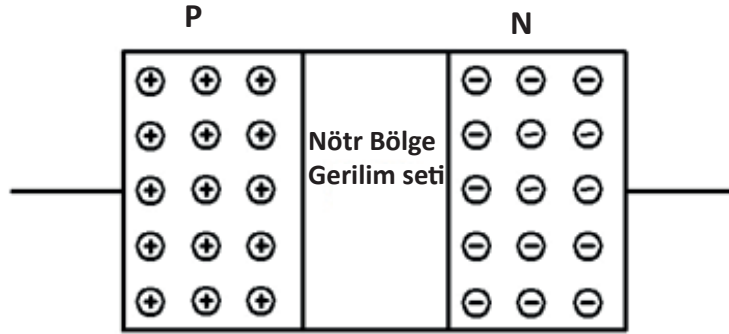


Şekil 7.2: P tipi yarı iletken oluşumu

### Yarı İletkende PN Birleşimi

P ve N tipi yarı iletken maddeler tek başlarına kullanılmaz. Bu nedenle P ve N tipi yarı iletkenler birleştirilerek kullanılır. P ve N tipi maddeler birleştirildiğinde diyot adı verilen yarı iletken devre elemanı elde edilir. Bu yeni devre elemanı P-N yüzey birleşmesinden dolayı kutuplamasız ve kutuplamalı olma durumuna göre incelenir.

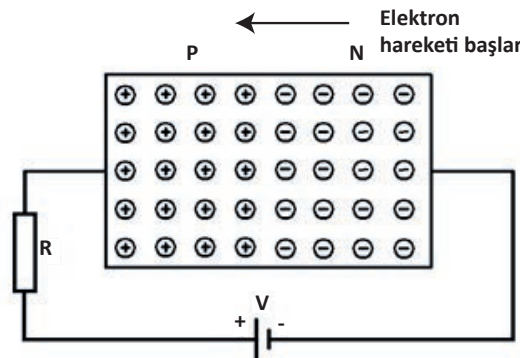
**Kutuplamasız PN Birleşimi:** P ve N tipi yarı iletkenler birleştirildiğinde P tipi yarı iletkenin pozitif (+) elektrik yükleri çekme kuvveti etkisiyle N tipi yarı iletkenin birleşme yüzeyine yakın kısmındaki serbest elektronları (-) kendisine çekerek birleşme yüzeyine yakın bölgedeki oyukları doldurur. Elektronlar ile oyuklar birleşip kovalent bağ kurarak nötr bir bölge oluşmasını sağlar. Böylece nötr bölgeden dolayı 0,2–0,7 volt arasında bir gerilim seti oluşur.



Şekil 7.3: Kutuplamasız P ve N birleşimi

**Kutuplamalı PN Birleşimi:** P ve N birleşimine dışarıdan gerilim uygulanmasına **kutuplama** denir. Doğru kutuplama ve ters kutuplama olmak üzere iki çeşit kutuplama vardır.

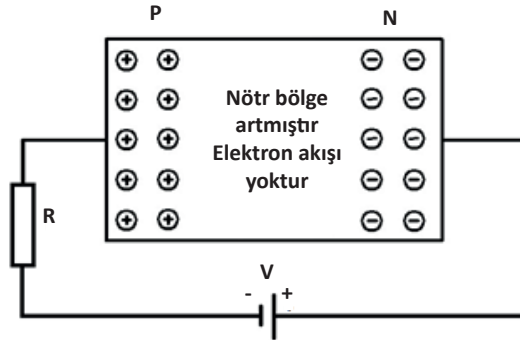
**1. Doğru Kutuplama:** Doğru kutuplama gerilim kaynağının + (pozitif) kutbunun P ve N birleşiminin P bölgesine ve gerilim kaynağının - (negatif) kutbunun P ve N birleşiminin N bölgesine bağlanmasıyla elde edilir. Doğru kutuplamada gerilim kaynağının voltajı P ve N birleşiminin nötr bölgesinde oluşan gerilim seti değerini aşınca yarı iletken madde iletken hâline gelir.



Şekil 7.4: Doğru kutuplamalı P ve N birleşimi



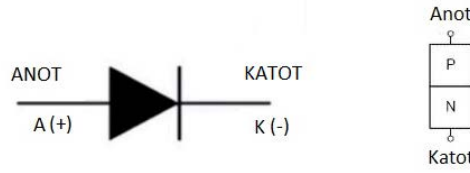
**2. Ters Kutuplama:** Ters kutuplama gerilim kaynağının + (pozitif) kutbunun P ve N birleşiminin N bölgesine ve gerilim kaynağının - (negatif) kutbunun P ve N birleşiminin P bölgesine bağlanmasıyla elde edilir. Ters kutuplamada gerilim kaynağının voltajı P ve N birleşiminin nötr bölgesini daha da genişleteceği için yarı iletken madde yalıtkan hâle gelir.



Şekil 7.5: Ters kutuplamalı P ve N birleşimi

### 7.1.2. Diyodun Tanımı ve Çeşitleri

Silisyum veya germanyum gibi bir yarı iletken maddeden elde edilen, P ve N tipi maddenin birleşiminden oluşan iki bacaklı yarı iletken devre elemanına **diyot** denir. P maddesine karşılık gelen kutbu **anot (A)**, N maddesine karşılık gelen kutbu **katot (K)** olarak adlandırılır. Diyotlar, yalnızca bir yönde elektrik akımının anottan katoda geçişine izin verir. Germanyum diyotlarda gerilim seti 0,2-0,3 volt iken silisyum diyotlarda gerilim seti 0,6-0,7 volt olmaktadır.



Şekil 7.6: Diyot sembolü ve yapısı

Diyotlar; doğrultmaç devresi elemanı, anahtarlama devresi elemanı, voltaj sabitleme devresi elemanı, görüntüleme ve ışıklandırma devresi elemanı, uzaktan kumanda alıcı ve verici devresi elemanı, yüksek frekanslarda sinyal filtreleme devresi elemanı gibi elektronik devrelerde kullanılmak üzere çok çeşitli şekilde imal edilir.

#### Kristal Diyot

**Kristal diyot;** doğru kutuplama altında çalışan, bir başka deyişle anot ucuna artı (+), katot ucuna eksi (-) geldiğinde tek yönde akım geçiren diyot çeşididir. Kristal diyotlar genellikle alternatif gerilimi doğrultulmak amacıyla, elektronik devrelerde anahtarlama amacıyla veya elektronik devreleri ters akımlardan korumak için kullanılır. Kristal diyotlar değişik çalışma gerilimi ve akımlarına sahiptir. 1N4xxx ve 1N5xxx serisi, elektronik uygulamalarda sıkça kullanılan diyotlardır. Genellikle kristal diyotlarda katotları gösteren gri veya siyah çizgi kullanılır. Kristal diyotlar elektronik devrelerde "D" harfiyle gösterilir.



Görsel 7.1: Kristal diyot ve görünüşleri



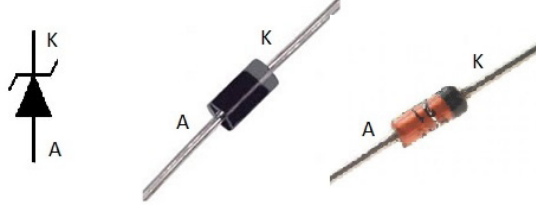
## Zener Diyot

**Zener diyot**, devreye ters bağlandığında yani anoduna eksi (-), katoduna artı (+) gerilim uygulandığında zener gerilimi adı verilen seviyeye kadar akım geçirmeyen, bu gerilim aşıldığında ise uçlarından sabit zener gerilimi görülen diyotlardır.

Zener diyotlar özellikle güç kaynaklarında çıkışta sabit gerilim elde etmek için kullanıldığı gibi sabit gerilimde çalışması gereken hassas elektronik devrelerde de kullanılır.

Uygulamada zenerler çalışma voltajlarıyla adlandırılır (3,3 volt zener, 5,1 volt zener, 9,1 volt zener, 12 volt zener vb.).

Zener diyodun anoduna artı (+), katoduna eksi (-) gerilim uygulanırsa kristal diyot gibi çalışır.



Görsel 7.2: Zener diyot sembolü ve görünüşleri

## LED Diyot

**LED diyot**, doğru kutuplama altında çalıştırıldığı zaman ışık yayan, elektriksel enerjiyi ışık enerjisi hâline dönüştüren özel katkı maddeli diyotlardır.

Standart LED diyotlarda da normal diyotlarda olduğu gibi anot ve katot olmak üzere iki bacak bulunur. Uzun olan diyot bacağı anot, kısa olan katottur. LED diyotlar ön direnç bağlanarak elektronik devrelerde kullanılır. Değişik renkteki LED diyotların çalışma gerilimleri de farklıdır. Ön dirençsiz LED, devrede hasar göreceği için her bozulan LED diyodun millî servete zarar verdiği unutulmamalıdır.

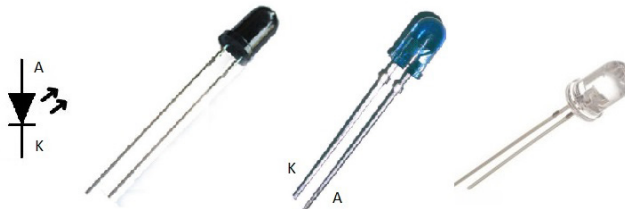


Görsel 7.3: Led diyot sembolü ve görünüşleri

## IR LED Diyot (Infrared Diyot)

**Infrared LED**, LED diyodun birleşim yüzeyine galyum arsenid (GaAs) maddesi katılmamış hâlidir. Infrared LED diyot doğru kutuplama altında çalıştırıldığı zaman görünmez (mor ötesi, kızıl ötesi) ışık yayar ve sembolü LED diyotla aynıdır.

Infrared LED diyotlarda da normal diyotlarda olduğu gibi anot ve katot olmak üzere iki bacak bulunur. Uzun olan diyot bacak anot, kısa olan diyot bacak ise katottur. Infrared LED diyotlar ön direnç bağlanarak elektronik devrelerde kullanılır.

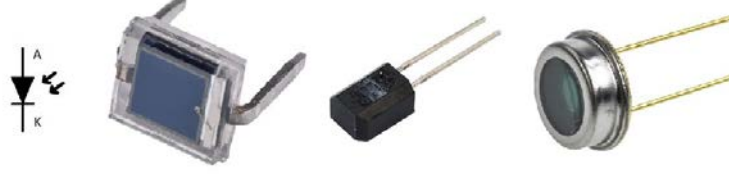


Görsel 7.4: IR LED diyot sembolü ve görünüşleri



### Foto Diyot

**Foto diyot;** ters kutuplama gerilimi altında çalışan, üzerine düşen ışığın şiddetine bağlı olarak iletme geçen diyotlardır. Foto diyotlarda da normal diyotlarda olduğu gibi anot ve katot olmak üzere iki bacak bulunur. Foto diyotlar ön direnç bağlanarak elektronik devrelerde kullanılır ve anoduna eksi (-), katoduna artı (+) gerilim gelecek şekilde devreye ters bağlanır.



Görsel 7.5: Foto diyot sembolü ve görünüşleri

### Varikap Diyot

**Varikap diyot;** ters kutuplama gerilimi altında çalışan, üzerine uygulanan gerilimin şiddetine bağlı ters orantılı olarak kapasite değeri azalan diyotlardır. Varikap diyot osilatörler, radyo alıcısı olarak veya telekomünikasyon gibi alanlarda kullanılır. Varikap diyot, varaktör olarak da bilinir.



Görsel 7.6: Varikap diyot sembolü ve görünüşleri

### Tunel Diyot

**Tunel diyot,** saf germanyum veya saf silisyum maddesine diğer diyotlardan daha fazla katkı maddesi eklenerek elde edilen yüksek hıza sahip diyotlardır. Tunel diyot çalışma aralıklarında negatif direnç göstermesinden dolayı amplifikatör, osilatör veya yüksek frekanslı anahtarlama devrelerinde kullanılır.



Görsel 7.7: Tunel diyot sembolü ve görünüşü

### Schottky Diyot

**Schottky diyot,** yapısında az bir oranda katkılandırılmış (genellikle N tipi) silisyum (Si) ve bu yarı iletken malzemeye yüzey teması uygulayan bir metal bulunduran diyottur. Schottky diyot yüksek frekanslı devrelerde hızlı iletme geçme ve hızlı kesime gitme tepkisi gösterdiği için anahtarlama güç kaynakları ve motor sürücü katları gibi elektronik devrelerde sıkça kullanılır.



Görsel 7.8: Schottky diyot sembolü ve görünüşleri

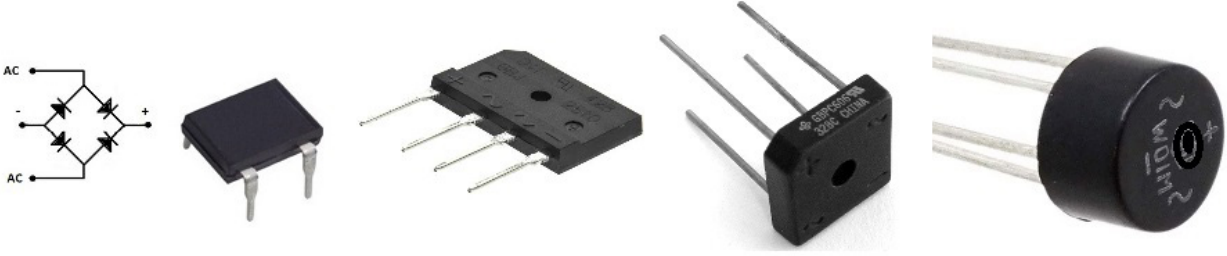




## Köprü Diyot

Köprü diyot, dört adet kristal diyodun aynı kılıf içinde tam dalga doğrultma yapacak şekilde bağlanması ile elde edilen diyottur.

Köprü diyot dört bacaklı olup iki bacağı giriş, diğer iki bacağı çıkıştır. Genellikle besleme devrelerinin doğrultma katında kullanılır.



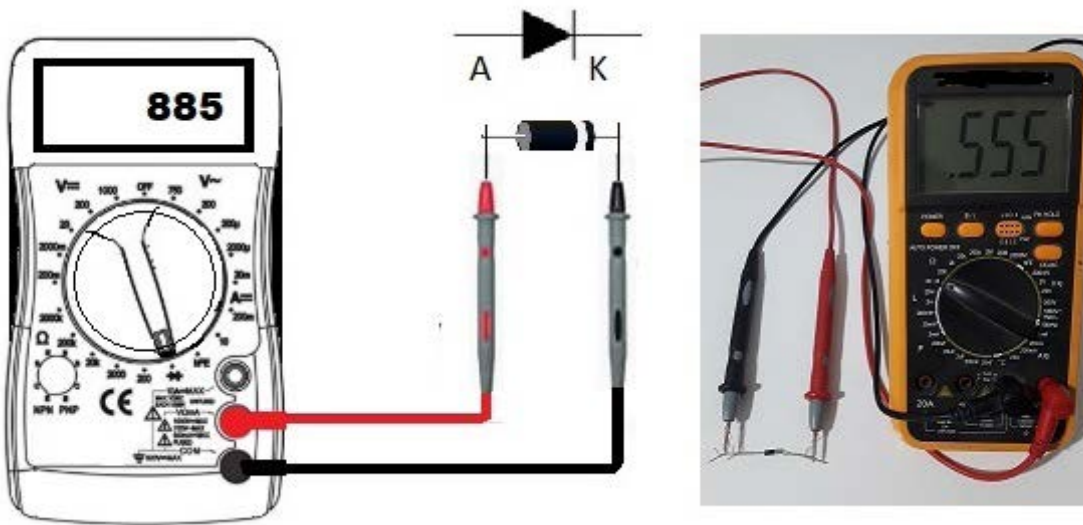
Görsel 7.9: Köprü diyot sembolü ve görünüşleri

## 7.1.3. Diyotların Sağlık ve Bağlantı Terminal Tespit İşlemlerinin Yapılması

Diyotlarda dijital veya analog AVOMETRELER kullanılıp anot ve katot bacaklarından ölçümler yapılarak anot-katot arası kısa devre, anot-katot arası açık devre veya anot-katot arası direnç gösterme durumlarına göre sağlık testi kontrolleri yapılabilir.

### Kristal Diyodun Sağlık Testinin Yapılması

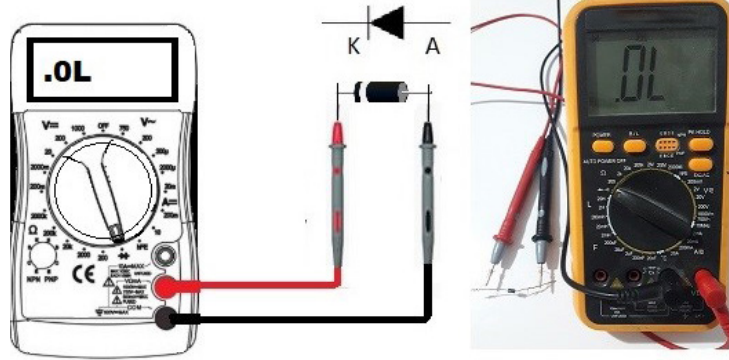
**Dijital AVOMETRE ile Kristal Diyodun Sağlık Kontrolü:** Dijital AVOMETREDE kırmızı terminal (VΩ mA) artı (+), siyah terminal (COM) eksi (-) temsil eder. Buna dikkat edildikten sonra dijital AVOMETRENİN seçici anahtarı diyot sembolü bulunan buzzer kademesine getirilir. Diyodun katot bacağı ölçü aletinin eksi terminali olan siyah probuna (COM), anot bacağı ise ölçü aletinin artı terminali olan kırmızı probuna (VΩ mA) bağlanır. Bu durumda AVOMETRENİN ekranında 500-800 civarında bir değer görülecektir. Diyot doğru kutuplama altındadır.



Şekil 7.7: AVOMETRE ile kristal diyodun doğru kutuplanması

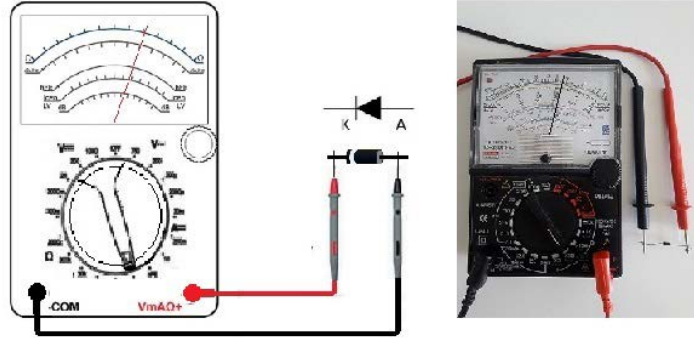


Diyot bacakları veya AVOMetre probaları ters çevrilip diyodun anot bacağı ölçü aletinin eksi terminali olan siyah probuna (COM), katot bacağı ise ölçü aletinin artı terminali olan kırmızı probuna (VΩ mA) bağlanır. Bu durumda AVOMetrenin ekranında "1" sayısı veya "OL" yazısı görülecektir. Diyot ters kutuplama altındadır. Bu iki ölçüm sonucuna göre diyot sağlamdır, bir başka deyişle diyot tek yönde akım geçirmektedir. Bunun dışındaki her iki ölçümde buzzerden ses geliyorsa, diyot değer gösteriyorsa veya değer göstermiyorsa diyot bozuktur.



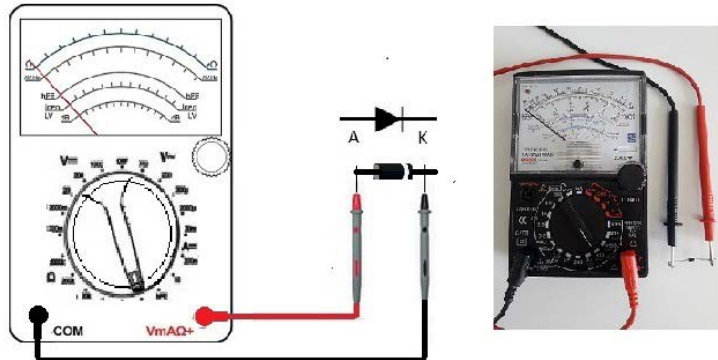
Şekil 7.8: AVOMetre ile kristal diyodun ters tutulması

**Analog AVOMetre ile Kristal Diyodun Sağlamlık Kontrolü:** AVOMetrede kırmızı terminal (VΩ mA) eksi (-), siyah terminal (COM) artı (+) temsil eder. Buna dikkat edilir. Analog AVOMetrenin seçici anahtarı direnç kademesinde bulunan X1 veya X10 kademesine getirilir. Diyodun anot bacağı ölçü aletinin siyah probuna (COM), katot bacağı ise ölçü aletinin kırmızı probuna (VΩ mA) bağlanır. Bu durumda AVOMetrenin ibresi saparak bir değer görülecektir. Diyot doğru kutuplama altındadır.



Şekil 7.9: Analog AVOMetre ile kristal diyodun doğru kutuplanması

Diyot bacakları veya AVOMetre probaları ters çevrilip diyodun anot bacağı ölçü aletinin kırmızı probuna (VΩ mA), katot bacağı ise ölçü aletinin siyah probuna (COM) bağlanır. Bu durumda AVOMetrenin ibresi sapmayacaktır. Diyot ters kutuplama altındadır. Bu iki ölçüm sonucuna göre diyot sağlamdır. Diyot tek yönde akım geçirmektedir. Bunun dışındaki her iki ölçümde ibre tam sapıyorsa, diyot değer gösteriyorsa veya değer göstermiyorsa diyot bozuktur.



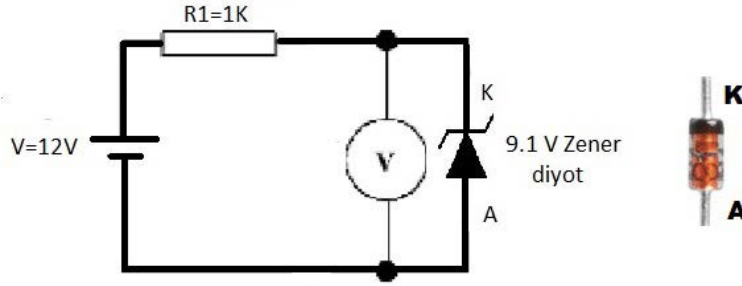
Şekil 7.10: Analog AVOMetre ile kristal diyodun ters kutuplanması



### Zener Diyodun Sağlamlık Testinin Yapılması

Zener diyodun sağlamlık kontrolünde yöntem, kristal diyottaki ölçümlerin yapılmasıyla aynıdır. AVOMETRENİN probaları zener diyodun iki bacağına temas ettirilerek ölçüm yapılır. Daha sonra probalar yer değiştirilerek zener diyodun bacalarına temas ettirilip ölçüm yapılır. Her iki durumda AVOMETREDE büyük değer veya her iki durumda da küçük değer okunursa diyot bozuktur. Bir durumda büyük, diğer durumda küçük değer okunursa zener diyot sağlamdır.

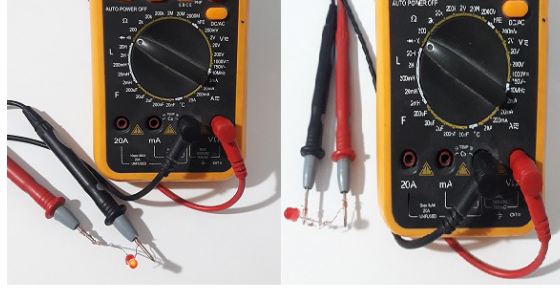
İkinci yöntem ise zener diyodun çalışma geriliminin üzerindeki bir gerilim, seri direnç yardımıyla zener diyoda uygulanır. Zener diyodun katodunun +V gerilimine bağlanacağı unutulmamalıdır. Zener diyot üzerinde yazılı gerilim değeri voltmetreden ölçülebiliyorsa zener diyot sağlamdır. Aşağıda verilen devrede zener diyot üzerinde 9,1 volt gerilim ölçülüyorsa diyot sağlamdır.



Şekil 7.11: Zener diyot sağlamlık kontrol devresi

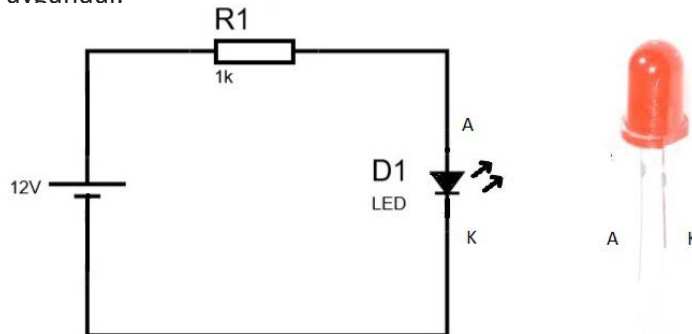
### LED Diyodun Sağlamlık Testinin Yapılması

LED diyodun sağlamlık kontrolünde yöntem yine kristal diyottaki ölçümlerin yapılmasıyla aynıdır. AVOMETRENİN probaları LED diyodun iki bacağına temas ettirilerek LED diyodun ışık verip vermediği gözlemlenir. LED diyot ışık veriyorsa sağlamdır. LED diyot ışık vermiyorsa probalar yer değiştirilerek LED diyodun bacalarına temas ettirilip ışık verip vermediği gözlemlenir. LED diyot ışık veriyorsa sağlamdır. Her iki durumda da LED diyot ışık vermiyorsa bozuktur.



Görsel 7.8: Led diyodun AVOMETRE ile sağlamlık kontrolü

İkinci yöntem ise LED diyodu bir gerilim kaynağına seri direnç yardımıyla bağlamaktır. LED diyot doğru kutuplamada ışık veriyorsa sağlamdır. Gerilim kaynağı 5 volt ise direnci 470  $\Omega$ , gerilim kaynağı 12 volt ise direnci 1 K $\Omega$  bağlamak uygundur.



Şekil 7.12: Led diyodun sağlamlık kontrol devresi



## 7.1.4. Diyotların Devre Bağlantılarının Yapılması

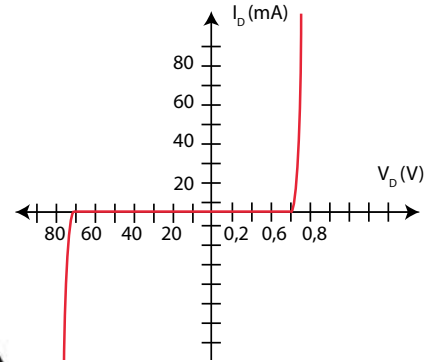
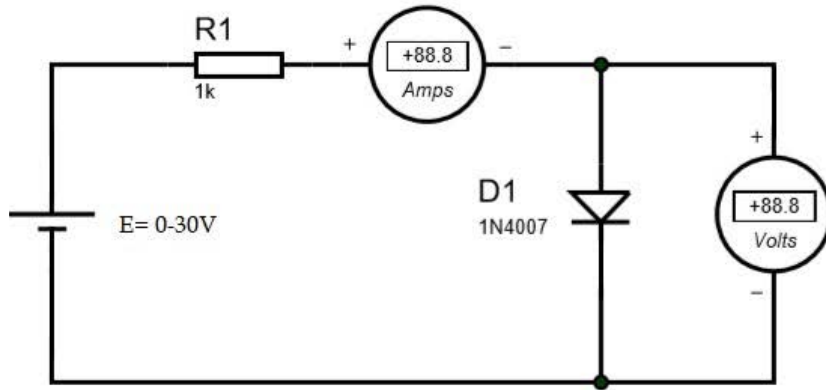
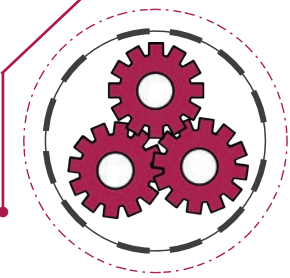
Elektronik devre tasarımlarında dikkat edilecek hususların biri de diyot bağlantılarının devredeki çalışma mantığına göre doğru şekilde yapılmasıdır. Kristal diyot, LED diyot, schottky diyot, tunel diyot gibi elemanlar anoda artı voltaj gelecek şekilde bağlanırken zener diyot, foto diyot, varikap diyot gibi elemanlar anoda eksi voltaj gelecek şekilde bağlanır. Köprü diyotlarda ise AC voltaj giriş gösterilen bacaklarına AC (alternatif) voltaj bağlanmalıdır. Ancak koruma amacıyla kullanılan kristal diyotlar devreye ters bağlanabilir.

Elektronik kartlarda devre elemanlarının bağlantı şekli kart üzerine basılı hâldedir. Kart üzerindeki arızalı diyot değiştirilirken kart üzerinde görülen diyot yönlerine dikkat etmek gereklidir.

### UYGULAMA 7.1: Kristal Diyot Doğru ve Ters Kutuplama Karakteristiğinin Çıkarılması

**AMAÇ:** Kristal diyot sembolünü ve devrelerini çizmek, hesaplamalarını yapmak

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Grafik 7.1: Kristal diyot doğru ve ters polarma karakteristiği

Şekil 7.13: Kristal diyot devresi

### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220/0-30 volt	1 Adet
Diyot	1N4007	1 Adet
Direnç	1 KΩ	1 Adet
DC Ampermetre	Dijital	1 Adet
DC Voltmetre	Dijital	1 Adet
Breadboard		1 Adet



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Uygulama devresi breadboard üzerine kurulur.
3. Atölye öğretmenin gözetiminde güç kaynağı açılır ve güç kaynağı gerilimi sıfır volta getirilir. Daha sonra uygulama devresi güç kaynağına bağlanır.
4. Tablo 7.1'de verilen güç kaynağı değerlerindeki voltajlar, uygulama devresine yansıtılarak voltmetre ve ampermetrede ölçülen değerler Tablo 7.1'e yazılır.

Tablo 7.1: Kristal diyodun doğru kutuplama ölçümleri

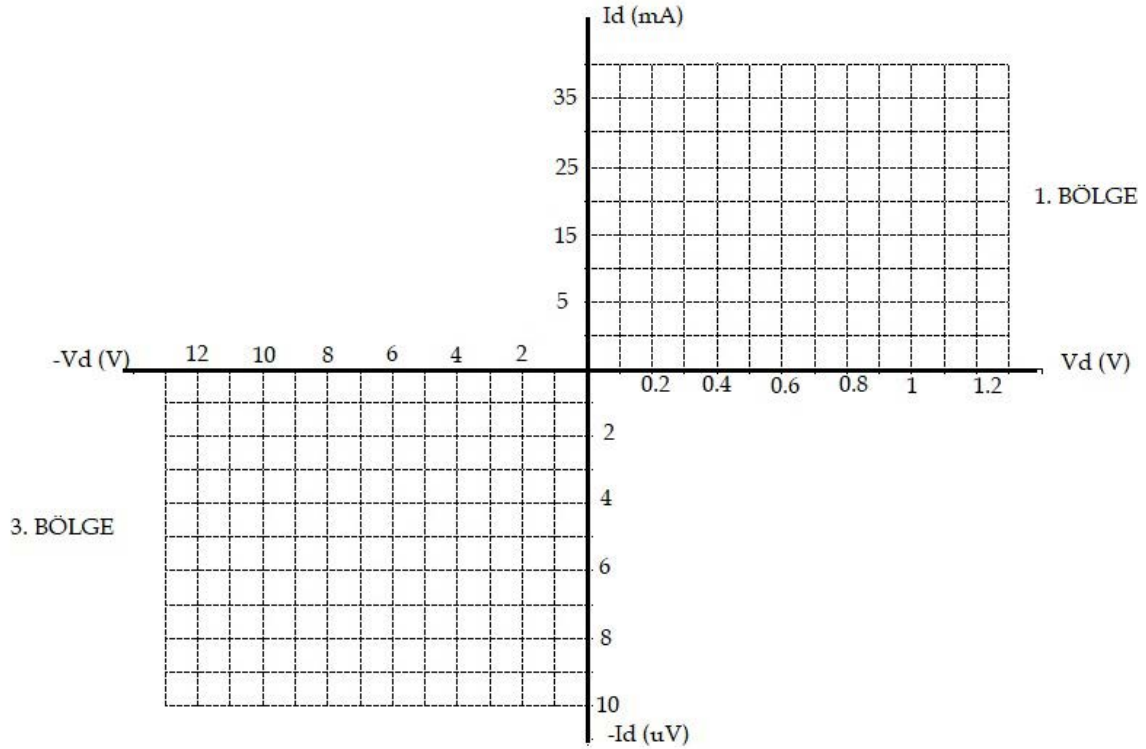
Güç Kaynağı (V)	0,2	0,4	0,6	0,8	1	2	4	6	8	10	12
Voltmetre (V)											
Ampermetre (A)											

5. Güç kaynağı sıfır volta düşürülüp uygulama devresi enerji bağlantıları kesilir. Uygulama devresindeki kristal diyot ters çevrilip güç kaynağı tekrar uygulama devresine bağlanır. Tablo 7.2'de verilen güç kaynağı değerlerindeki voltajlar, uygulama devresine yansıtılarak voltmetre ve ampermetrede ölçülen değerler Tablo 7.2'ye yazılır.

Tablo 7.2: Kristal diyodun ters kutuplama ölçümleri

Güç Kaynağı (V)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Voltmetre (V)											
Ampermetre (A)											

6. Tablo 7.1'deki ölçüm değerleri Grafik 7.2'deki 1. bölgeye yerleştirilir. Tablo 7.2'deki ölçüm değerleri Grafik 7.2'deki 3. bölgeye yerleştirilip kristal diyodun doğru ve ters kutuplama karakteristiği çıkarılır. Ölçümler doğru yapıldı ise Grafik 7.1'e benzer bir şekil elde edilir.



Grafik 7.2: Kristal diyodun doğru ve ters kutuplama karakteristiği



7. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

- 1 N 4007 diyodun doğru kutuplamadaki akımı kaç amperdir?
2. R1 direncinin görevi nedir?

### Alınan Değerler ve Sonuç

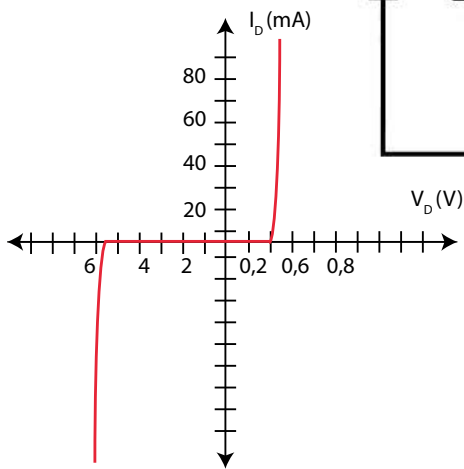
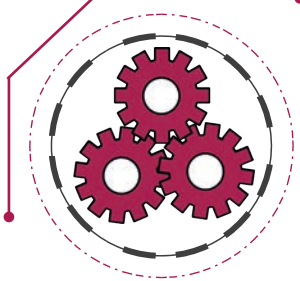
		DEĞERLENDİRME FORMU					TARİH	...../...../20....
Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

### UYGULAMA 7.2:

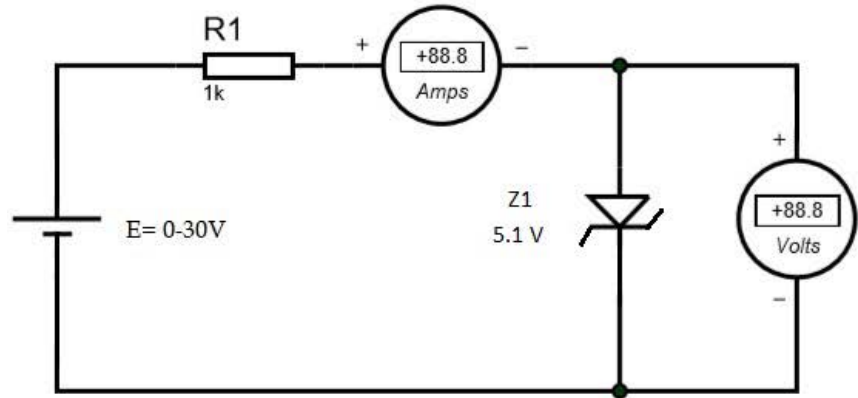
**Zener Diyot Doğru ve Ters Kutuplama Karakteristiğinin Çıkarılması**

**AMAÇ:** Zener diyot sembolü ve devrelerini çizmek, hesaplamalarını yapmak

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Grafik 7.3: Zener diyot doğru ve ters polarma karakteristiği



Şekil 7.14: Zener diyot devresi

**Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık**

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220/0-30 volt	1 Adet
Diyot	5,1 V Zener	1 Adet
Direnç	1 K $\Omega$	1 Adet
DC Ampermetre	Dijital	1 Adet
DC Voltmetre	Dijital	1 Adet
Breadboard		1 Adet

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Uygulama devresi breadboard üzerine kurulur.
3. Atölye öğretmenin gözetiminde güç kaynağı açılır ve güç kaynağı gerilimi sıfır volta getirilir. Daha sonra uygulama devresi güç kaynağına bağlanır.
4. Tablo 7.3'te verilen güç kaynağı değerlerindeki voltajlar, uygulama devresine yansıtılarak voltmetre ve ampermetrede ölçülen değerler Tablo 7.3'e yazılır.

**Tablo 7.3: Zener diyodun doğru ölçümleri**

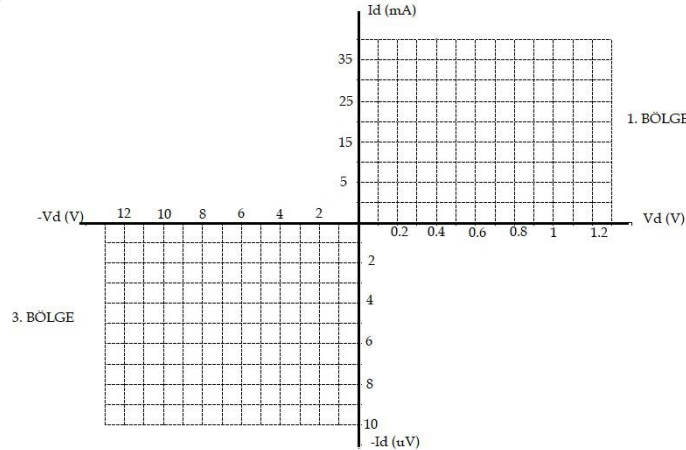
Güç Kaynağı (V)	0,2	0,4	0,6	0,8	1	2	4	6	8	10	12
Voltmetre (V)											
Ampermetre (A)											

5. Güç kaynağını sıfıra düşürülür, uygulama devresi enerji bağlantıları kesilir. Uygulama devresindeki zener diyot ters çevrilip güç kaynağı tekrar uygulama devresine bağlanır. Tablo 7.4'te verilen güç kaynağı değerlerindeki voltajlar, uygulama devresine yansıtılarak voltmetre ve ampermetrede ölçülen değerler Tablo 7.4'e yazılır.

**Tablo 7.4: Zener diyodun ters kutuplama ölçümleri**

Güç Kaynağı (V)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Voltmetre (V)											
Ampermetre (A)											

6. Tablo 7.3'teki ölçüm değerleri Grafik 7.5'teki 1. bölgeye yerleştirilir, Tablo 7.4'teki ölçüm değerleri Grafik 7.5'teki 3. bölgeye yerleştirilir. Zener diyodun doğru ve ters kutuplama karakteristiği çıkartılır. Ölçümler doğru yapılmış ise Grafik 7.4'e benzer bir şekil elde edilir.

**Grafik 7.4: Zener diyodun doğru ve ters kutuplama karakteristiği**



7. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

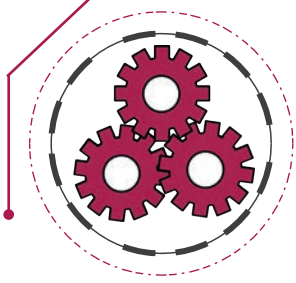
### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Zener diyodun doğru ve ters kutuplamadaki akımı kaç amperdir?
2. R1 direncinin görevi nedir?
3. Uygulama devresine 9,1 voltluk zener bağlansaydı ters kutuplamada zener üzerinde kaç volt ölçülürdü?

### Alınan Değerler ve Sonuç

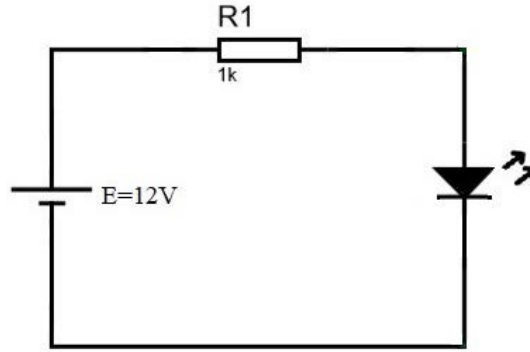
Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

### UYGULAMA 7.3: LED Diyot Uygulaması



**AMAÇ:** LED diyot sembolünü ve çalışmasını öğretmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Şekil 7.15: Led diyot devresi

### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220/0-30 volt	1 Adet
Diyot	Kırmızı, beyaz, mavi renkte LED diyot	3 Adet
Direnç	1 KΩ	1 Adet
DC Voltmetre	Dijital	1 Adet
Breadboard		1 Adet





### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Uygulama devresi breadboard üzerine kurulur.
3. Atölye öğretmenin gözetiminde güç kaynağı açılır ve güç kaynağı gerilimi sıfır volta getirilir. Daha sonra uygulama devresi güç kaynağına bağlanır.
4. LED diyodun ışık verdiği görülür ve LED diyot üzerindeki gerilim ölçülerek Tablo 7.5'e yazılır.
5. Sırasıyla diğer LED diyotlar üzerindeki gerilimler ölçülerek Tablo 7.5'e yazılır.
6. Güç kaynağının enerjisi kesilir. Kullanılmayan cihazların enerjisi kesilirse elektrik tasarrufu yapıldığı unutulmamalıdır.
7. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir.

Tablo 7.5: LED Diyot A-K Arası Gerilim Ölçümü

	$V_{A-K}$ (V)
Kırmızı LED	
Beyaz LED	
Mavi LED	

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. LED diyotların anot ve katot arasındaki gerilimleri neden farklıdır?
2. R1 direncinin önemi nedir?

### Alınan Değerler ve Sonuç

		DEĞERLENDİRME FORMU					TARİH	...../...../20....
Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



## 7.2. TEST EDİLEN TRANSİSTÖRLERİ DEVREYE BAĞLAMA

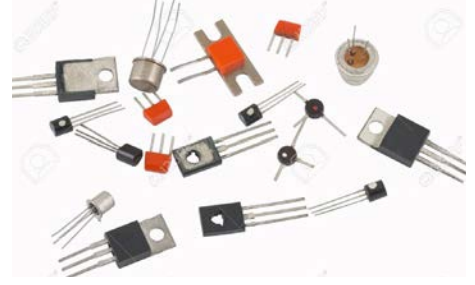


**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak test edilen transistörleri devreye bağlamak

**GİRİŞ:** Yarı iletken maddelerin farklı şekilde birleşimleri ile transistör adı verilen elektronik devre elemanı elde edilir. Transistörler ile bir devreden geçen akım ve gerilim kontrol altına alınabilir. Bunun dışında transistörler yarı iletken anahtarlar olarak da kullanılır.

### 7.2.1. Transistörlerin Yapısı

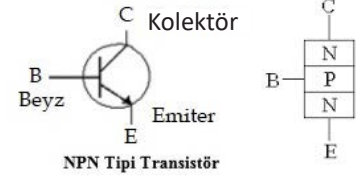
Transistörler N ve P tipi yarı iletken maddelerin birleştirilmesiyle elde edilir. Transistörler, BJT (iki kutuplu) transistör ve FET (alan etkili) transistör olmak üzere iki çeşittir. Transistörler, girişine uygulanan sinyalleri yükselterek akım ve gerilim kazancı sağlar. Transistörler anahtarlama elemanları olarak da kullanılır. Transistörlerin kolektör (C), beyz (B) ve emiter (E) olmak üzere üç bacağı vardır.



Görsel 7.11: Çeşitli transistör görünüşleri

### 7.2.2. BJT Transistör Çeşitleri, Sembolleri ve Çalışmaları

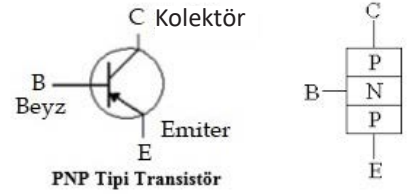
NPN tipi transistörler iki adet N tipi yarı iletken arasına ince bir katman hâlinde P tipi yarı iletken madde eklenmesi ile elde edilmiştir. P tipi yarı iletken madde beyz, N tipi yarı iletken maddeler kolektör ve emiter uçlarını oluşturmaktadır.



NPN Tipi Transistör

PNP tipi transistörler iki adet P tipi yarı iletken arasına ince bir katman hâlinde N tipi yarı iletken madde eklenmesiyle elde edilmiştir. N tipi yarı iletken madde beyz, P tipi yarı iletken maddeler kolektör ve emiter uçlarını oluşturmaktadır.

Şekil 7.16: NPN transistör sembolü ve yarı iletken eş değeri



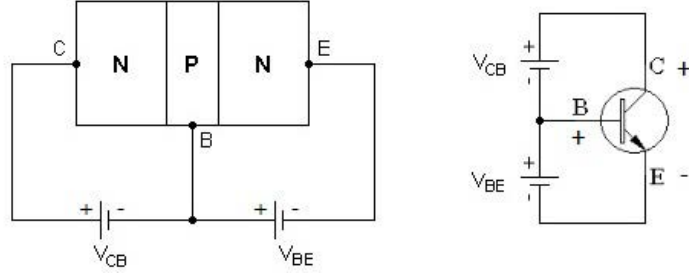
PNP Tipi Transistör

Şekil 7.17: PNP Transistör sembolü ve yarı iletken eş değeri

Transistörler akım tabanlı çalıştıkları için beyze uygulanan akım ile kolektörden geçen akım kontrol edilmiş olur. Transistörlerin beyz bacağı doğru yönde kutuplanırsa kolektör ile emiter arası bir akım geçişi sağlanır. Bir transistörün iletme geçebilmesi için beyz emiter arası (B-E) doğru, beyz kolektör (B-C) arası ters kutuplanmalıdır.

NPN tipi transistörlerde doğru kutuplamayı sağlamak için  $V_{BE}$  arasına bağlı gerilim kaynağının pozitif kutbu P tipi maddeden oluşan beyze (B), kaynağın negatif kutbu N tipi maddeden oluşan emitere (E) bağlanmalıdır.  $V_{CB}$  arasına bağlı gerilim kaynağının pozitif kutbu N tipi maddeden oluşan kolektöre (C), kaynağın negatif kutbu N tipi maddeden oluşan beyze (B) bağlanmalıdır. Bu şekilde gerilim kaynağı bağlantılarının yapılmasıyla NPN transistörün iletme geçmesi sağlanacaktır. Kolektör (C) +, beyz (B) +, emiter (E) – ye bağlı olduğu sürece transistör iletimde kalacaktır.

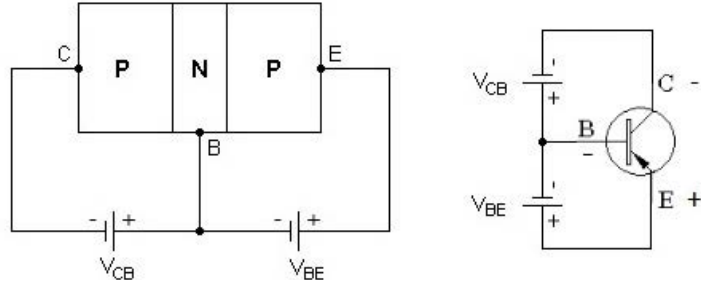
NPN transistörün beyz bacağına negatif, emiter bacağına pozitif gerilim uygulanırsa transistöre ters kutuplama yapılır. Transistör kesime gider ve akım geçişi durur.



Şekil 7.18: NPN transistörün doğru kutuplanması

PNP tipi transistörlerde doğru kutuplamayı sağlamak için  $V_{BE}$  arasına bağlı gerilim kaynağının negatif kutbu N tipi maddeden oluşan beyze (B), kaynağın pozitif kutbu P tipi maddeden oluşan emitere (E) bağlanmalıdır.  $V_{CB}$  arasına bağlı gerilim kaynağının negatif kutbu P tipi maddeden oluşan kolektöre (C), kaynağın pozitif kutbu P tipi maddeden oluşan beyze (B) bağlanmalıdır. Bu şekilde gerilim kaynağı bağlantılarının yapılmasıyla PNP transistörün iletme geçmesi sağlanacaktır. Kolektör (C) -, beyz (B) -, emiter (E) + ya bağlı olduğu sürece transistör iletimde kalacaktır.

PNP transistörün beyz bacağına pozitif (+), emiter bacağına negatif gerilim uygulanırsa transistöre ters kutuplama yapılır. Transistör kesime gider ve akım geçişi durur.

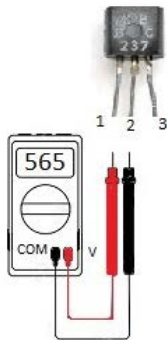


Şekil 7.19: PNP transistörün doğru kutuplanması

### 7.2.3. BJT Transistorlerin Sağlamlık ve Bağlantı Terminal Tespit İşlemlerinin Yapılması

Transistörün sağlamlık ve bağlantı terminal tespit işlemleri dijital AVOMETRE veya analog AVOMETRE kullanılarak yapılabilir. Transistör ölçümleri anlaşılabilir veya zor gibi görülse de pratik yapılarak zamanla ölçümlerin ne kadar kolay olduğu anlaşılır.

Dijital AVOMETRE ile transistörün sağlamlık ve bağlantı terminal tespitini Şekil 7.20'deki tablo üzerinden inceleyiniz.



KIRMIZI PROB 1	SİYAH PROB 2	Değer göstermez.
KIRMIZI PROB 1	SİYAH PROB 3	Değer göstermez.
KIRMIZI PROB 2	SİYAH PROB 3	511
KIRMIZI PROB 2	SİYAH PROB 1	509
KIRMIZI PROB 3	SİYAH PROB 1	Değer göstermez.
KIRMIZI PROB 3	SİYAH PROB 2	Değer göstermez.

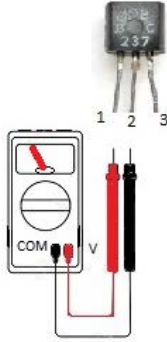
Şekil 7.20: Dijital AVOMETRE ile transistörün sağlamlık ve bağlantı terminal tespiti



Dijital AVOMetre diyot kademesine alınır. Kırmızı probun artıyı, siyah probun eksiği belirttiği unutulmamalıdır. Kırmızı prob transistörün bir numaralı bacağına, siyah prob transistörün iki numaralı bacağına temas ettirilerek ölçüm yapılır. Dijital AVOMetre ekranında sayısal bir değer olup olmadığına bakılır. Dijital AVOMetre değer gösteriyorsa kaydedilir, göstermiyorsa diğer ölçümlere geçilir.

Toplamda en fazla altı ölçüm sonucunda yukarıdaki tabloya benzer bir tablo elde edilir. Kırmızı prob ikide iken siyah prob üç ve siyah prob birde ölçme değerleri vardır. Kırmızı prob ortak olduğu için transistörün iki numaralı ucu beyzdir. Prob kırmızı, beyz pozitifte iletme geçtiği için transistörün tipi NPN'dir. Transistör sağlamdır. Tabloya dikkat edilirse ölçülen değerler birbirinden farklıdır. Sayısal olarak küçük olan değer kolektör, sayısal olarak büyük olan değer emiterdir. Sonuç olarak şekilde verilen transistör NPN tipi bir numaralı bacak kolektör (C), iki numaralı bacak beyz (B) ve üç numaralı bacak emiterdir (E).

Analog AVOMetre ile transistörün sağlamlık ve bağlantı terminal tespitini Şekil 7.21'deki tablo üzerinden inceleyiniz.



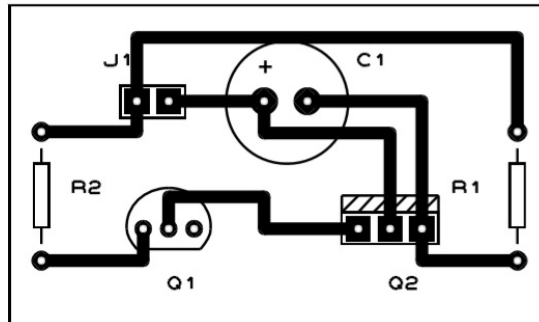
KIRMIZI PROB 1	SİYAH PROB 2	Sapma var.
KIRMIZI PROB 1	SİYAH PROB 3	Değer göstermez.
KIRMIZI PROB 2	SİYAH PROB 3	Değer göstermez.
KIRMIZI PROB 2	SİYAH PROB 1	Değer göstermez.
KIRMIZI PROB 3	SİYAH PROB 1	Değer göstermez.
KIRMIZI PROB 3	SİYAH PROB 2	Sapma var.

Şekil 7.21: Analog AVOMetre ile transistörün sağlamlık ve bağlantı terminal tespiti

Analog AVOMetre X10 direnç kademesine alınır. Siyah probun artıyı, kırmızı probun eksiği belirttiği unutulmamalıdır. Kırmızı prob transistörün bir numaralı bacağına, siyah prob transistörün iki numaralı bacağına temas ettirilerek ölçüm yapılır. Analog AVOMetre ibresinde sapma olup olmadığına bakılır. Analog AVOMetre ibresinde sapma oluyorsa kaydedilir, sapma olmuyorsa diğer ölçümlere geçilir. Toplamda en fazla altı ölçüm sonucunda yukarıdaki tabloya benzer bir tablo elde edilir. Siyah prob ikide iken kırmızı prob üç ve kırmızı prob birde ibrede sapma vardır. Siyah prob ortak olduğu için transistörün iki numaralı bacağı beyzdir. Prob siyah, beyz pozitifte iletme geçtiği için transistörün tipi NPN'dir. Transistör sağlamdır.

## 7.2.4. BJT Transistörlerin Devre Bağlantılarının Yapılması

Transistörler, devrelerde anahtarlama özelliği veya yükseltme özelliğinden faydalanılarak kullanılmaktadır. Elektronik kart üzerindeki transistörlerde kılıf yapısı belirtilecek şekilde resimleri basılıdır. Kart üzerindeki arızalı transistör değiştirilirken bu kılıf yapısının resmi dikkate alınmalıdır. Transistörler devrede "Q" harfi ile gösterilir. Transistörler (AC, BC, BD, BF, BU, 2S, 2N vb.) gibi harf veya rakamlarla başlar.



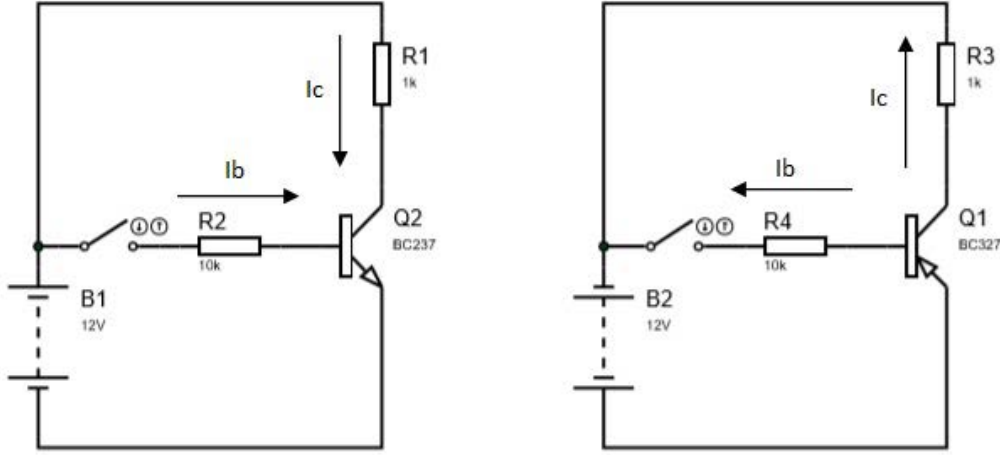
Şekil 7.22: Transistörün PCB üzerinde gösterilmesi



### BJT Transistörlerin Anahtar Olarak Kullanılması

Transistörlerin devrede çalışma şekline göre anahtarlama elemanı olarak kullanılması oldukça yaygın bir uygulamadır. Transistörün anahtarlama elemanı olarak kullanılmasında iki çalışma noktası (**kesim noktası ve doyum noktası**) vardır. Transistörün beyz ile emiter arasındaki gerilimi 0,2 volt ve 0,6 volt seviyesine ulaşır ve beyz ile emiter arası akım geçişi sağlandığı zaman kolektörden emitere doğru yüksek bir akım geçişi başlayarak transistör doyum noktasına ulaşır. Böylece transistör doyumda çalışır. Kolektör ile emiter arası gerilim yaklaşık sıfır volt seviyesine ve kolektör akımı da maksimum seviyeye ulaşır.

Transistörün beyz ile emiter arasındaki gerilim sıfır volt seviyesine düşürülürse beyz ile emiter arası akım geçişi olmaz. Böylece kolektör ile emiter arası akım geçişi olmaz, transistör iletme geçemez. Transistör kesimde çalışır. Kolektör ile emiter arası gerilim maksimum seviyeye ulaşır ve kolektör akımı da sıfır olur.

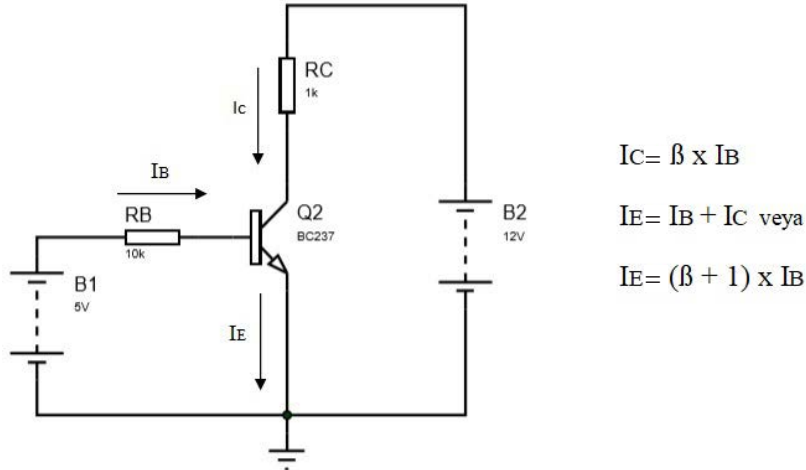


Şekil 7.23: NPN ve PNP transistörün anahtar olarak çalıştırılması

### BJT Transistörlerin Yükselteç Olarak Kullanılması

Transistörlerin diğer bir özelliği de sinyal yükseltme işidir. Transistörlerin akım kontrollü akım kaynağı olarak çalışması sonucu akım ve gerilim yükseltme işlemi gerçekleşir. Transistörlerin beyzini şase, emiteri şase, kolektörü şase olmak üzere üç çeşit yükselteç devreleri vardır. Ayrıca transistörlerin akım kazançları  $\alpha$  (alfa) ve  $\beta$  (beta) ile ifade edilir. Yükseltme kazancı beyzini şase yükselteçlerde  $\alpha$  (alfa), emiteri şase yükselteçlerde  $\beta$  (beta) dir.  $\beta$  (beta) kazanç parametresi transistör katalogunda belirtilir.

Emiteri şase yükselteçlerde kolektör akımı  $I_c$ ;  $\beta$  ile beyz akımı  $I_b$ 'nin çarpımına eşittir. Emiter akımı  $I_e$   $\beta+1$ 'in  $I_b$  ile çarpımına eşittir.



Şekil 7.24: Emiteri şase yükselteçte akım hesaplanması



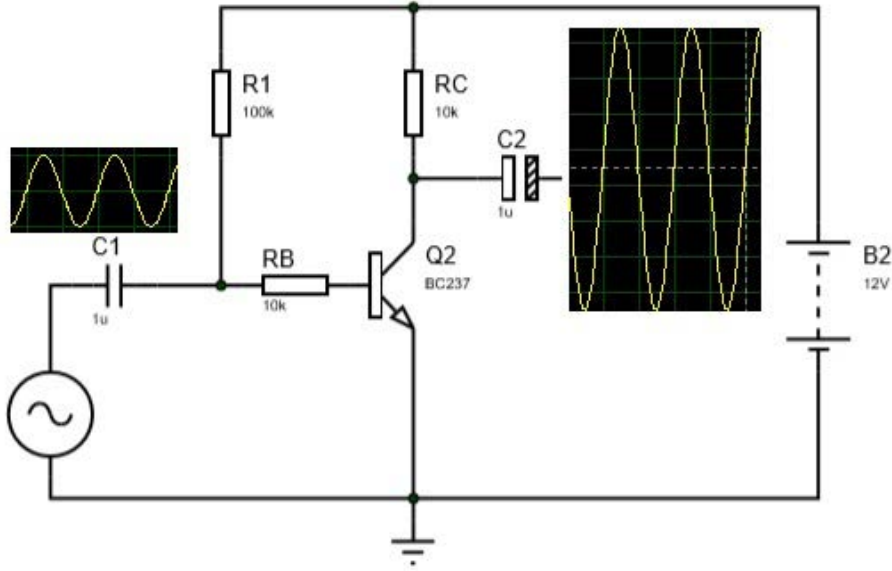
**Örnek:** Bir transistör, emiteri şase yükselteç olarak kullanıldığında kolektörden ( $I_C$ ) 40 mA akım geçmektedir. Transistörün  $\beta$  kazancı 80 olduğuna göre beyz akımını ( $I_B$ ) bulunuz.

$$I_C = \beta * I_B$$

$$40 = 80 * I_B$$

$$I_B = 0,5 \text{ mA veya } 500 \mu\text{A}$$

Transistör aynı zamanda beyz ucundan uygulanan düşük AC sinyalleri yükseltmek için de kullanılır. Emiteri ortak yükseltecin AC sinyalleri yükseltme devresi Şekil 7.25'te görülmektedir.



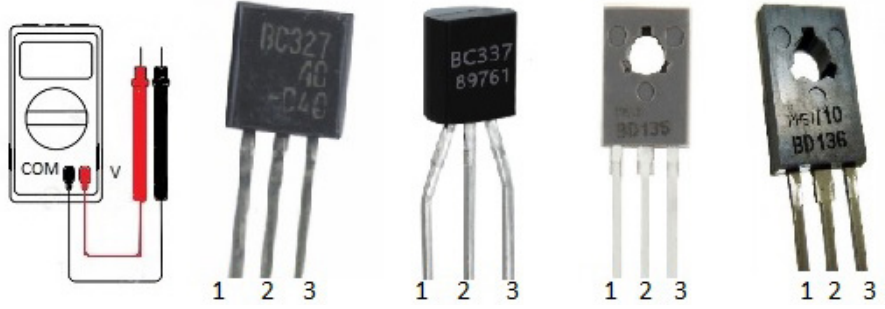
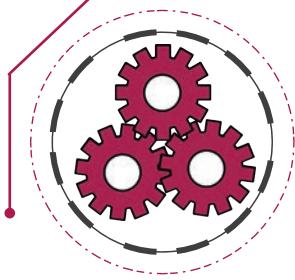
Şekil 7.25: Emiteri ortak yükselteç ile AC sinyal yükseltilmesi

#### UYGULAMA 7.4:

**Transistör Tipinin ve Ayaklarının Bulunması**

**AMAÇ:** BJT Transistörlerin tipini ve ayaklarını bulmak

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Şekil 7.26: Transistör bacak numaraları

**Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık**

Adı	Özelliği	Miktarı
Transistör	BC327, BC337, BD135, BD136	4 Adet
Avometre	Analog veya dijital	



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Tablo 7.6 doldurularak transistörlerin tipi ve bacak isimleri bulunur.
3. Atölyede ölçü aleti sayısı sınırlı olabileceği için ölçüm yaparken zamanı tasarruflu kullanarak diğer arkadaşlarınızın da ölçü aletlerini eşit sürede kullanabilmesine yardımcı olunuz.
4. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

Tablo 7.6: Transistör Ölçüm Sonuçları

		ÖLÇÜM SONUÇLARI			
		BC327	BC337	BD135	BD136
KIRMIZI PROB 1	SİYAH PROB 2				
KIRMIZI PROB 1	SİYAH PROB 3				
KIRMIZI PROB 2	SİYAH PROB 3				
KIRMIZI PROB 2	SİYAH PROB 1				
KIRMIZI PROB 3	SİYAH PROB 1				
KIRMIZI PROB 3	SİYAH PROB 2				
TRANSİSTÖR TİPİ					
AYAKLARIN İSİMLERİ		1	1	1	1
		2	2	2	2
		3	3	3	3

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

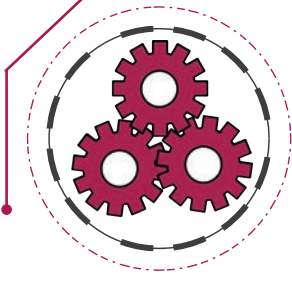
1. Transistörlerin kılıfları farklı olsa da ölçüm yöntemleri farklı mıdır?
2. Beyz bacağı her transistörde 2 No.lu bacak mıdır?

### Alınan Değerler ve Sonuç

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



### UYGULAMA 7.5:



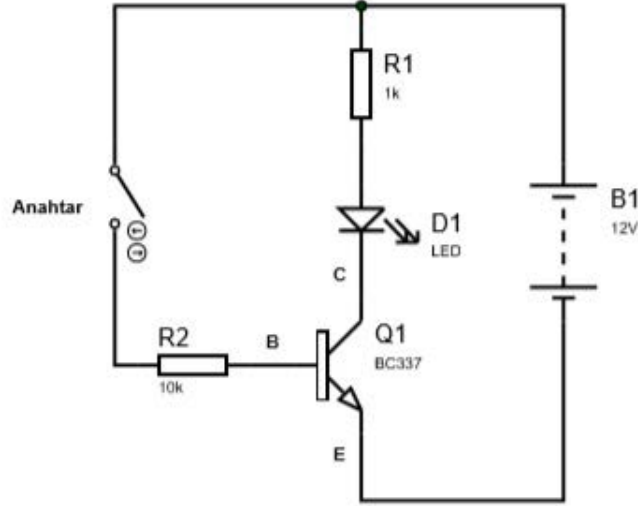
### BJT Transistörün Anahtarlama Elemanı Olarak Kullanılması

**AMAÇ:** BJT transistörleri kesim ve doyumda çalıştırarak anahtarlama özelliğini öğrenmek

### Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler

Tablo 7.7: Transistörün Kesim ve Doyumda Çalışması

	BC337		
	$V_{CE}$ (V)	$V_{BE}$ (V)	LED diyodun durumu
Anahtar kapalı			
Anahtar açık			



Şekil 7.27: Transistörün anahtar olarak kullanılması

### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220/12 volt	1 Adet
Transistör	BC 337	1 Adet
Direnç	1 KΩ, 10 KΩ	2 Adet
Anahtar	On / Off	1 Adet
Breadboard		1 Adet

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Uygulama devresi breadboard üzerine kurulur.
3. Atölye öğretmenin gözetiminde güç kaynağı açılır ve güç kaynağı gerilimi 12 volta getirilir. Daha sonra uygulama devresi güç kaynağına bağlanır.
4. Anahtar kapalı duruma getirilerek istenilen ölçümler yapılır ve Tablo 7.7'ye yazılır.
5. Anahtar açık duruma getirilerek istenilen ölçümler yapılır ve Tablo 7.7'ye yazılır.
6. Güç kaynağının enerjisi kesilir. Kullanılmayan cihazların enerjisi kesilerek tasarruf sağlanır.
7. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir.





### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Anahtar kapalı iken transistör kesimde mi yoksa doyumda mı çalışmaktadır?
2. Anahtar açık iken LED diyot ışık veriyor mu? LED diyot ışık vermiyorsa sebebi nedir?

### Alınan Değerler ve Sonuç

DEĞERLENDİRME FORMU							TARİH	...../...../20....
Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

## 7.3. ÇEŞİTLİ ENTEGRE DEVRELERİ ÇALIŞTIRMA



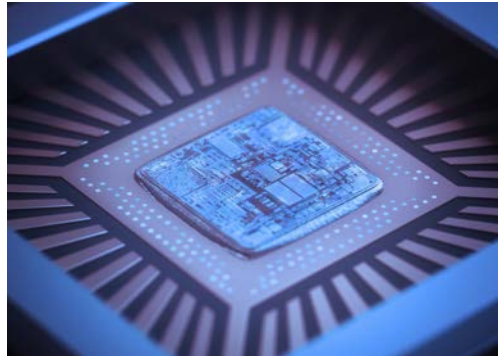
**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak çeşitli entegre devrelerini çalıştırmak

**GİRİŞ:** Genel amaçlı veya özel amaçlı kullanılan elektronik devreler bir kılıf içinde bir araya getirilerek entegre devreler oluşturulmaktadır. Böylece zamandan ve yerden tasarruf edilirken devrelerin kararlı çalışmaları da sağlanır.

### 7.3.1. Entegre Devrelerin Yapısı, Çeşitleri, Sembolleri ve Çalışması

Entegre devrelerinin sözlük anlamı; birbiriyle bağlanma yoluyla tüm durumuna gelen, tümleşik, tümleşke veya değişik birimlerden oluşan (sanayi kuruluşları) şeklindedir.

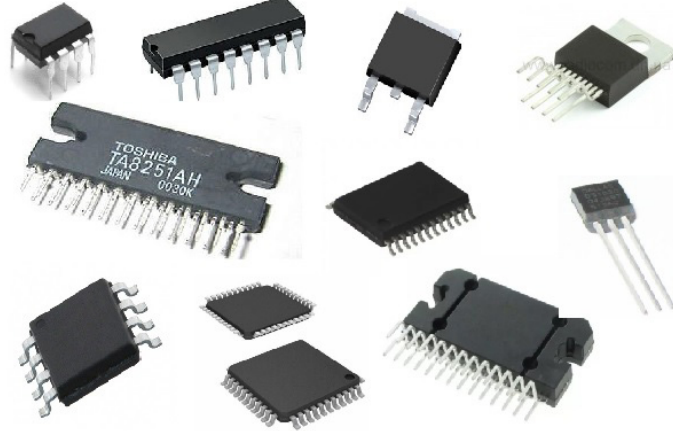
Elektronik literatürde entegre devre; silikon kristali üzerine diyot, transistör vb. aktif devre elemanları ile direnç, kondansatör, bobin gibi pasif devre elemanlarının istenilen bir elektronik çalışma için birleştirilip bir kılıf içinde hazırlanarak kullanıcıya sunulmasıdır. Elektronik entegre devreler IC (**entegre devre**), **chip** (çip) veya **microchip** (mikro çip) olarak da isimlendirilir.



Görsel 7.12: Entegre devre içindeki devrenin görünümü



Elektronik devreler, tek bir kılıf içine yerleştirilerek kullanıcılar için hazır çalışan bir devre olarak sunulur. Böylece bakır plaket üzerinde yerden tasarruf, maliyetlerin düşürülmesi, zamandan kazanç ve stabil çalışan devreler tasarlanmasına imkân sağlar. Bazı entegre devreler tek başına kullanıldığı gibi bazı entegre devrelere ekstradan diyot, transistör, direnç, kondansatör gibi devre elemanları eklenerek de kullanılabilir. Elektronik entegre devrelerin üç pinden (bacak) başlayıp yüzlerce pin (bacak) olan çeşitleri vardır.



Görsel 7.13: Çeşitli entegre devre görünümleri

### 7.3.2. Entegre Devre Çeşitleri Sembolleri ve Çalışmaları

Günümüz elektronik sektöründe kullanılan milyonlarca tipte entegre devre vardır. Bu entegre devreler, kılıf yapısından içinde kullanılan elektronik devre elemanı sayısına kadar veya kullanıldığı teknolojiye göre çalışma şekline kadar birçok kısımda çeşitlendirilir. Entegrelerin doğal ortamdaki veya teknolojiyle üretilen analog sinyalleri alıp işlemek, gerektiğinde dijital verilere dönüştürüp saklamak ve dijital veriler arasında işlemler yapıp analog sinyallere dönüştürmek, dijital verileri saklamak gibi görevleri vardır. Entegre devreler çalışma biçimleri esasına göre analog entegre devreler ve dijital entegre devreler olmak üzere iki kısma ayrılır.

#### Analog Entegre Devre Çeşitleri

**Analog sinyaller;** kesintisiz ve sürekli olarak zamanda ilerleyen, zamanla yönü ve şiddeti değişen sinyallerdir. Çevremizde gördüğümüz doğadaki renkler, sesler, hissettiğimiz kokular kısacası tabiat olaylarında üretilen sinyaller hep analog sinyallerdir.



Görsel 7.14: Ses dalgası görünümü

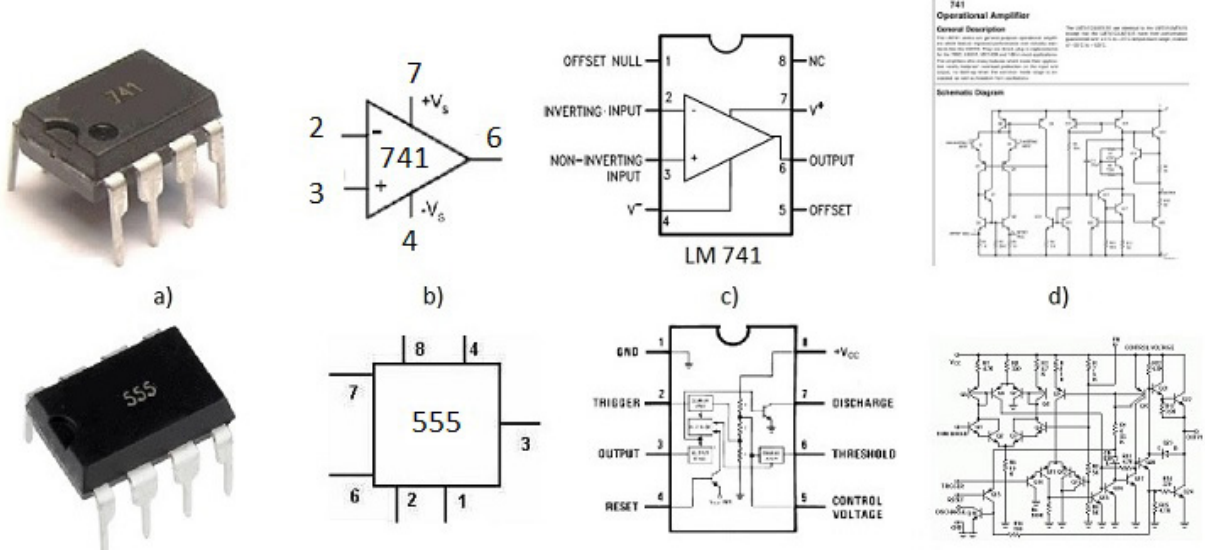
Analog entegre devreler, yapısındaki veya devreye eklenen elektronik devre elemanları vasıtasıyla bir sistem içinde yaşanan zamandaki veya uzaydaki değişimin fiziksel veya kimyasal yapısını bozmadan algıladığı ve sensörlerden gelen analog elektrik sinyallerini işler. Analog entegre devreler sayesinde elde edilen analog sinyaller ses, görüntü, haberleşme, tıp vb. gibi alanlarda faydalı bir şekilde kullanılır.

Opamplar (işlemsel yükselteçler), motor sürücüler, voltaj referans entegreleri, lineer regülatörler, anahartlamalı regülatörler, ses yükselteç entegreleri gibi entegre devreler, analog entegre devre çeşitleri arasındadır.



Uygulamada en çok kullanılan analog entegre devre çeşitlerinden bazıları şunlardır: LM741, MC1458, LM358, OP77, NE555, TDA2003, TDA2030, 7805, 7812, 7905, 7912, LM317, LM337 vb.

Analog entegre devrelerden opamplar, ses yükselteç entegreleri devrelerde üçgen sembolüyle gösterilirken diğerleri devrede kare ya da dikdörtgen şeklinde gösterilir.

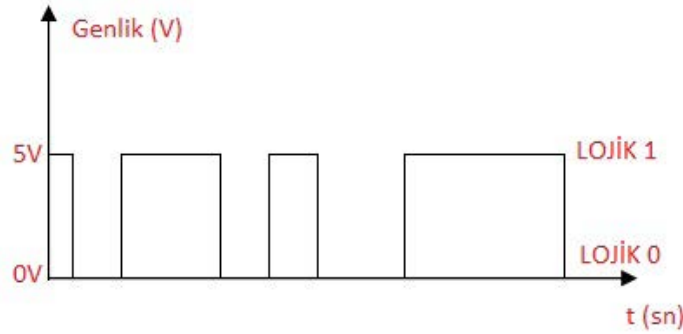


Görsel 7.15: 741 ve 555 Entegre devresinin a) Görünüşü b) Sembölü c) Pin bağlantısı d) İçyapısı

### Dijital Entegre Devre Çeşitleri

**Dijital sinyal;** belirli bir zaman diliminde oluşturulan, oluşturulduğu zamanın değerler dizisini sıfır ve birlerden oluşan sabit bir sayı içinde saklayan ve sürekli olmayan sinyallerdir.

Dijital sinyallerde lojik 0, 0 voltu temsil ederken lojik 1, 5 voltu temsil eder. Dijital sinyaller üzerinde çok fazla gürültü taşımadığı ve ara değerler barındırmadığı için işlem yapması kolaydır. Dijital sinyaller analog sinyallerin örneklenmesinden elde edildiği gibi elektronik devrelerden de elde edilebilir.



Şekil 7.28: Dijital sinyal görünümü

Analog dijital çeviriciler (ADC), dijital analog çeviriciler (DAC), dijital sinyal işlemcileri (DSP), lojik kapılar, sayıcılar, mikroişlemciler, mikrodenetleyiciler vb. gibi entegreler dijital entegre devre çeşitleri arasındadır. Dijital entegreler, TTL ve CMOS olarak iki tipe imal edilir.

**TTL (Transistör-Transistör Mantık) Entegreler:** Yapılarında BJT transistörler bulunduran ve eşik seviyeleri düşük olduğu için 5 voltta çalışan entegre devreler şeklinde üretilir. 3 volt ve üstünü lojik 1 olarak kabul eder. 74 xx serisi entegre devreler TTL grubuna girmektedir. Bunlar, orta ve yüksek hızlarda çalışmaktadır. 74'ten sonra gelen harfler yapısını, rakamlar entegre devre içindeki lojik kapının türünü belirler.



**74XXX** ailesi (Standard TTL): Yavaş ve güç kayıpları çok fazla olan seridir.

**74LXXX** ailesi (Low Power TTL): Düşük güç kaybına sahiptir.

**74SXXX** ailesi (Schottky TTL): Hızlı ve güç kayıpları fazladır.

**74LSXXX** ailesi (Low Power Schottky TTL): Hızlı ve güç kayıpları düşüktür.

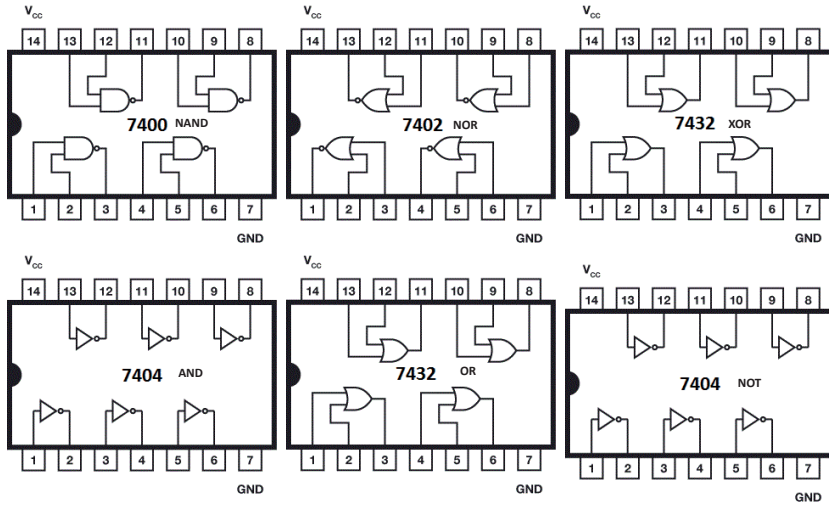
**74ALSXXX** ailesi (Advanced LS TTL): Hız ve güç kayıp oranı azdır.

**74FXXX** ailesi (FAST TTL): Güç kayıpları ve hız açısından en iyi TTL entegresidir.

**74HXX** ailesi: Yüksek hızlı ve güç tüketimi az TTL entegresidir.

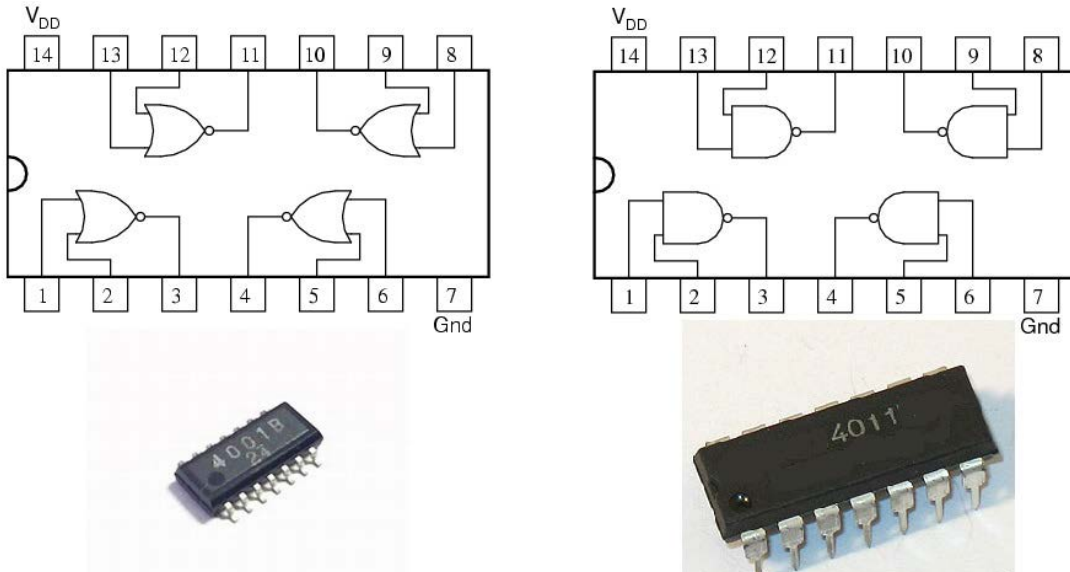
**74ASXX** ailesi: Hız ve güç tüketimi bakımından oldukça üstündür.

Uygulamada en çok kullanılan 74xx serisi entegreler: 7400, 7402, 7404, 7406, 7408, 7432, 7493 vb.dir.



Şekil 7.29: Çeşitli 74xx serisi entegre devre görünümü

**CMOS (Tamamlayıcı Metal-Oksit Silikon) Entegre Devreler:** Yapılarında (FET) transistörler bulunduran ve 15 volta kadar çalışabilen, düşük güç kaybı olan entegre devreler şeklinde üretilir. 5 volt ve üstünü lojik 1 olarak kabul etse de en stabil çalıştığı voltaj 12 voltur. 40xx serisi ve 74HCTxx serisi entegre devreler (CMOS) grubuna girmektedir ve orta yüksek hızlarda çalışmaktadır. 40'tan sonra gelen rakamlar entegre devre içindeki lojik kapının türünü belirler. Uygulamada en çok kullanılan 40xx serisi entegreler: 4011, 4013, 4017, 4066, 4069, 4071, 4081, 4093 vb.dir.



Şekil 7.30: Çeşitli 40xx serisi entegre devre görünümü



### 7.3.3. Entegre Devrelerin Sağlamlık ve Bağlantı Terminal Tespit İşlemlerinin Yapılması

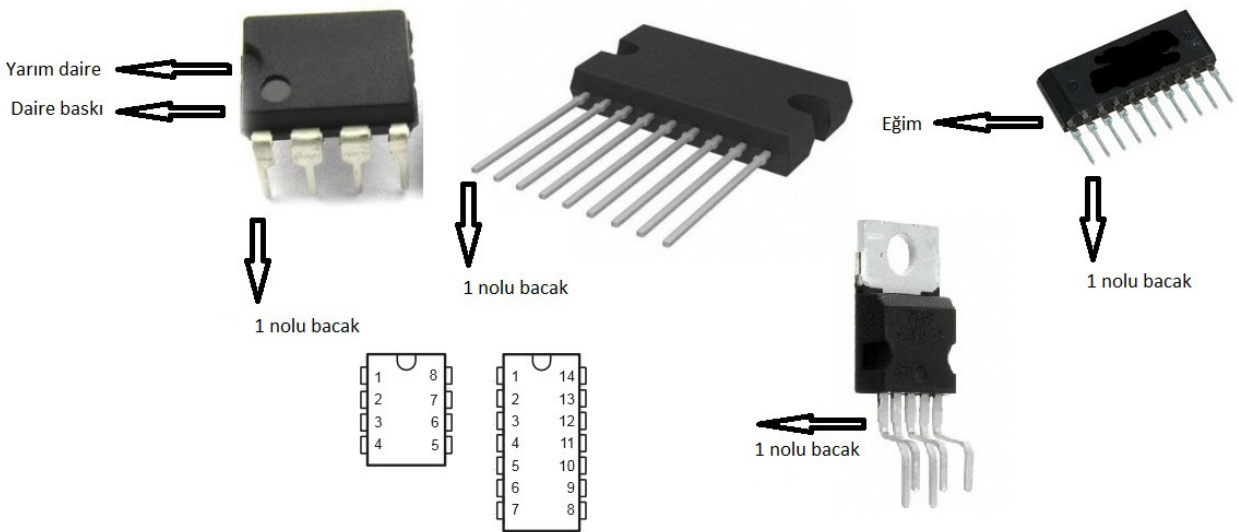
Entegre devreler, içinde elektronik devreler bulundurduğundan dolayı diğer yarı iletken elemanlar gibi AVOMETRE yardımı ile entegre devrelerde sağlamlık kontrolü yapılamaz. Entegre devreler, entegre devre test cihazlarına takılarak test edilebilir.



Görsel 7.16: Çeşitli entegre devre test cihazları

Elde test cihazı yoksa entegrenin lehimli olduğu kart üzerinde entegre devrenin çalışma mantığı biliniyorsa AVOMETRE ile devrenin gerilimleri ölçülerek veya elektriksel sinyallerin şeklini gösteren osilaskop yardımı ile giriş çıkış sinyallerine bakılarak entegre devrenin sağlam olup olmadığı test edilebilir.

Entegre devrelerin bağlantıları yapılırken yönüne ve bacak numaralarına dikkat etmek gerekir. Entegre devreler çok çeşitli kılıflara sahip olduğu için entegre devre üzerindeki yarım daire şeklindeki boşluğun solundaki bacak 1 olacak şekilde numaralandırılır. Entegre devrenin sol üst köşesinde bulunan daire şeklindeki baskının solundaki bacak 1 olacak şekilde numaralandırılır. Bunun dışında bazı normal veya SMD (yüzey montajlı) entegre devrelerin kılıflarının bir tarafı eğilidir. Eğimli taraftaki bacak 1 olacak şekilde numaralandırılır. Kasalara montajlı entegre devrelerde ise sol baştaki bacak 1 olacak şekilde numaralandırılır.



Görsel 7.17: Çeşitli entegre devrelerin 1 numaralı bacağı

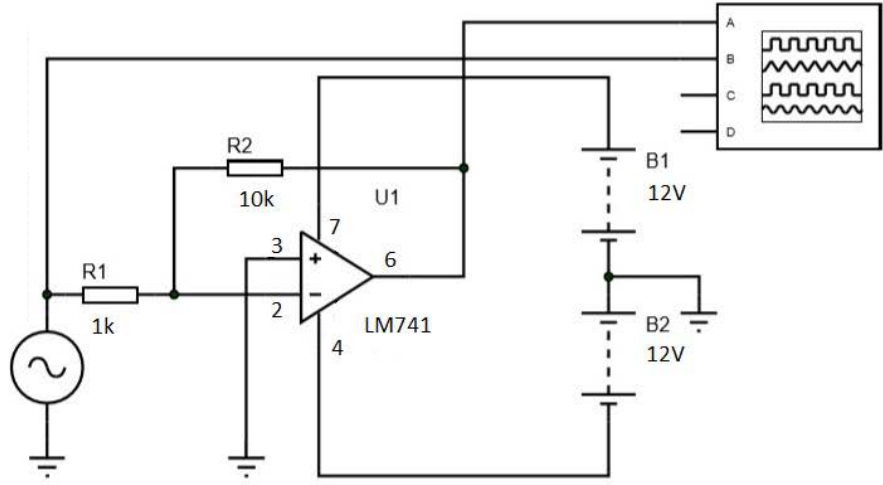
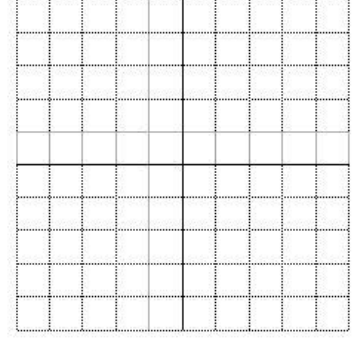
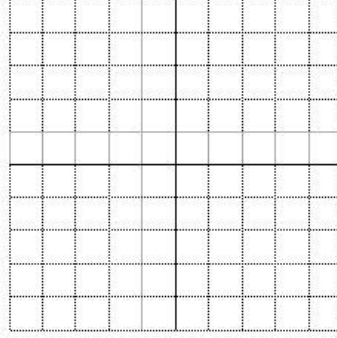
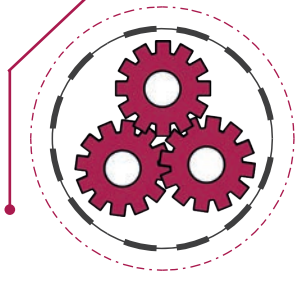


### UYGULAMA 7.6:

### LM741 Tersleyen Yükselteç Olarak Kullanılması

**AMAÇ:** LM741 bacak bağlantısını ve devre kurmasını öğrenmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Şekil 7.31: LM741 yükselteç devresi

### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220 / 12 volt	2 Adet
Entegre	LM741	1 Adet
Direnç	1 KΩ, 10 KΩ	2 Adet
Breadboard		1 Adet
Osilaskop		
Sinyal Jeneratörü		

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Uygulama devresi breadboard üzerine kurulur.



3. Atölyede simetri güç kaynağı yoksa iki adet 12 volt güç kaynağı kullanılarak simetri güç kaynağı elde edilir. Atölye öğretmenin gözetiminde güç kaynağı açılır. Daha sonra uygulama devresi güç kaynağına bağlanır.
4. Sinyal jeneratörü 100 mV/1 KHz sinyal değerine ayarlanır.
5. Osilaskop A kanalı sinyal jeneratörünün canlı ucuna, osilaskop B kanalı LM741 entegresinin 6 No.lu bacağına bağlanır. Atölye öğretmenin gözetiminde güç kaynağı açılır ve güç kaynağı gerilimi 12 volta getirilir. Daha sonra uygulama devresi güç kaynağına bağlanır.
6. Osilaskop ekranında görülen sinyaller devre şekli üzerine çizilir.
7. Osilaskop ekranında sinyaller üst üste getirilerek girişteki sinyalin çıkışa yükseltilerek aktarılıp aktarılmadığı gözlenir. Osilaskop cihazı gereksiz meşgul edilmemeli ki herkesin kullanabilmesi için yeteri kadar süre kalabilsin.
8. Güç kaynağının enerjisi kesilir. Kullanılmayan cihazların enerjisi kesilerek tasarruf sağlanır.
9. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Sinyal jeneratörü 200 mV/ 1 KHz sinyal değerine ayarlanırsa çıkışta görülen analog sinyal iki kat yükselir mi?
2. LM741 girişteki analog sinyali yükseltirken analog sinyalin frekansı olan 1 KHz frekansını da yükseltiyor mu?

### Alınan Değerler ve Sonuç

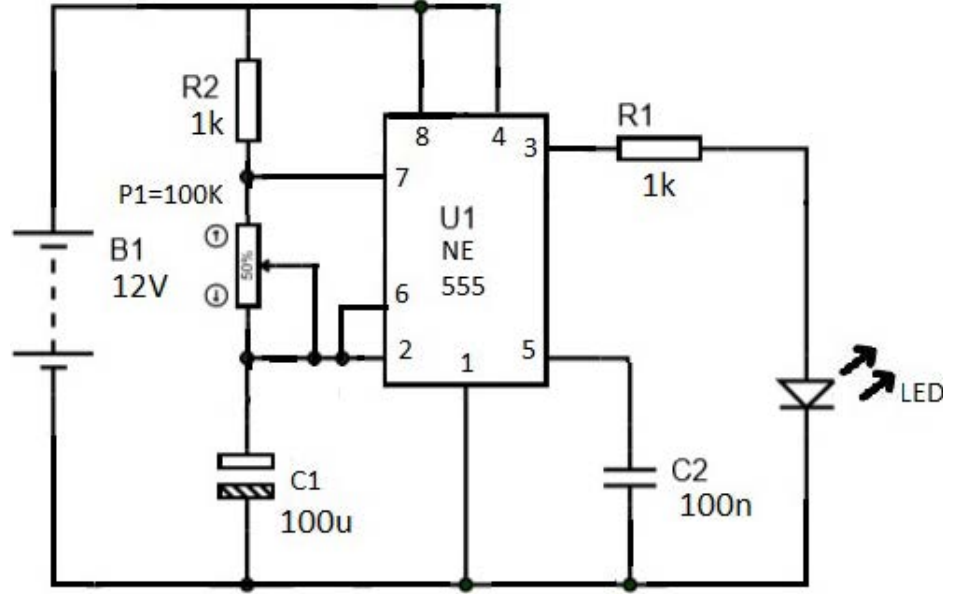
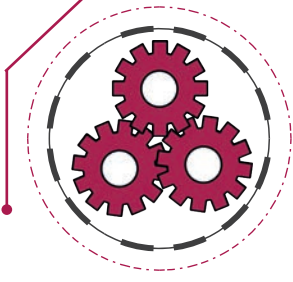
Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



### UYGULAMA 7.7:

### NE555 Entegre Devresi ile Astable Multivibratör Uygulaması

**AMAÇ:** NE555 entegre bacaklarını doğru bağlayıp devre kurmak ve çalıştırmak  
**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Şekil 7.32: NE555 astable multivibratör devresi

### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220/12 volt	2 Adet
Entegre	NE555	1 Adet
Direnç	100 KΩ POT, 2X1 KΩ	3 Adet
Breadboard		
Diyot	LED	1 Adet
Kondansatör	100 nF, 100 µF	2 Adet

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Uygulama devresi breadboard üzerine kurulur.
3. Güç kaynağı gerilimi 12 volta ayarlanır. Daha sonra uygulama devresi güç kaynağına bağlanır.
4. P1 pot değeri yavaş yavaş yükseltip azaltarak LED diyodun ışık verme durumu incelenir.
5. Güç kaynağı 5 volta ayarlanır, devre tekrar çalıştırılır. LED diyodun çalışması incelenir.
6. Güç kaynağının enerjisi kesilir. Kullanılmayan cihazların enerjisi kesilerek tasarruf sağlanır.
7. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir.





### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. LED diyot üzerindeki gerilim analog sinyale mi yoksa dijital sinyale mi uygundur?
2. P1 potu 3 No.lu çıkıştaki gerilimin seviyesini etkiler mi?
3. NE555 entegresi 5 voltta stabil çalışıyor mu?

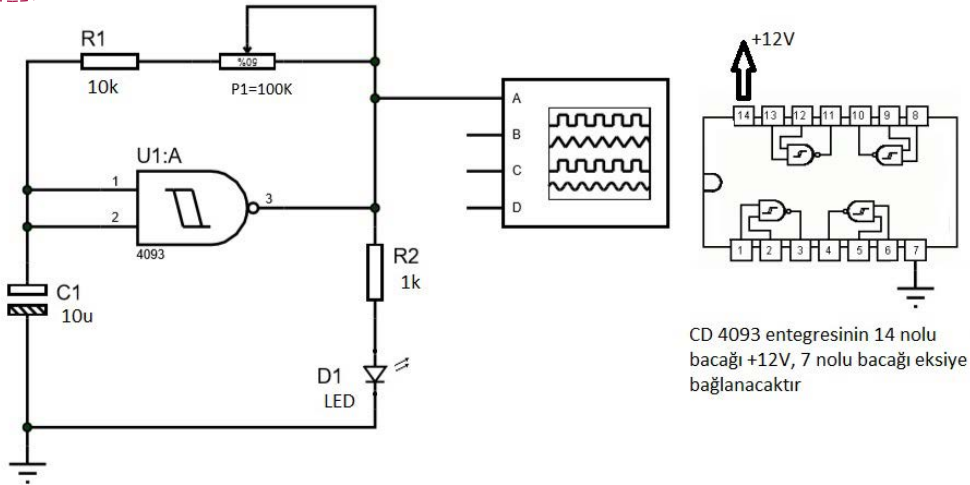
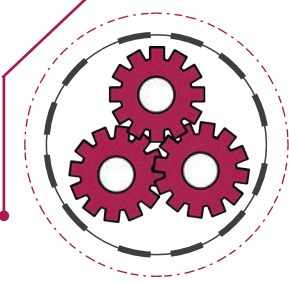
### Alınan Değerler ve Sonuç

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

### UYGULAMA 7.8: CD4093 Entegre Devresi ile Ayarlı Osilatör Yapımı

**AMAÇ:** CD4093 entegresinin bacak bağlantısını doğru yapmak ve devre kurmak

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Şekil 7.33: CD4093 ayarlı osilatör devresi ve içyapısı



### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220/12 volt	1 Adet
Entegre	CD4093	1 Adet
Direnç	100 KΩ POT, 1 KΩ, 10 KΩ	3 Adet
Breadboard		
Diyot	LED	1 Adet
Kondansatör	10 µF	1 Adet
Osilaskop		

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Uygulama devresi breadboard üzerine kurulur.
3. Atölye öğretmeni gözetiminde güç kaynağı açılır ve güç kaynağı gerilimi 12 volta ayarlanır. Daha sonra uygulama devresi güç kaynağına bağlanır.
4. P1 potu minimum değere ayarlanıp osilaskop ekranından sinyalin şekli ve LED'in yanıp sönme hızı takip edilir.
5. P1 potu maksimum değere ayarlanıp osilaskop ekranından sinyalin şekli ve LED'in yanıp sönme hızı takip edilir.
6. Sırasıyla CD4093 içindeki diğer üç kapağı da aynı devre kurularak LED ve osilaskop ekranından sinyal takip edilir.
7. Güç kaynağının enerjisi kesilir. Kullanılmayan cihazların enerjisi kesilerek tasarruf sağlanır.
8. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

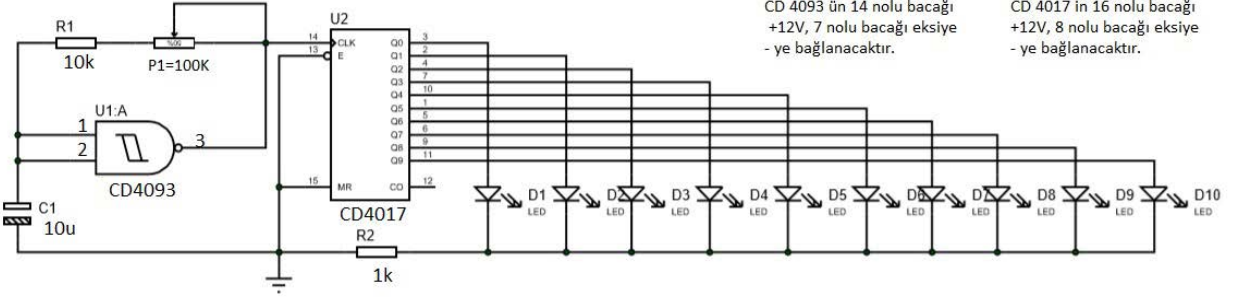
1. P1 potu sinyal şeklini nasıl değiştiriyor? Açıklayınız.
2. CD4093 diğer üç kapağına da uygulama devresi kurulduğunda hepsi osilatör gibi çalışıyor mu?

### Alınan Değerler ve Sonuç

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

**UYGULAMA 7.9: CD4017 Entegre Devresi ile Sayıcı Yapımı**

**AMAÇ:** CD4093 ve CD4017 entegrelerinin bacak bağlantılarını doğru yapmak ve devre kurmak

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler****Şekil 7.34: CD4017 sayıcı devresi****Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık**

Adı	Özelliği	Miktarı
Güç Kaynağı	220/12 volt	1 Adet
Entegre	CD4093, CD4017	2 Adet
Direnç	100 KΩ POT, 10 KΩ	3 Adet
Breadboard		
Diyot	LED	10 Adet
Kondansatör	10 µF	1 Adet

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Uygulama devresi breadboard üzerine kurulur.
3. Atölye öğretmeni gözetiminde güç kaynağı açılır ve güç kaynağı gerilimi 12 volta ayarlanır. Daha sonra uygulama devresi güç kaynağına bağlanır.
4. CD4017 entegresine bağlı LED'lerin sırasıyla yandığı görülür.
5. P1 potu ayarlanarak LED'lerin yanıp sönme durumu takip edilir.
6. Güç kaynağının enerjisi kesilir. Kullanılmayan cihazların enerjisi kesilerek tasarruf sağlanır.
7. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.



### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. P1 pot ayarı LED'lerin yanıp sönme hızını nasıl etkiler?
2. CD 4017 entegresinin sayıcı olarak kullanılmasından başka uygulamaları da var mıdır? Araştırınız.

### Alınan Değerler ve Sonuç

	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



## 7. ÖĞRENME BİRİMİ

### ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

**A) Aşağıdaki cümlelerde parantez içine yargılar doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.**

1. ( ) P tipi maddede elektronlar (-) fazladır.
2. ( ) Kristal diyotta elektrik akımı anottan katoda doğrudur.
3. ( ) LED diyotları doğru kutuplama gerilimi altında çalışır.
4. ( ) Diyotların dijital ölçü aletlerinde sağlamlık kontrolü yapılırken seçici anahtar direnç ( $\Omega$ ) kademesine alınır.
5. ( ) Diyotlar her iki yönde akım geçirebilen yarı iletken devre elemanlarıdır.
6. ( ) Transistörü iletme geçirmek için beyz ile emiter arasını doğru kutuplamak gerekir.
7. ( ) Transistörü iletme geçirmek için beyz ile kolektör arasını ters kutuplamak gerekir.
8. ( ) Transistör ölçerken beyz ucu dijital AVOMETRENİN kırmızı probuna denk geliyorsa transistör PNP tipidir.
9. ( ) Transistörler devrede sadece anahtarlama için kullanılır.
10. ( ) Transistörler devrelerde yükselteç olarak kullanılabilir.
11. ( ) LM 741 sadece yükselteç olarak kullanılır.
12. ( ) 74xx serisi entegreler 5 voltta çalışması için tasarlanmıştır.
13. ( ) CMOS serisi entegreler 12 voltta çalışması için tasarlanmıştır.
14. ( ) Entegreler arıza yaptığı zaman plastik kılıfı sökülüp tamir edilebilir.
15. ( ) Entegreler sadece 8 bacaklı olarak imal edilir.

**B) Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.**

1. Bir elementin kimyasal özelliklerini taşıyan en küçük parçası aşağıdakilerden hangisidir?
  - A) Elektron
  - B) Proton
  - C) Nötron
  - D) Atom
  - E) Çekirdek
2. Yarı iletken maddenin son yörüngesinde kaç adet elektron bulunur?
  - A) 2
  - B) 3
  - C) 4
  - D) 1
  - E) 5



3. PN maddesinden yapılmış tek yönlü akım geçiren devre elemanına ne denir?
  - A) Diyot
  - B) Termistör
  - C) Kondansatör
  - D) Bobin
  - E) Direnç
4. Ters kutuplama gerilimi altında sabit çıkış gerilimi veren diyot hangisidir?
  - A) Köprü diyot
  - B) Varikap diyot
  - C) Foto diyot
  - D) Zener diyot
  - E) LED diyot
5. Dört adet kristal diyodun birleşiminden oluşan ve alternatif akımı doğru akıma çeviren diyot hangisidir?
  - A) LED diyot
  - B) Köprü diyot
  - C) Tunel diyot
  - D) Varikap diyot
  - E) Zener diyot
6. İki N tipi madde arasına P tipi madde konularak elde edilen yarı iletken devre elemanına ne denir?
  - A) NPN Diyot
  - B) NPN Transistör
  - C) PNP Transistör
  - D) PNP Diyot
  - E) NPN
7. Girişine uygulanan zayıf sinyalleri yükselterek çıkışa aktaran devrelere ne denir?
  - A) Anahtarlama devresi
  - B) Yükselteç devresi
  - C) Sinyal devresi
  - D) Transistör devresi
  - E) Gerilim devresi
8. Bir transistörün beyzinden geçen akım 0,1 mA, kolektörden geçen akım 10 mA olduğuna göre  $\beta$  (beta) akım kazancı kaçtır?
  - A) 130
  - B) 140
  - C) 100
  - D) 90
  - E) 50
9. 12 voltta çalışan transistörlü anahtarlama devresinin beyzine 5 volt uygulandığında kolektör ucundan kaç volt gerilim elde edilir?
  - A) 0V
  - B) 5V
  - C) 12V
  - D) 9V
  - E) 15V
10. Aşağıdakilerden hangisi transistörlü yükselteç çeşitlerinden değildir?
  - A) Emiteri ortak yükselteç
  - B) Beyzi ortak yükselteç
  - C) Kolektörü ortak yükselteç
  - D) Gerilimi ortak yükselteç
  - E) Kaskat yükselteç
11. Aşağıdakilerden hangisi analog entegre çeşitlerindedir?
  - A) CD4093
  - B) 74LS00
  - C) LM741
  - D) CD4017
  - E) LM555
12. Aşağıdakilerden hangisi dijital entegre çeşitlerindedir?
  - A) CD4017
  - B) OP77
  - C) 7812
  - D) LM358
  - E) LM741
13. Kare dalga osilatör elde etmek için aşağıda verilen entegrelerden hangisi kullanılır?
  - A) CD4093
  - B) 7912
  - C) LM317
  - D) LM741
  - E) 74LS00
14. Aşağıdaki entegrelerden hangisi sayıcı olarak kullanılır?
  - A) LM741
  - B) LM337
  - C) NE555
  - D) CD4017
  - E) OP77



15. Ses yükselteç devresi yapmak için aşağıdaki entegrelerden hangisini kullanılır?

- A) LM555
- B) TDA2003
- C) 74HC06
- D) CD4093
- E) CD4081

C) Aşağıda verilen klasik soruların çözümlemesini yapınız.

1. Zener diyot sembolünü çiziniz.

2. Varikap diyot sembolünü çiziniz.

3. LED diyot sembolünü çiziniz

4. Köprü diyot sembolünü çiziniz

5. Yarı iletkenlerde doğru kutuplama nedir açıklayınız.

6. NPN ve PNP transistör sembollerini çiziniz.

7. NPN transistörün sağlamlık kontrolünü kısaca açıklayınız.

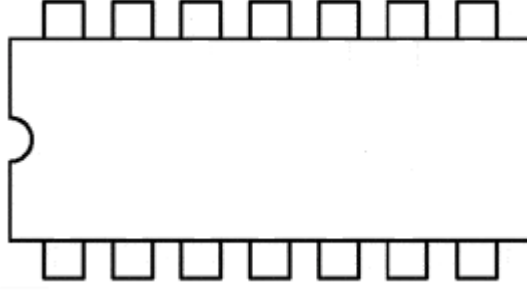
8.  $\beta$  (beta) akım kazancı nedir? Kısaca açıklayınız.

9. Emiteri şase bir yükselteçte kolektör akımı 50 mA, beyz akımı 5 mA ise emiter akımını hesaplayınız.

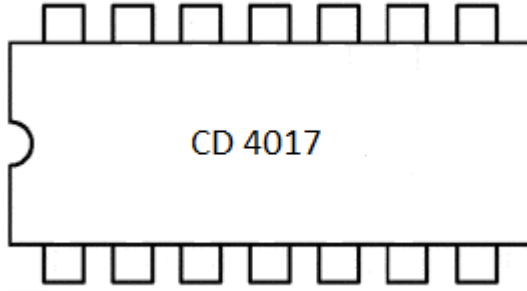
10. Emiteri şase bir yükselteçte beyz akımı 1 mA,  $\beta$  (beta) 100 ise kolektör akımını hesaplayınız.



11. Aşağıdaki 14 bacaklı entegrenin bacak numaralarını verilen şekil üzerine yazınız.



12. Aşağıda verilen CD4017 entegrenin besleme ayaklarını şekil üzerinde gösteriniz.





# 8. Öğrenme Birimi

## NİTELİKLİ LEHİM YAPMA VE BASKI DEVRE HAZIRLAMA



### KONULAR

### TEMEL KAVRAMLAR

8.1. LEHİM TELİ SEÇME

8.2. HAVYA VE HAVYA UCU SEÇME

8.3. LEHİMLEME VE LEHİM SÖKME İŞLEMLERİNİ YAPMA

8.4. BASKI DEVRE ÇIKARMA

- Lehim teli
- Kurşun
- Kalay
- Kalem havya

- Lehimleme istasyonu
- Lehimleme
- Bakır plaket
- Baskı devre görünüşleri

Bu öğrenme biriminde;

- Lehim telini, havyaları ve lehimleme yapmayı,
- Baskı devre yapmayı ve baskı devre çıkartmayı,
- Elektronik devre elemanlarını lehimlemeyi öğreneceksiniz.



## 8. NİTELİKLİ LEHİM YAPMA VE BASKI DEVRE HAZIRLAMA



### Hazırlık Çalışmaları

- 1- Lehimleme ne demektir? Araştırınız?
- 2- İletken teller birbirlerine bağlanmak yerine neden lehimlenir? Düşüncelerinizi belirtiniz.
- 3- Elektronik devrelerin baskı devre kart üzerine yerleştirilmesinin sebepleri neler olabilir? Düşüncelerinizi belirtiniz.
- 4- Elektronik devre elemanlarının fiziki ölçülerinin tespiti neden önemlidir? Düşüncelerinizi belirtiniz.

### 8.1. LEHİM TELİ SEÇME

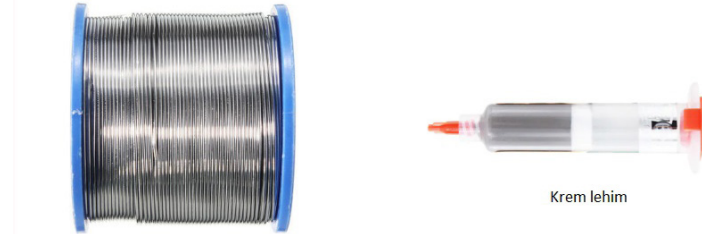


**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak lehimlemeye uygun lehim telini seçmek

**GİRİŞ:** Elektronik devreleri oluşturan elektronik devre elemanları bir araya getirilir. Bakır iletim yolları çizilir. Eleman bağlantı noktaları lehimlenir. Devre tek parça kart hâline getirilerek devrenin kararlı çalışması sağlanır.

#### 8.1.1. Lehim Teli Seçimi

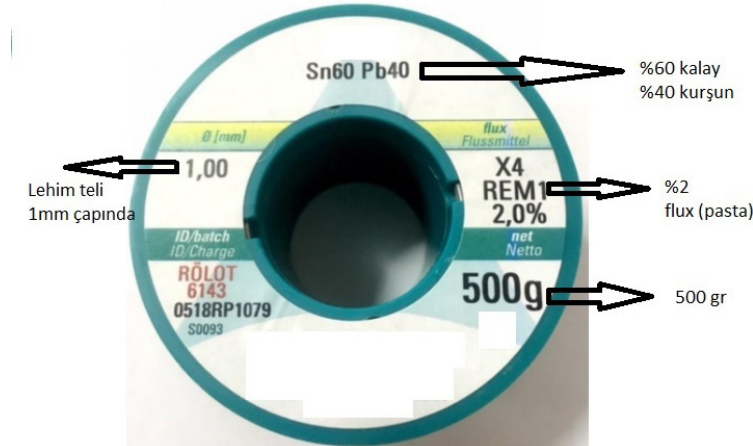
Elektronik devrelerde bakır plaket üzerine yerleştirilen elektronik devre elemanlarını ve bağlantı noktalarını veya iletkenleri birbirine tutturma amacıyla metal alaşımlarından yapılmış tellere lehim teli denir. Ayrıca lehimleme işleminde lehim teli görevi gören krem lehimler de bulunmaktadır.



Krem lehim

Görsel 8.1: Lehim teli

Lehim telleri genellikle 0,75 mmφ, 1 mmφ, 1,20 mmφ, 1,60 mmφ çaplarında üretilir. Lehim teli tüp, makara veya şırınga (krem-lehim) tipi paketleriyle satılmaktadır. Makaralar 100 gram, 200 gram veya 500 gram olabilir. Lehim telinin özelliği paket üzerine yazılır. Genellikle lehimlemede en çok kullanılan %63 Sn- %37 Pb alaşımı lehim telidir.



Sn60 Pb40 → %60 kalay  
%40 kurşun  
flux  
Flussmittel  
X4  
REM  
2,0% → %2  
flux (pasta)  
net  
Netto  
500g → 500 gr  
Ø (mm)  
1,00  
Lehim teli  
1mm çapında  
ID/batch  
ID.Charge  
RÖLÖT  
6143  
0518RP1079  
S0093

Görsel 8.2: Lehim teli özellikleri



Elektrik ve elektronik alanında kullanılan lehim telleri genellikle kalay (Sn) ve kurşun (Pb) alaşımıdır. Ancak gümüş (Ag), çinko (Zn), ve antimon (Sb) alaşımlarından oluşan özel lehimleme alaşımları da vardır. Lehim telinin kalitesi kalay miktarı arttıkça yükselmektedir.

Tablo 8.1: Lehim Teli Kurşun Kalay Oranları ve Kullanım Alanları

Alaşım Cinsi (Sn-Pb)	Ergime Sıcaklığı	Kullanım Yüzeyi
%60 Sn-%40 Pb	190 °C	Bakır, Kalay, Çinko, Kurşun
%50 Sn- %50 Pb	215 °C	Bakır, Kalay, Çinko, Kurşun, Altın, Gümüş, Kadmiyum
%63 Sn- %37 Pb	185 °C	Bakır, Kalay, Çinko, Kurşun
%40 Sn- %60 Pb	240°C	Bakır, Kalay, Çinko, Kurşun, Gümüş, Kadmiyum
%20 Sn- %80 Pb	275 °C	Bakır, Kalay, Çinko, Kurşun, Pirinç, Nikel

Elektronik devrelerde bakır plaket üzerine yerleştirilen elektronik devre elemanları ve bağlantı noktaları veya iletken yüzeyin oksitlerden temizlenmesi ve tekrar oluşabilecek oksitlenmelerin önlenmesi için lehim pastası kullanılır.



Görsel 8.3: Lehim pastası

## 8.2. HAVYA VE HAVYA UCU SEÇME



**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak lehimlemeye uygun havya ve havya ucu seçmek

**GİRİŞ:** Havyalarda lehim telini eriten kısma havya ucu denir. Bakır, çelik gibi metallere imal edilirler. Kullanıma göre zamanla havyaların değiştirilmesi gereklidir.

### 8.2.1. Havya ve Havya Ucu Seçme

Bakır plaket üzerindeki elektronik devre elemanlarını, iletkenleri veya metalleri birbirine lehimlemede kullanılan ısıtıcıya **havya** denir. Havyalar ortalama 160 °C ile 480 °C arasında ısı yayabilecek şekilde üretilirler. Havyaların güçleri ise 10 ile 500 watt arasında değişebilmektedir. Genellikle elektronik devre lehimlemelerinde 60 watt ve altı havyalar kullanılmaktadır.

Tablo 8.2: Havyaların Gücüne Göre Kullanımı

Havya Gücü (W)	Kullanım Alanları
15	SMD elektronik devre elemanlar, ince hatlar
30	Standart elektronik devre elemanları
40	Bacakları kalın elektronik devre elemanlar, terminaller ve 1,2 mm'nin altındaki iletkenler
60	Bacakları kalın elektronik devre elemanları, bacakları kalın terminaller ve 1,2 mm üstü iletkenler

Lehimlemede havya kadar havya ucu da önemlidir. Lehim yapılacak veya sökülecek elemanın ayak şekline, ayak kalınlığına, lehimleneceği veya söküleceği yüzeye göre uygun havya ucu seçilmelidir.

### Havya Çeşitleri

Havyalar; kalem havya, tabanca havya, gazlı havya olmak üzere üçe ayrılır.

**Kalem Havya:** Büyük dirençli, küçük akımlı krom-nikel telden silindirik şekilde sarılarak elde edilmiş rezistansın havyanın metal gövdesine yerleştirilmesiyle elde edilmiş havya çeşididir. Kalem havyalar da kendi arasında istasyonsuz kalem havya ve istasyonlu kalem havya olmak üzere ikiye ayrılır.



Görsel 8.4: Kalem havya rezistansı



**İstasyonsuz Kalem Havya:** Doğrudan 220 volt şehir şebekesi altında çalışan, havya ısısı sabit olan ve çokça kullanılan genel amaçlı havya çeşididir. İstasyonsuz kalem havya genellikle enerji kablosu, plastik veya tahta gövde ve metal havya ucundan oluşur.



Görsel 8.5: Kalem havya çeşitleri

**İstasyonlu Kalem Havya:** Isı istasyonu tarafından kontrol edilen, havya ısısı ayarlanabilen ve genel amaçlı kullanılan havya çeşididir. İstasyonlu kalem havya genellikle ısı istasyonu ve kalem havyadan oluşur.



Görsel 8.6: İstasyonlu havya çeşitleri

**Tabanca Havya:** Havya ucunu ısıtmak için yapılarında transformatör (gerilim dönüştürücü) bulunduran, kısa zaman alacak lehimlemede kullanılan havyalardır. Yapısında bulunan transformatörün primer (transformatörün birinci sargısı) sargısına bağlı anahtara basılı tutulduğu sürece transformatörün sekonder (transformatörün ikinci sargısı) sargısına bağlı havya ucu ısır. Sekonder sargı düşük voltaj yüksek akım prensibine göre çalıştığı için çabuk ısınır. Bu yüzden tabanca havyanın uzun süreli lehimleme işlemlerinde kullanılması önerilmez.



Görsel 8.7: Tabanca havya

**Gazlı Havyalar:** Isıtma işlemi için elektrik enerjisi yerine gaz kullanılan havya çeşididir. Gazın yakılmasıyla havya ucu ısıtılır. Elektrik enerjisine ihtiyaç duymadığı için gazlı havyalar elektrik bulunmayan ortamlarda kullanılır.

#### Havya Ucu Çeşitleri

Kalem havyaların uçları genellikle bakır, alüminyum-bakır alaşımı ve çelik gibi maddelerden yapılmaktadır. Lehim yapılacak yüzeye veya elektronik devre elemanlarının tiplerine göre değişik modellerde kalem havya ucu üretilir.



Görsel 8.8: Gazlı havya



Görsel 8.9: Kalem havya uçlarından bazıları



Kalem havya uçları havya gövdesine bir vida veya somun yardımıyla tutturulmuştur. Havya ucu değişimi veya havya ucunun kısaltılıp uzatılması (vidalı tip) için bu somunun veya vidanın gevşetilmesi gerekmektedir.



Görsel 8.10: Kalem havya uçlarından değiştirilmesi

Kalem havya veya ucu ilk kez kullanılacaksa kalem havya ısıtıldıktan sonra havya ucu üzerinde bulunabilecek boya veya kimyasalların yanması için on dakika beklenir. Daha sonra lehim teli ve pasta yardımıyla havya ucu alıştırmalıdır. Son olarak havya ucu nemli bez, ıslak sünger veya metal talaşı ile temizlenmelidir. Havya yüksek sıcaklıkta çalıştığından çevreye, çalışanlara ve çalışma masasına zarar vermemesi için iş güvenliği açısından havya altlığı dışında bir yere bırakılmamalıdır.



Görsel 8.11: Kalem havya altlıklar

## 8.3. LEHİMLEME VE LEHİM SÖKME İŞLEMLERİNİ YAPMA

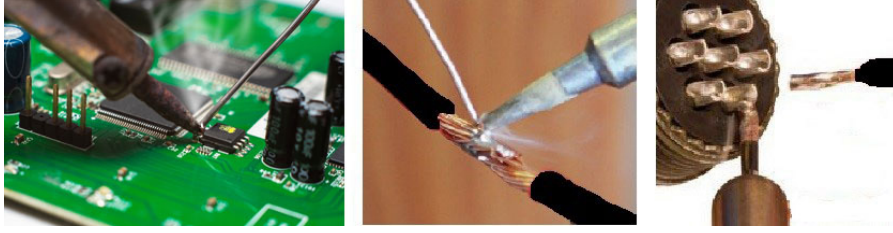


**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak lehimleme ve lehim sökme işlemlerini yapmak

**GİRİŞ:** Elektronikte bakır kabloların birbirine veya elektronik devre elemanlarının bakırlı yüzeylere tutturulması işine lehimleme denir. Lehimli parçaların birbirinden ayrılması işlemine de lehim sökme denir.

### 8.3.1. Lehimleme

Metal yüzeylerin birbirine lehim teli ve havya kullanılarak ısı altında birleştirilmesi işine **lehimleme** denir. Elektrik-elektronik alanında bakır plaket üzerine elektronik devre elemanının lehimlenmesi, iletken tellerin birbirine lehimlenmesi veya iletken tellerin bağlantı noktalarına lehimlemesi gibi lehimlemeler vardır.



**Görsel 8.12: Çeşitli lehimlemeler**

Lehimleme işleminden önce yüzeye ilk defa lehim yapılacak ise yüzeyin ince zımpara veya bakır plaklet temizleme kimyasalları ile temizlenmesinde fayda vardır. Fabrikasyon boyalı kart üzerine lehim yapılacaksa veya lehim noktaları boyalı ise maket bıçağı, çakı gibi ince uçlu kesicilerle lehim noktaları temizlenmelidir. Lehim yapılacak elektronik devre elemanlarının bacaklarında veya iletken tellerde oksitlenme görülüyor ise ince zımpara, maket bıçağı veya çakı gibi ince uçlu kesicilerle bu noktalar temizlenmelidir.

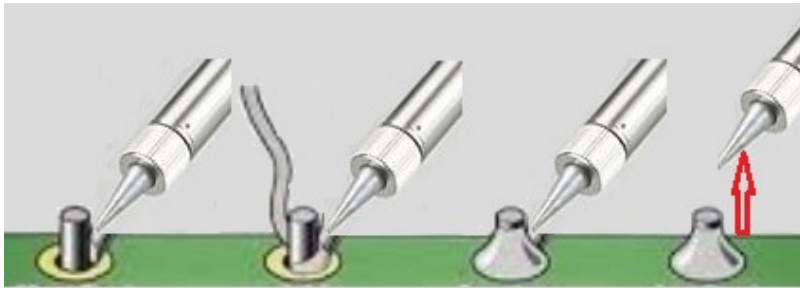


**Görsel 8.13: PCB (baskılı devre kartı) temizliği**

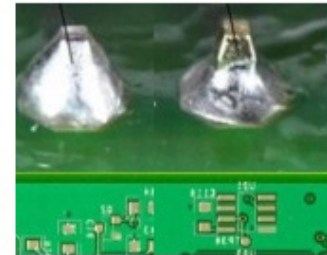
Lehim yapılacak yüzey, oksitlenmiş elektronik devre elemanları ve iletkenler temizlendikten sonra lehimlemeye hazırdır. Havyanın iyice ısınması sağlanır. Havya ucuna değdirilen lehim eriyorsa havya lehimlemeye hazırdır. Havya ucuna biraz lehim alınıp havya ucu ıslak süngerle veya metal talaşıyla temizlenerek lehimin havya ucuna iyice dağılması sağlanır.

Lehimlenecek parça yerine yerleştirilir. Lehim teli kanallı değil ise lehimlenecek parça üzerine bir miktar lehim pastası sürülür. Lehim teli kanallı ise kanallarda pasta bulunduğu için doğrudan lehimlemeye geçilebilir. Isınmış havya ucu, lehimlenecek yüzey ve elektronik devre elemanına değdirilir. Elemanların kesişme noktasına lehim teli de değdirilerek erimesi sağlanır. Lehimin elemanlar üzerinde dağılıp aktığı görüldüğünde havya yukarıya doğru kaldırılarak lehimleme tamamlanır.

Kaliteli yapılan lehimin yüzeyi parlak, temiz, kenarlara doğru dağılmış ve yukarıya doğru üçgen şeklindedir.



1. Havya ucu lehimlenecek yüzeye değdirilir, ısınması için beklenir (2-3 saniye kadar).
2. Lehim teli, havya ucu ve lehimlenecek parçanın kesiştiği noktaya değdirilir.
3. Lehimin parça etrafında iyice dağılması beklenir ve lehim teli çekilir.
4. 1-2 saniye beklendikten sonra havya yukarı doğru kaldırılır.

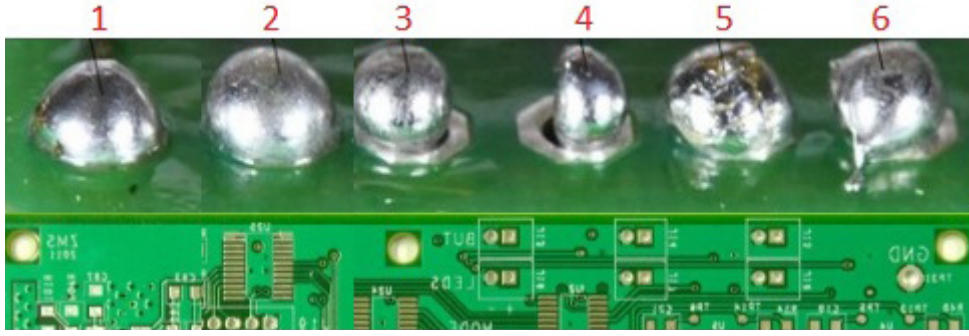


Uygun lehimleme örnekleri

**Görsel 8.14: Kaliteli lehimin yapılma aşamaları ve lehimleme örnekleri**



Lehim teli kalitesiz, fazla ya da az kullanılırsa veya elemanlar yeteri kadar ısınmadan havaya çekilecek olursa kalitesiz soğuk lehime sebep olur. Yine havaya ısı yeterli değilse, havaya sadece lehimlenecek devre elemanına veya yüzeye temas ediyorsa kalitesiz soğuk lehime sebep olur.

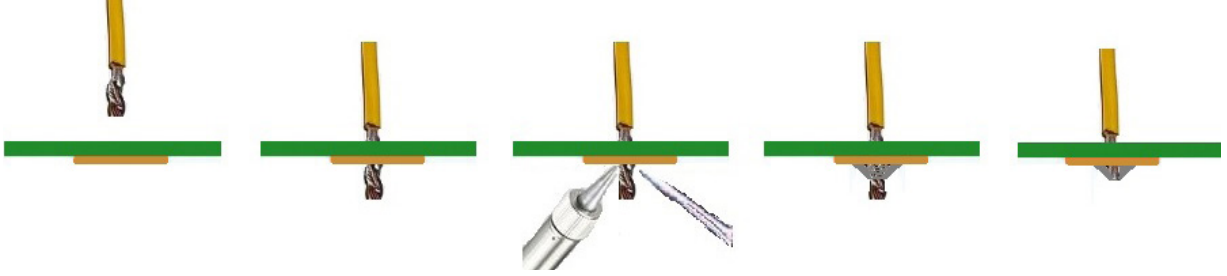


- 1-2: Çok fazla lehim teli kullanılan lehimleme  
3-4: Kötü lehimleme (Yüzeye devre elemanı bacağına uygun lehimleme yapılmamıştır.).  
5-6: Soğuk lehimleme (Lehim üzerinde çatlaklar ve lehim uzantıları vardır.).

Görsel 8.15: Kötü ve soğuk lehimleme örnekleri

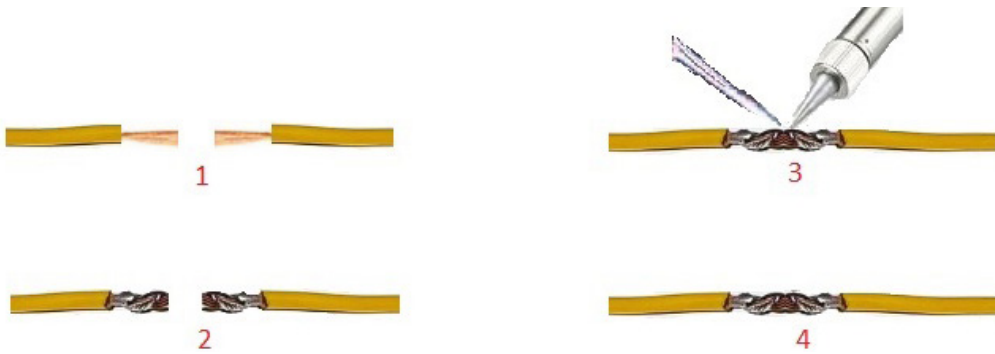
### İletken Tellerin ve Çeşitli Elektronik Devre Elemanlarının Lehimlenmesi

**İletken Tellerin Lehimlenmesi:** İletken tellerin uçları 5 mm açılır ve açılan uçlara ön lehimleme yapılır. Uçlar 2,5 mm kesilir ve lehimlenecek elektronik kart üzerine yerleştirilerek lehimlenir ve kablo fazlalığı kesilir.



Görsel 8.16: İletken telin bakır plakete üzerine lehimlenmesi

İletken teller birbirleriyle lehimlenecekse iletken tellerin uçları 5 mm açılır ve açılan uçlara ön lehimleme yapılır. Uçlar 2,5 mm kesilir ve lehimlenecek iletken teller birbirine lehimlenir. Lehim soğuyuncaya kadar teller hareket ettirilmez.



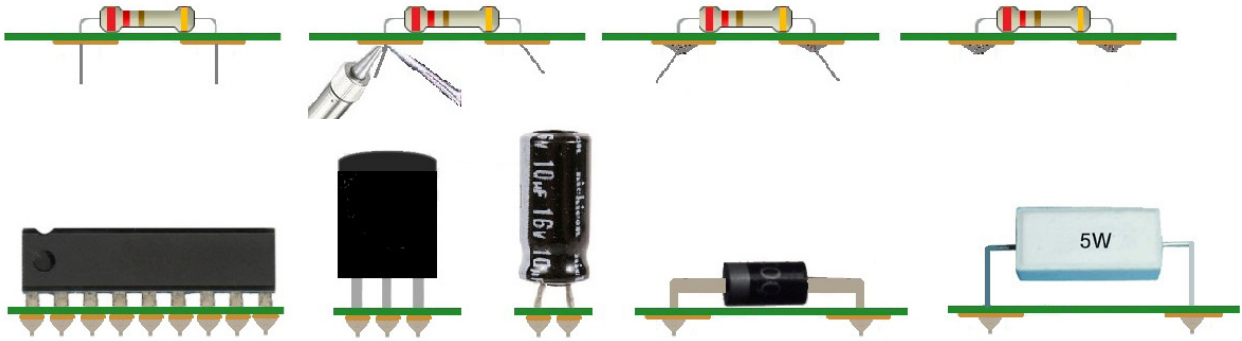
Görsel 8.17: İletken tellerin birbirine lehimlenmesi

**Çeşitli Elektronik Devre Elemanlarının Lehimlenmesi:** Direnç, kondansatör, transistör, diyot, entegre gibi çeşitli elektronik devre elemanlarının baskı devre üzerine lehimleme işlemi yapılırken şunlara dikkat edilmelidir:

1. Öncelikle elektronik devre elemanlarının bacakları düzeltilmelidir.
2. Elektronik devre elemanları veya yüzey üzerinde oksitlenme varsa temizlenmelidir.



3. Elektronik devre elemanlarının bacakları, lehimlenecek elemanın gövdesinin deliklerine eşit mesafede olacak şekilde pense veya kargaburnu yardımıyla doksan derece bükülür.
4. Elektronik devre elemanlarının tanıttıcı bilgileri, bakır plaket üzerinde okunacak şekilde yerleştirilmiştir. Plaket üzerinde renk koduyla kodlanmış direnç veya kondansatörlerin renk kodları, soldan sağa ya da aşağıdan yukarıya gelecek şekilde monte edilmelidir.
5. Düşük güçlü dirençler, diyot, bobin ve entegre gibi elektronik devre elemanları plakete temas edecek şekilde ve paralel lehimlenmelidir. 1W ve üstü dirençler ve akım çekecek diyotlar plakete temas etmeyecek şekilde 3-5 mm yukarıda lehimlenir. Kondansatör, transistör gibi elektronik devre elemanlar plakete lehimlenirken plakete eleman arasında 3-6 mm mesafe bulunmalıdır.
6. Bakır plaket üzerine yerleştirilen elektronik devre elemanları iki bacaklı ise bacakları sağa sola açılarak, üç ve daha fazla bacaklı ise ilk ve son bacak açılarak, entegre ise köşelerdeki bacaklar sağa sola açılarak lehimleme yapılır. Lehimleme sırasında elektronik devre elemanlarının düşmesi engellenir.
7. Lehimlemeden sonra entegreler hariç elektronik devre elemanlarının bacağına artan kısmı kesilmelidir.



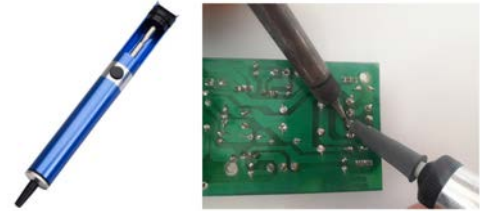
Görsel 8.18: Çeşitli elektronik devre elemanlarının lehimlenmesi

### 8.3.2. Lehim Sökme İşlemleri

Bakır plaket üzerindeki devrelerde arıza yapmış elektronik devre elemanlarının değiştirilmesi sıkça rastlanan işlemlerdendir. Arızalı parça bakır plakete veya da diğer elemanlara lehimlendiği için elektronik devre elemanın bağlantısını sağlayan lehimin eritilerek sökülmesi gerekir. İki bacaklı elektronik devre elemanlarını sökerken tek baktaki lehimin eritilip bacağına cımbız, kargaburnu ya da saatçi tornavidası gibi ince uçlu el aletleriyle çekilmesi sağlanır. Daha sonra da aynı işlemin diğer bacak için yapılması yeterlidir. Ancak üç bacaklı veya daha fazla bacaklı elektronik devre elemanları, entegreleri ve SMD (yüzey montajlı) elemanları bakır plaketten sökerken bakır plakete zarar vermemek için lehim eritip lehim pompası, lehim sökme havyası, lehim emme fitili veya lehim sökme istasyonları kullanılır. Lehim sökme işlemini mümkünse arkadaşlarınızla yardımlaşarak yapınız. Lehim sökme istasyonlarını veya havyaları gereksiz yere prizde tutmayarak enerji tasarrufu yapmayı unutmayınız.

#### Lehim Pompası

**Lehim pompası** eritilen lehimin hava basıncını kullanarak emen bir alettir. Lehim pompası ile lehim sökülürken lehim pompasının pistonu kurur, havayla ısıtılarak lehimin eritilmesi sağlanır. Lehim eriyince lehim pompası eriyen lehime temas ettirilir ve lehim pompasının yan tarafında bulunan düğmesine basılır. Kurulu olan lehim pompasının pistonu kurtulur ve geriye doğru hızla giderek eriyen lehim pompa içine çekilir. Böylece lehim sökme işlemi tamamlanmış olur.



Görsel 8.19: Lehim pompası ve kullanımı





### Lehim Sökme Havyası

**Lehim sökme havyası**, havya ve lehim pompasının bir arada bulunduğu lehim sökme aletidir.

Lehim sökme havyası ile lehim sökülürken lehim sökme havyasının pistonu kurur. Lehim sökme havyası ile lehim ısıtılarak eritilir. Lehim eriyince lehim sökme havyasının yan tarafında bulunan düğmeye basılır. Kurulu olan lehim sökme havyası pistonu kurtulur ve geriye doğru hızla giderek eriyen lehim havya içine çekilir. Böylece lehim sökme işlemi tamamlanmış olur.



Görsel 8.20: Lehim sökme havyası

### Lehim Fiteli

**Lehim fitili**, bakır örgü kabloya pasta emdirilmesi ile elde edilen lehim sökme kablosudur. Lehim fitili sökülecek lehimin üstüne konulduktan sonra sıcak havya ile fitil ısıtılarak eriyen lehim fitil tarafından emdirilir.



Görsel 8.21: Lehim fitili

### Lehim Sökme İstasyonu

**Lehim sökme istasyonu**; elektronik devre elemanları, SMD (yüzey montajlı) elektronik devre elemanları, SMD (yüzey montajlı) çok bacaklı entegreler gibi sökülmesi hassas işçilik gerektiren elektronik parçaların sökülmesi için kullanılan, ısı ayarlı kalem havya ve ısı ayarlı fön havyası olan lehim sökme cihazına denir.



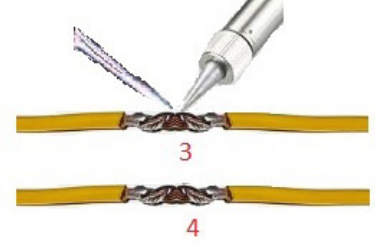
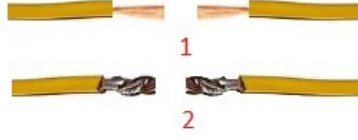
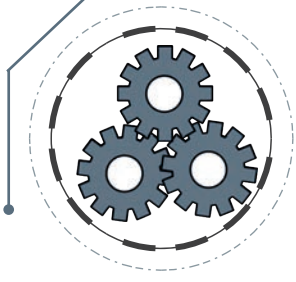
Görsel 8.22: Lehim istasyonu ve kullanım



### UYGULAMA 8.1:

### İletken Telleri Birbirine Lehimleme Uygulaması

**AMAÇ:** İletken telleri birbirine lehimlemeyi öğrenmek  
**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Görsel 8.23: İletken telin lehimlenmesi

#### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Havya	Kalem havya	1 Adet
Tel	0,5- 0,75- 1 mm kesitinde çeşitli tek ve çok damarlı iletken teller	1 Metre
Havya altlığı		1 Adet
Lehim teli	%67 Pb, %37 Sn	1 Metre
Yan keski		
Kargaburnu		

#### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Kalem havya, havya altlığına konur ve 220 volt prize takıp ısınması beklenir. Havyanın metal gövdesine el kesinlikle değmemelidir.
3. Atölye öğretmenin gözetiminde kablolar 10 cm uzunlukta kesilerek kabloların uçları 5 mm açılır.
4. Çok damarlı kabloların uçları parmak ile yuvarlanarak tek damarlı kablo görünümü elde edilir. Kabloların açıkta kalan 5 mm kısmına ön lehim yapılır. Lehimlerin kablo ucunda iyice dağıldığı görülür.
5. Arkadaşınızın yardımıyla kablolar birbirine değdirilir ve kablolar lehimlenir. Lehimin eriyip her iki kabloya da dağıldığı görülür.
6. Lehim soğuyuncaya kadar kablolar hareket ettirilmez.
7. Havyanın fişi çekilip soğuması beklenir.
8. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir.

#### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Değişik kesitlerdeki kabloların lehim süresi aynı mıdır?
2. Tek damarlı kablolar ile çok damarlı kablolar arasında lehimleme farkı var mıdır?



## Alınan Değerler ve Sonuç

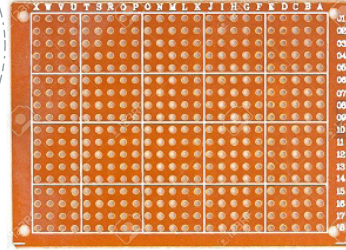
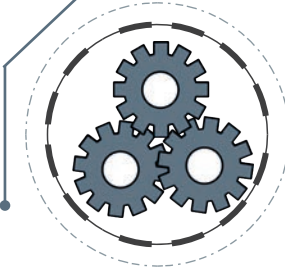
Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

### UYGULAMA 8.2:

#### İletken Telin Üniversal Plakete Lehimleme Uygulaması

**AMAÇ:** İletken tellerin üniversal plakete lehimlemesini öğrenmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Görsel 8.24: İletken telin üniversal plakete lehimlenmesi

### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Üniversal plaket	10x10 ölçüsünde	1 Adet
Havya	Kalem havya	1 Adet
Tel	0,5 – 0,75 – 1 mm kesitinde çeşitli tek ve çok damarlı iletken tel	1 Metre
Havya altlığı		1 Adet
Lehim teli	%67 Pb, %37 Sn	1 Metre
Yan		
Kargaburnu		

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Kalem havya, havya altlığına konur ve 220 volt prize takıp ısınması beklenir. Havyanın metal gövdesine el kesinlikle değmemelidir.
3. Atölye öğretmenin gözetiminde kablolar 10 cm uzunlukta kesilerek kabloların uçları 5 mm açılır.



4. Çok damarlı kabloların uçları parmak ile yuvarlanarak tek damarlı kablo görünümü elde edilir. Kabloların açıkta kalan 5 mm kısmına ön lehim yapılır. Lehimlerin kablo ucunda iyice dağıldığı görülür.
5. Üniversal bakır plaket oksitlenmiş ise ince zımpara ile hafifçe zımparalanır. Lehimlenen kablolar üniversal bakır plakete lehimlenir.
6. Havyanın fişi çekilip soğuması beklenir.
7. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

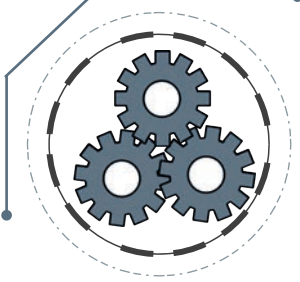
### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Kabloların ön lehimleme yapılmasının sebebi nedir?
2. Oksitlenmiş üniversal plaket neden ince zımpara ile hafifçe zımparalanır?

### Alınan Değerler ve Sonuç

DEĞERLENDİRME FORMU							TARİH	..../...../20....
Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

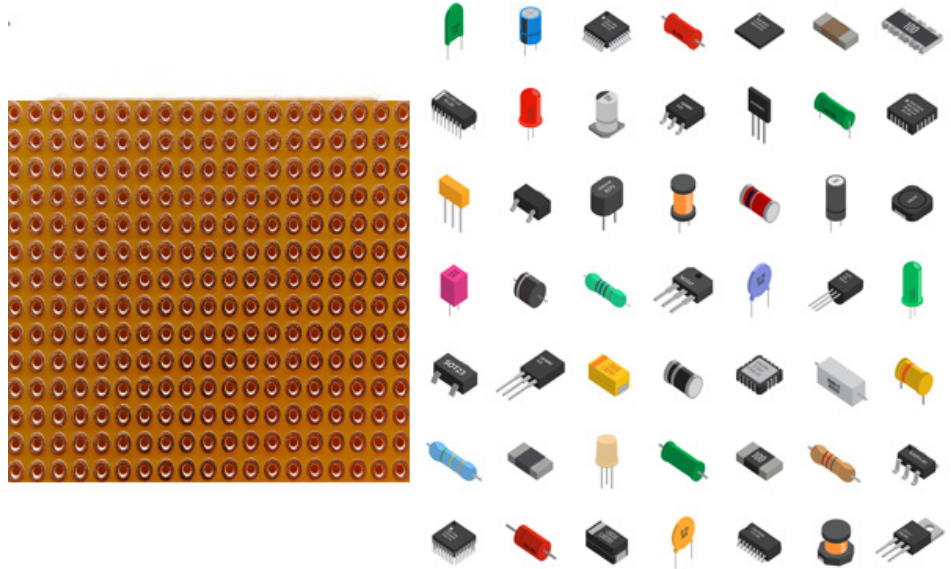
### UYGULAMA 8.3:



### Elektronik Devre Elemanlarının Üniversal Plakete Lehimleme Uygulaması

**AMAÇ:** Çeşitli elektronik devre elemanlarının üniversal plakete lehimlemesini öğrenmek

### Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler



Görsel 8.25: Üniversal plaket ve çeşitli devre elemanları



### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Üniversal plaket	10x10 ölçüsünde	1 Adet
Havya	Kalem havya	1 Adet
Direnç	10 K $\Omega$	2 Adet
Kondansatör	100 nF	2 Adet
Diyot	1N4001	2 Adet
Transistör	BC547	2 Adet
Entegre soketi	DIL-08	1 Adet
Tel	0,5 mm kesitinde	0,5 Metre
Havya altlığı		1 Adet
Lehim teli	%67 Pb, %37 Sn	1 Metre
Yan keski		

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Kalem havya, havya altlığına konur ve 220 volt prize takıp ısınması beklenir. Havyanın metal gövdesine el kesinlikle değmemelidir.
3. Atölye öğretmenin gözetiminde üniversal bakır plaket oksitlenmiş ise ince zımpara ile hafifçe zımparalanır.
4. Çok damarlı kabloların uçları parmak ile yuvarlanarak tek damarlı kablo görünümü elde edilir. Kabloların açıkta kalan 5 mm kısmına ön lehim yapılır.
5. Elektronik devre elemanlarının bacakları üniversal plaket üzerindeki deliklere uygun şekilde yerleştirilerek bükülür.
6. Önce üniversal plakete yerleştirilen elektronik devre elemanlarının sonra da iletken tellerin lehimleri yapılır.
7. Havyanın fişi çekilip soğuması beklenir.
8. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir.
9. Lehimlenen plaket bir sonraki uygulama için saklanır.



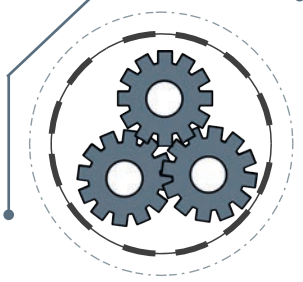
### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. İki bacaklı elektronik devre elemanın gövdesi lehimlendikten sonra plakete yatay mıdır? Yatay değilse sebebi nedir?
2. Lehimler parlak ve görünümleri yukarı doğru koni şeklinde değilse sebebi nedir?

### Alınan Değerler ve Sonuç

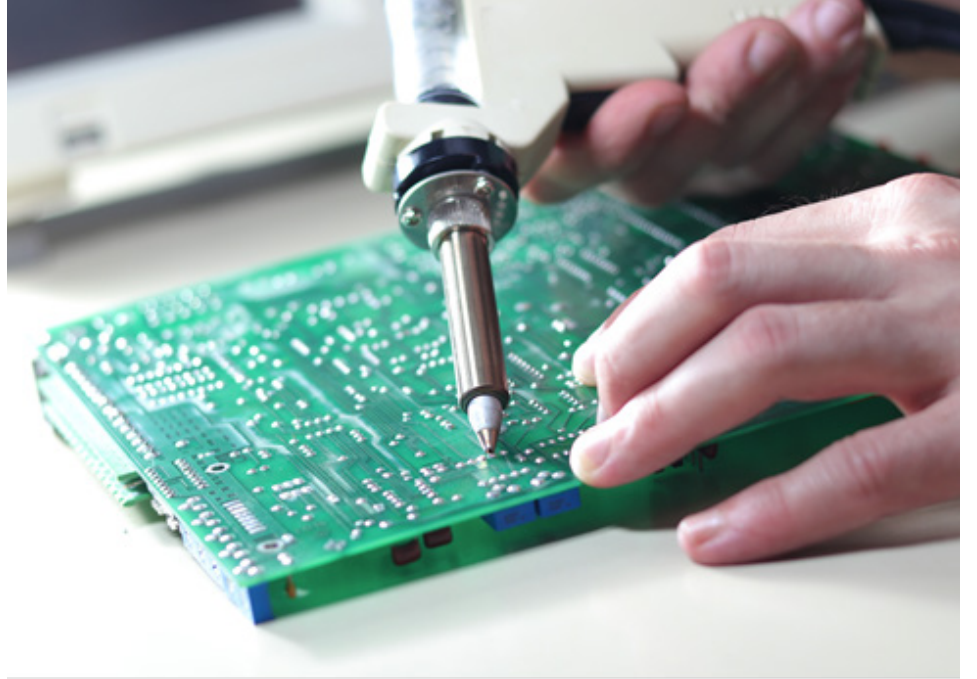
Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

### UYGULAMA 8.4: Üniversal Plaketten Lehim Sökme Uygulaması



**AMAÇ:** Üniversal plaketten elektronik devre elemanlarının sökülmesini öğrenmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Görsel 8.26: Bakır plaketten elektronik devre elemanının sökülmesi

**Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık**

Adı	Özelliği	Miktarı
Üniversal plaket	Bir önceki uygulamada lehimlenen üniversal plaket	1 Adet
Havya	Kalem havya	1 Adet
Havya altlığı		1 Adet
Lehim teli	%67 Pb, %37 Sn	1 Metre
Yan keski		
Kargaburnu		
Cımbız		
Saatçi tornavida		
Lehim pompası		
Lehim fitili		

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Kalem havya, havya altlığına konur ve 220 volt prize takıp ısınması beklenir. Havyanın metal gövdesine el kesinlikle değmemelidir.
3. Atölye öğretmenin gözetiminde üniversal bakır plaket üzerinden elektronik devre elemanlarının sökülmesine başlanır.
4. İki bacaklı elektronik devre elemanlarının tek bacağındaki lehim eritilip cımbız, yan keski, kargaburnu, saatçi tornavida yardımıyla çekilerek çıkartılır. Diğer bacağına da aynı işlem yapılır.
5. İki ve üç bacaklı elektronik devre elemanların bir kısmı ve sekiz bacaklı entegre soketi lehim pompası kullanılarak plaketten sökülür.
6. İki ve üç bacaklı elektronik devre elemanlarının geriye kalanı lehim fitili kullanılarak plaketten sökülür. Birlikte çalışılan arkadaşlara saygılı ve anlayışlı olunmalıdır.
7. Son olarak üniversal plaket üzerinde kalan lehim artıkları lehim fitili yardımı ile temizlenir.
8. Havyanın fişi çekilip soğuması beklenilir.
9. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

**Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler**

1. Lehim pompası ile lehim sökme aşamalarını açıklayınız.
2. Lehim fitili ile lehim sökme aşamalarını açıklayınız.

**Alınan Değerler ve Sonuç**

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



## 8.4. BASKI DEVRE ÇIKARMA

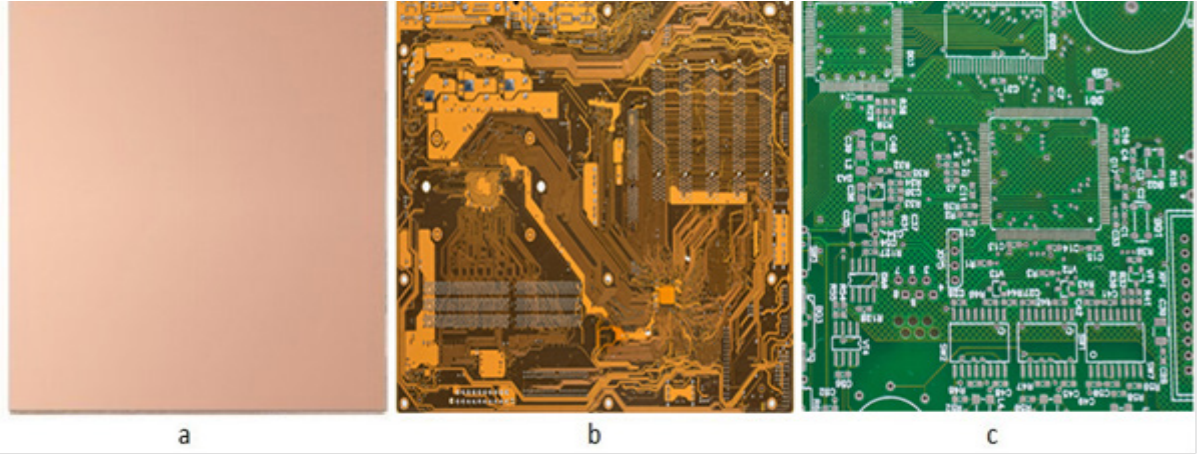


**AMAÇ:** İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak baskı devre çıkarmak

**GİRİŞ:** Baskı devre çizimi, elektronik şemanın bakır plaket üzerine aktarılmadan önce kâğıt üzerine bakır yolların çizilmesi işlemidir. Elektronik şemadaki bağlantı noktaları bakır yollar hâlinde baskı devre kartı üzerine aktarılır.

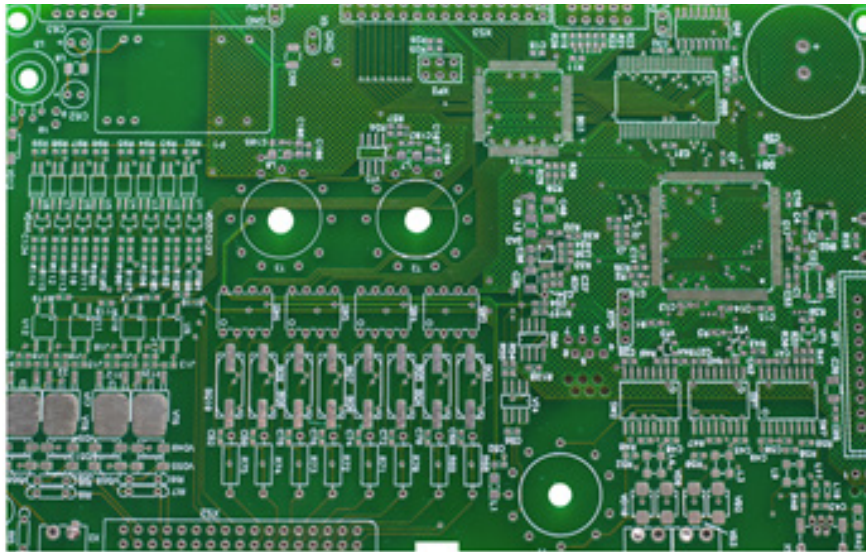
### 8.4.1. Baskı (Baskılı) Devre Kartlarının Yapısı, Kullanımı ve Çeşitleri

**Baskı devre kartı**, bir yüzeyi veya iki yüzeyi bakır levha yapıştırılmış yalıtkan malzemeden oluşan, elektronik devre elemanlarının üzerine yerleştirildiği, elemanlar arasındaki elektriksel bağlantının bakır yüzeyde oluşturulan yollarla sağlandığı tek ya da çok katmanlı imal edilmiş plakalardır. PCB (baskılı devre kartı) adı verilir.



**Görsel 8.27: a) Bakır plaket (boş baskı devre kart), b-c) Baskı devre kartı (PCB) görünümüleri**

PCB'ler kullanılırken bakır yolların hava ile temas edip oksitlenmesini veya iletken malzemelere temas edip kısa devre olmasını engellemek için yeşil, mavi, kırmızı, sarı, siyah gibi değişik renklere boyanmasına **lehim maskesi** denir. Lehim maskesinin üzerine serigrafi yöntemi ile elektronik devre elemanlarının parça referansı, değeri ve kılıf şekli basılır.



**Görsel 8.28: Yeşil lehim maskesi üzerine serigrafi baskısı**





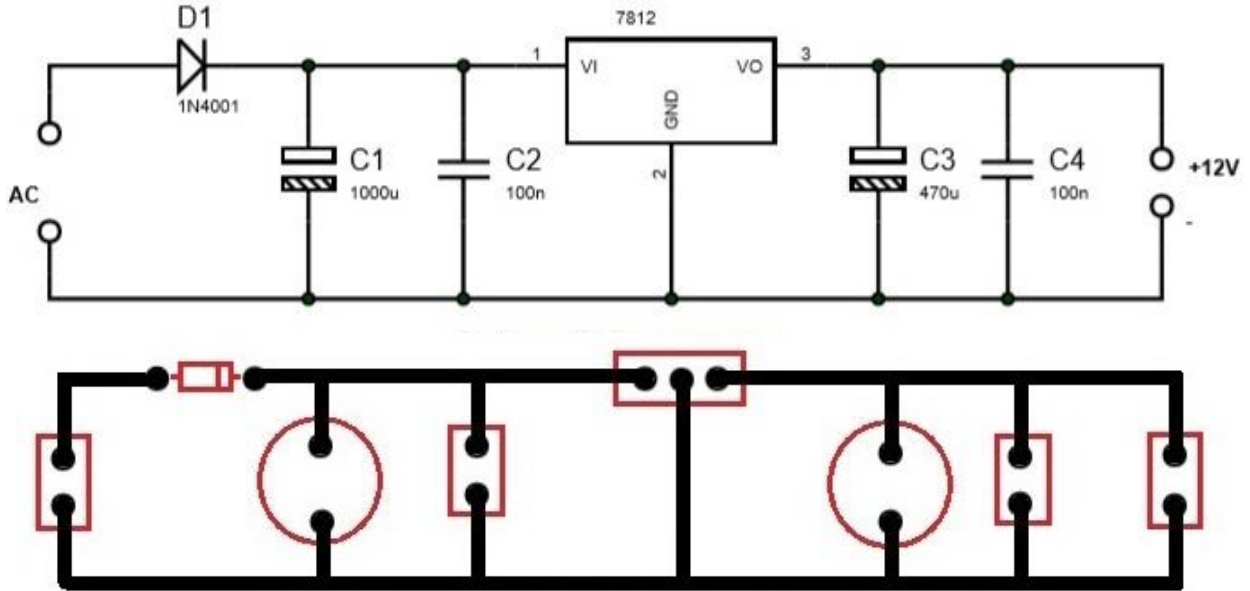
Baskı devre kartı (PCB) imal edilmiş tarzına göre şu şekilde sınıflandırılabilir:

- Tek yüzlü PCB (Single-Sided PCB)
- Çift yüzlü PCB (Double-Sided PCB)
- Çok katmanlı PCB (Multilayer PCB)
- Alüminyum PCB (Aluminum PCB)
- Esnek PCB (Flexible PCB)
- Katı esnek PCB (Rigid-Flex PCB)

## 8.4.2. Baskı Devre Çıkarma Yöntem ve Evreleri

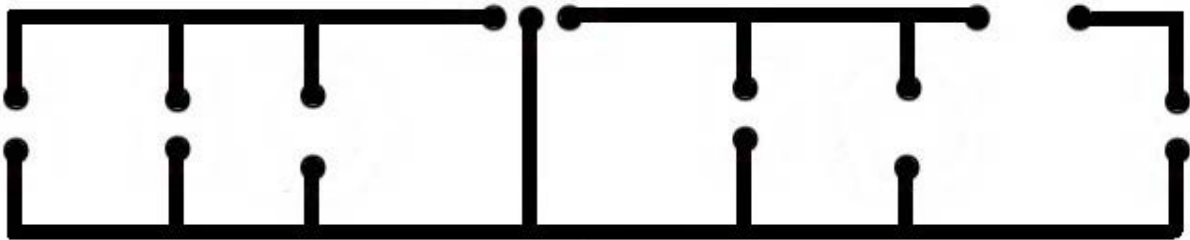
### El Çizimiyle Baskı Devre Hazırlama

Baskı devre kartı üzerine çizilecek olan görünüşün çıkarılabilmesi için milimetrik kâğıt veya aydinger kullanılır. Verilen elektronik devre şemasından devre elemanlarının gerçek boyutları dikkate alınarak milimetrik kâğıt veya aydinger üzerine delik noktaları işaretlenir. Çizim yapılacak yüzey, baskı devre kartının eleman yüzeyi görünüşüdür. Elektronik şemaya uygun olarak hatlar koyulaştırılır.



Şekil 8.1: Elektronik devre şeması ve eleman yüzeyi görünüşü

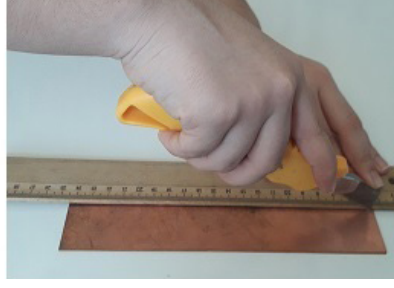
Milimetrik kâğıt veya aydinger ters çevrilerek ışık altında çizimler kâğıdın diğer yüzüne aktarılır ve aynı görüntüsü elde edilir. Böylece baskı devre kartının bakır yüzeyi görünüşü elde edilerek görünüş çıkarma işlemi tamamlanır. Çizimin ters görünüşünün elde edildiği unutmamalıdır. Çizimi yapılan görünüş bakır plakete aktarılmaya hazırdır.



Şekil 8.2: Bakır yüzeyi görünüşü

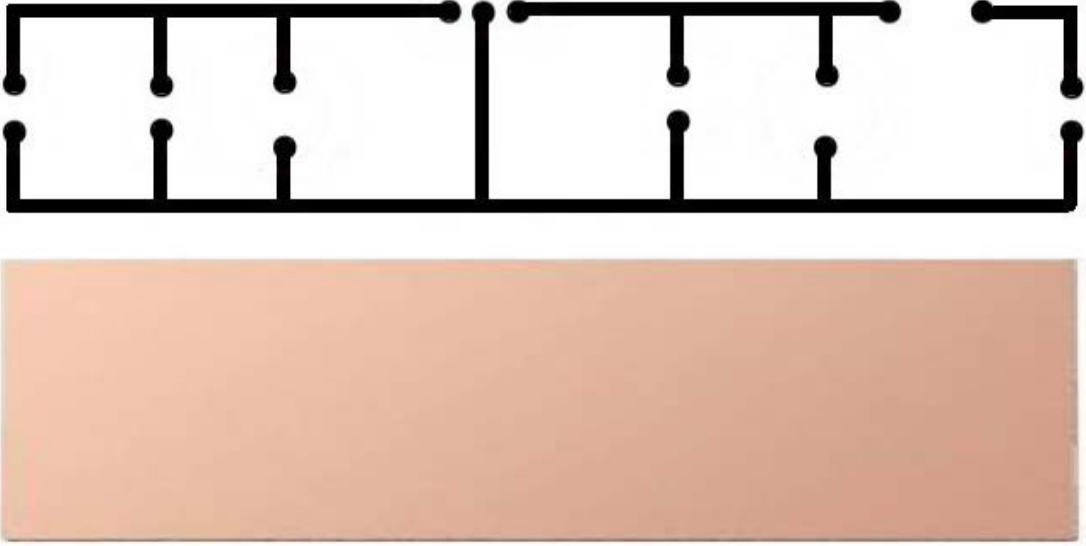


Elde edilen bakırlı yüzey, görünüş ölçülerine göre bakır plaketten demir testeresi, kıl testeresi veya maket bıçağı kullanılarak kesilir. Kenarları eğe ile törpülenir. Bakır plaket kesiminde ölçülere uygun ve estetik açıdan düzgün parçalar elde etmeye çalışılır.



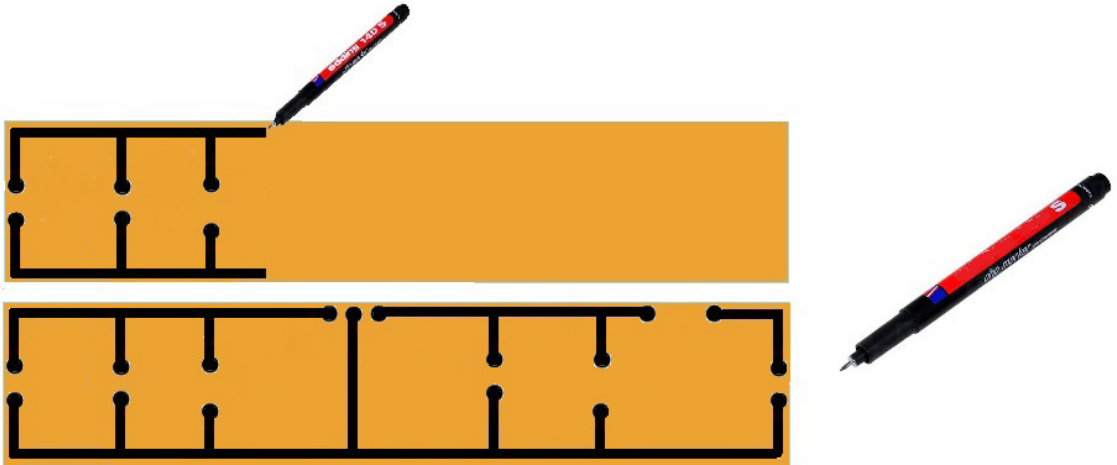
**Görsel 8.29:** Bakır plaketten parça kesilmesi ve parçanın kenarlarının eğelenmesi

Son olarak kesilen parça kimyasal çözücüler veya ince zımpara ile zımparalanarak yüzeyindeki kir ve pas arındırılır.



**Şekil 8.3:** Ölçülere göre kesilip temizlenmiş bakır plaket

Bakırlı yüzeyin görünüşü baskı devre kalemi ile bakır plakete çizilerek çizim tamamlanır. Bakır plaket, aşındırma işlemine hazır hâle gelir.



**Şekil 8.4:** Bakırlı yüzeyin görünüşünün baskı devre kalemi ile bakır plakete çizilmesi



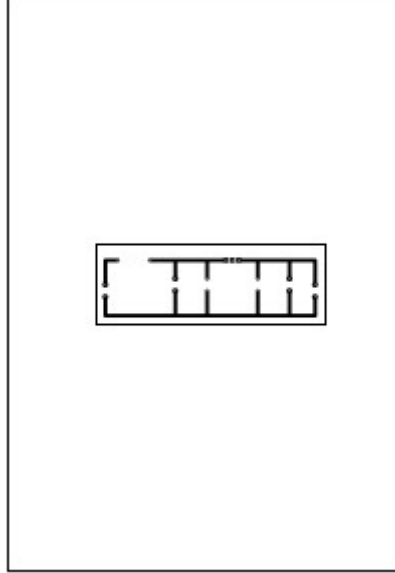
### Bilgisayar Yardımıyla Baskı Devre Hazırlama

Bilgisayarlı baskı devre çizim programları yardımı ile elektronik devre şemasından bakır plaket üst görünüşü çıkartılır.



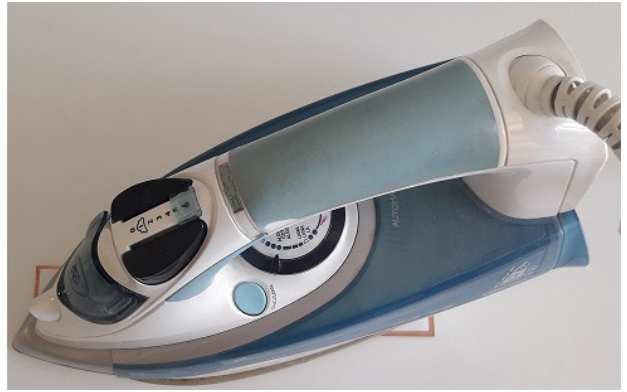
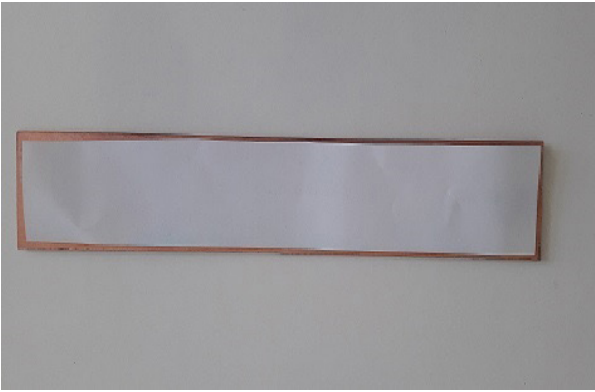
Şekil 8.5: Bilgisayarlı baskı devre çizim programı ile üst görünüş çizimi

Yapılan çizim, baskı devre üst görünüşü ve sadece bakır yollar olacak şekilde kuşe kâğıt üzerine lazer yazıcıdan yazdırılır.



Şekil 8.6: Bilgisayarlı baskı devre çizim programı ile üst görünüş çizimi

Ütü gibi ısı kaynakları kullanılarak kuşe kâğıttaki baskı devre üst görünüşü, uygun ölçüde kesilmiş bakır plakete aktarılır. Ütü, buharsız en yüksek kademede ısıtılır. Bakır plaket üzerine kâğıt yerleştirilir. Ütü, kâğıt ve plaket üzerine bırakılıp 2-3 dakika hafif baskı uygulanır.



Görsel 8.30: Bakır plaket üzerine ütünün yerleştirilmesi



Ütü aşamasından sonra bakır plakete su dolu kaba konularak kuşe kâğıdın suda ıslanıp bakır plaketten ayrılması beklenir. Kâğıt, plaket üzerinden temizlendikten sonra baskı devre üst görünüşü bakır plakete çıkmış olur. Böylece işlem tamamlanır.

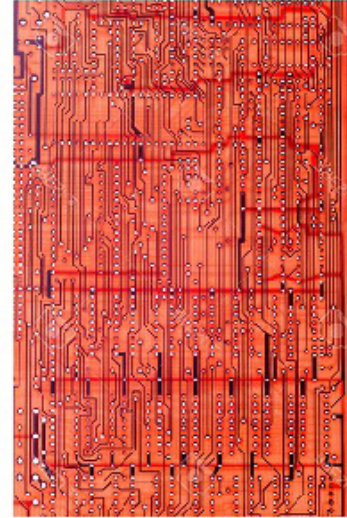


**Görsel 8.31: Bakır plakete üzerindeki kuşe kâğıdın temizlenmesi**

### Pozitiv 20 Yöntemiyle Baskı Devre Hazırlama

**Positiv 20**, baskı devre kartının elde edilmesinde kullanılan ışığa hassas kimyasal bir maddedir. Elektronik devre şemasından baskı devre üst görünüşünün çizimi, aydınlatıcı veya asetat kâğıdına PC (bilgisayar) ortamında veya el ile yapılır. Aydınlatıcı veya asetat kâğıdı daha önceden temizlenmiş ve Positiv 20 ile boyanıp kurutulmuş bakır plakete düzgünce yerleştirilir ve karanlık bir odada pozlandırma makinesi veya beyaz ışık altında birkaç dakika bekletilir. Işık görmeyen yerler, bakır plakete üzerinde belirgin hâle gelir.

Bakır plakete derişik NaOH (sodyum hidroksit) çözeltisi içine bırakılarak ışık gören yerlerdeki Positiv 20 boyasının bakır plaketten ayrılması sağlanır. Böylece baskı devre kartı elde edilir.



**Görsel 8.32: Positiv 20, pozlandırma cihazı ve PCB**

### Serigrafi Yöntemiyle Baskı Devre Hazırlama

Tahta çerçeve içine ipek gerilmesiyle işleme başlanır. Plastik kabın içine yaklaşık 50 ml serisol ve serisolün 1/10 ölçüğünde hızlandırıcı konular ve plastik veya cam çubukla karıştırılır.

Tahta çerçeve içindeki ipek üzerine hazırlanan karışım dökülür. Karışım rahle ile homojen bir şekilde ipek üzerine yayılır. Tahta çerçeve içindeki ipek, karanlık ortamda saç kurutma makinesi ile kurutulur.

İpek iyice kuruduktan sonra pozlandırma cihazı üzerine sabitlenmiş aydınlatıcı veya asetat kâğıdına çizilmiş baskı devre görünüşünün üzerine yerleştirilir. Baskı devre görünüşünün üzerine dışarıdan gelebilecek ışıkları engellemek için ışık geçirmeyen bir parça ve ağırlık konur.

Pozlandırma işlemi için ultraviyole ışık kaynağı açılır. 2 ile 5 dakika arasında pozlandırma işlemi yapılır.



Pozlandırma işleminden sonra ipek bol tazyikli suyun altına tutularak iyice yıkanır. Işık gören boya, ipek üzerinden dökülerek bakır yolların olacağı hatlar ipek üzerinde kalır. Islak ipek kurutulduktan sonra ipek ile ilgili işlemler biter.

Plastik kap içine bir miktar matbaa mürekkebi konur. Mürekkebi inceltmek için plastik kap içine selülozik tiner katılır. Karışım homojen olarak iyice karıştırılır.

Daha önceden kesilmiş ve temizlenmiş bakır plakete, ipek üzerindeki baskıya denk gelecek şekilde tahta çerçevesinin alt kısmına yerleştirilir. Hazırlanan matbaa mürekkebi yeterli miktarda ipek üzerine dökülerek rahle ile düzgün şekilde çekilir. Boya, ipekten bakır plakete geçince baskı devre kartı hazırlanmış olur.



Görsel 8.33: Serigrafi baskısı

### 8.4.3. Bakır Plaket Eritme İşlemi

Baskı devre plaketi üzerinde sadece elektronik devre yollarının bırakılıp diğer bakır kısımların plaketten sökülmesi işlemine **baskı devre kartı (bakır plaket) eritme işlemi** denir. Eritici olarak asit ve bazı kimyasal çözeltiler kullanılır.

Hidroklorik asit (tuz ruhu) ve peroksit (perhidrol) en çok kullanılan yöntemdir. Bunun dışında demir üç klorür ( $FeCl_3$ ) ve amonyum persülfat da kullanılmaktadır.

#### Tuz Ruhü ve Perhidrol Karışımıyla Bakır Plaket Eritme

Plastik bir kap içine dört ölçek tuz ruhu ve bir ölçek perhidrol dökülür. Kaba 100 ml tuz ruhu dökülmüş ise 25 ml de perhidrol dökülmelidir. Baskı devre kartı, hazırlanan bu karışım içine bırakılarak baskı devre yolları dışında kalan tüm bakır eriyinceye kadar kap yavaş yavaş sallanarak bekletilir. Erime yavaş ise az bir miktar perhidrol ilave edilebilir. Erime işlemi bittikten sonra baskı devre kartı plastik veya tahta maşa ile alınarak bol su ile yıkanır. Bu asit karışımı içine başka metal parçalar atılmaz. Pense, kargaburnu gibi el aletleriyle baskı devre kartını asit karışımının içinden almayınız. Karışım yakıcı ve çıkan buhar zehirli olduğu için havalandırmalı atölye ortamında, iş önlüğü, koruyucu gözlük ve maske ile çalışılması gerekmektedir. Bu asit karışımı vücudunuza temas ederse vücudunuzu bol suyla yıkamalısınız. Yakıcı maddelerle çalıştığınız için iş disiplinine uyunuz, diğer arkadaşlarınıza saygılı ve anlayışlı olunuz.



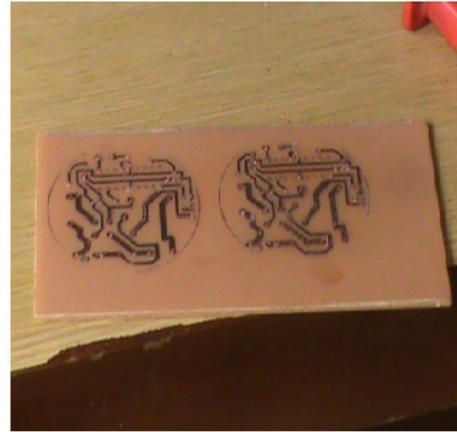
Görsel 8.34: Tuz ruhu perhidrol karışımı ile bakır plaket eritilmesi



### FeCl<sub>3</sub> Kullanarak Baskı Devre Kartı Eritme

Plastik kap içinde katı demir üç klorürün ezilip ılık suda karıştırılmasıyla veya plastik kap içine sıvı demir üç klorürün dökülmesiyle eritme kimyasalı hazırlanmış olur.

Baskı devre kartı, hazırlanan karışım içine bırakılır. Baskı devre yolları dışında kalan tüm bakır eriyinceye kadar kapta bekletilir. Erime yavaş olduğu için kabın ılık bir yüzey üzerinde bekletmesi iyi olur. Erime işlemi bittikten sonra plaket, plastik veya tahta maşa ile alınarak bol su ile yıkanır. Bu karışımın içine başka metal parçalar atmayınız. Pense kargaburnu gibi el aletleriyle bakır plaketi asit karışımının içinden almaya kalkmayınız. Bu işlem sırasında atölye ortamında iş önlüğü ve koruyucu gözlük ile çalışmanız gerekmektedir. Bu karışım vücudunuza temas ederse vücudunuzu bol suyla yıkamalısınız.



Görsel 8.35: FeCl<sub>3</sub> ile bakır plaketin eritilmesi

### 8.4.4. Baskı Devre Kartını Delme

Baskı devre kartının üzerine yerleştirilecek elektronik devre elemanlarının bacaklarının geleceği yerlere uygun uçlar kullanılarak matkapla delik açılması işlemine **baskı devre kartı delme** denir.

Baskı devre kartını delme işleminde tezgâh tipi matkap kullanıldığı gibi elektronikçi hobi tipi matkaplar da kullanılabilir. Matkap kullanılırken baskı devre kartına matkap kolu sertçe bastırılmaz. Baskı devre kartının delik noktalarından çatlamamasına dikkat edilir. Bu işlemler sırasında atölye ortamında iş önlüğü ve koruyucu gözlük ile çalışmanız gerekmektedir. Kullanılan ekipmanlar yetersiz sayıda ise herkesin kullanabilmesi için ekipmanlar gereksiz yere meşgul edilmemelidir.



Görsel 8.36: Tezgâh tipi ve hobi tipi matkaplar

### 8.4.5. Baskı Devre Kartına Elektronik Devre Elemanının Montajı

Baskı devre kartının üzerine elektronik devre elemanı montajında şu hususlara dikkat edilmelidir:

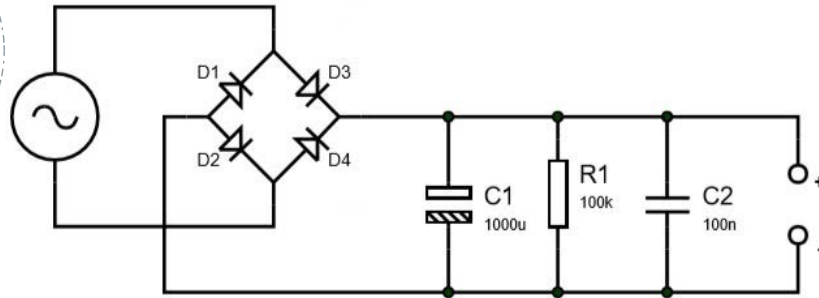
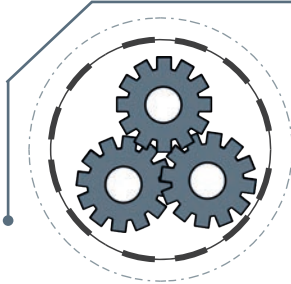
1. Kart üzerindeki bakırlı yollar AVÖmetre ile kontrol edilir. Yollar arası kısa devre veya açık devre olup olmadığı tespit edilir.
2. Bakır yollar arasında kısa devre varsa saatçi tornavida veya maket bıçağı ile kısa devre giderilir.
3. Bakır yollar arasında açık devre varsa iki yol arası kablo ile lehimlenir.
4. Baskı devre üst görünüşüne göre elektronik devre elemanları yerlerine yerleştirilir.
5. Diyot, transistör, entegre gibi yarı iletken devre elemanlarının bacak yönlerine dikkat edilmelidir.
6. Elektrolitik kondansatörün artı ve eksi bacakları karta doğru takılmalıdır.
7. Soğutucu üzerine monte edilecek elektronik devre elemanları varsa bunların soğutucuya montajında ısı iletici macunu ve gerekiyorsa yalıtım malzemeleri konulmalıdır.
8. Potansiyometre (ayarlanabilir direnç) ve anahtar gibi baskı devre kartı dışına monte edilecek devre elemanlarının kabloları kart üzerinde doğru bağlantı noktalarına takılmalıdır.
9. Lehimleme tekniklerine uygun olarak elektronik elemanlar kart üzerine lehimlenir.
10. Kart, lehimlemeden sonra selülozik tiner ile temizlenir.

#### UYGULAMA 8.5:

#### El Çizimiyle Baskı Devre Görünüşleri Çıkarma Uygulaması

**AMAÇ:** El ile çizim yaparak baskı devre görünüşü çıkarmasını öğrenmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Şekil 8.7: Doğrultma devresi



### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Kâğıt	Milimetrik veya aydinger	1 Adet

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Milimetrik kâğıt ve aydinger üzerine kenarları 5 cm olan kare çizilir.
3. Elektronik şemadaki devre elemanlarının gerçek ölçüleri cetvel ile belirlenir.
4. Çizilen 5x5 ebadındaki kare içine uygulama devresindeki elektronik şemaya uygun olarak devre elemanları yerleştirilir.
5. Devre elemanları arasındaki yollar çizilerek eleman yüzeyi üst görünüşü oluşturulur.
6. Kâğıt ters çevrilip çizilmiş olan üst görünüşün tersi kâğıda tekrar çizilir.
7. Elde edilen bakırlı yüzey alt görünüş çizimleri kalınlaştırılır.
8. Bakır plaket üzerine çizilecek görünüş elde edilir. Diğer uygulamalar için çizim saklanır.
9. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Eleman yüzeyi üst görünüş ile bakırlı yüzey alt görünüşü kavramları nedir? Kısaca açıklayınız.
2. Eleman yüzeyi üst görünüşün tersi neden tekrar çizilir?

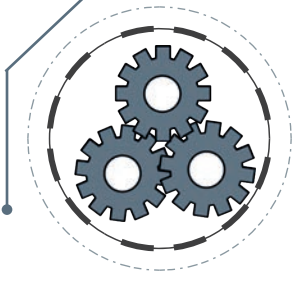
### Alınan Değerler ve Sonuç

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



**UYGULAMA 8.6:****Baskı Devre Görünüşünü Baskı Devre Kartına Aktarma Uygulaması**

**AMAÇ:** Baskı devre görüşünü baskı devre kartına aktarmayı öğrenmek  
**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**

**Görsel 8.37: Baskı devre görünüşü****Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık**

Adı	Özelliği	Miktarı
Baskı devre kartı (Bakır plaket)	5x5 ölçüsünde	1 Adet
Kalem	Baskı devre kalemi	1 Adet
Plaket temizleme kimyasalları		
İnce zımpara		

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. 5x5 ölçülerinde bakır plaket kesilir.
3. Kesilen baskı devre kartı kimyasallar veya ince zımpara ile temizlenir.
4. Baskı devre kartının kuru ve temiz olduğu kontrol edilir. Bakırlı yüzey alt görünüşü plaket üzerine yerleştirilip izole bant ile tutturulur.
5. Devre elemanlarının bacaklarının geleceği noktalar çivi ve çekiç yardımı ile hafifçe vurularak baskı devre kartını zedelemekten işaretlenir.
6. İşaretleme bittikten sonra kâğıt, bakır plaket üzerinden sökülür.
7. Kâğıt ve baskı devre kartındaki iz noktalarına bakılarak baskı devre kalemi ile bakır kalacak yollar çizilir.
8. Plaket üzerine öğrenci adı, soyadı ve numarası yazılarak çizim tamamlanır.
9. Çizimi bitirilen bakır plaket diğer uygulamalar için saklanır.
10. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

**Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler**

1. Baskı devre kartının temizlenme sebebi nedir?
2. Çivi ve çekiç yardımı ile bakır plaket neden işaretlenir?

**Alınan Değerler ve Sonuç**

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

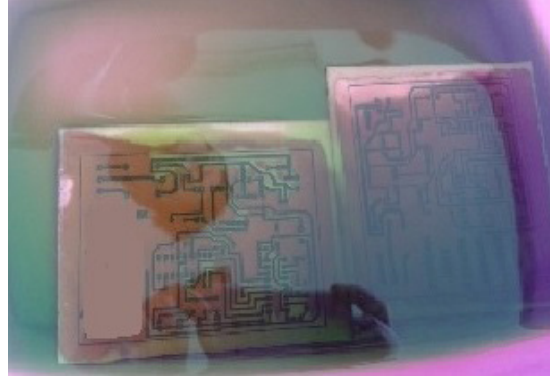
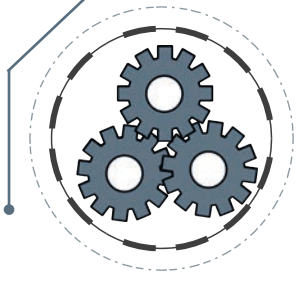


### UYGULAMA 8.7:

### Baskı Devre Kartı Eritme Uygulaması

**AMAÇ:** Baskı devre kartında gereksiz olan bakır kısımların eritilmesini öğrenmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Görsel 8.38: Baskı devre kartının eritilmesi

### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Baskı devre kartı (Bakır plaket)	5x5	1 Adet
Gözlük	İş gözlüğü	1 Adet
Tuz ruhu		
Perhidrol		
Plastik leğen		

### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Koruyucu gözlük takılır.
3. Plastik leğen içine 100 ml tuz ruhu ve 25 ml perhidrol dökülür.
4. Havalandırmanın yanına geçilir.
5. Baskı devre kartı leğen içine bırakılır.
6. Plastik leğen yavaş yavaş sallanarak eritme işlemi hızlandırılır. Gereksiz bakır kısım eriyinceye kadar plastik leğeni sallamaya devam edilir.
7. Gereksiz kısımlar eriyince baskı devre kartı plastik veya tahta maşa ile çıkartılır.
8. Vakit kaybedilmeden ve birine değdirilmeden baskı devre kartı hemen çeşmeye tutulup güzelce yıkanır.
9. Eritme işi tamamlandıktan sonra baskı devre kartı diğer uygulamalar için saklanır.
10. Geriye kalan asit sulandırılıp lavaboya veya tuvalete dökülür.
11. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı temizlenir.



### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Koruyucu gözlük takılmasının sebebi nedir?
2. Eritme işlemlerini havalandırma yanında yapılmasının sebebi nedir?
3. Baskı devre kartının plastik veya tahta maşa ile çıkarılmasının sebebi nedir?

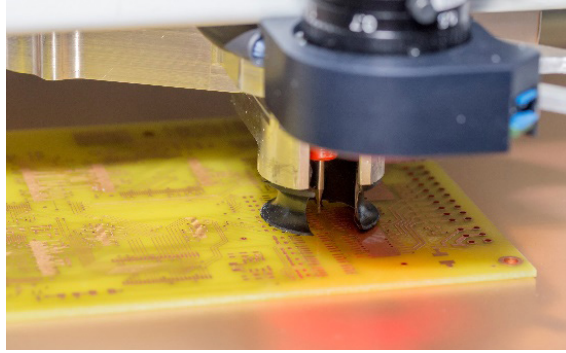
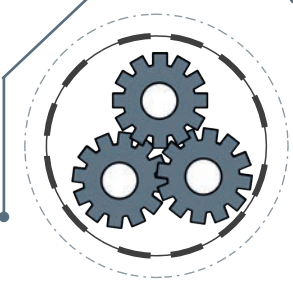
### Alınan Değerler ve Sonuç

DEĞERLENDİRME FORMU							TARİH	...../...../20....
Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

### UYGULAMA 8.8: Baskı Devre Kartı Delme Uygulaması

**AMAÇ:** Baskı devre kartının matkapla delinmesini öğrenmek

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Görsel 8.39: Matkap ile delik delinmesi

### Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık

Adı	Özelliği	Miktarı
Baskı devre kartı (Bakır plaket)	Önceki devreden hazırlanan	1 Adet
Matkap	Tezgâh üstü veya hobi	1 Adet
Gözlük	İş gözlüğü	1 Adet
Temizleyici	Kimyasal veya ince zımpara	



### İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Koruyucu gözlük takılır.
3. Delinecek deliğe göre tezgâh matkabına uygun uç takılır.
4. Atölye öğretmenin gözetiminde matkap çalıştırılır.
5. Baskı devre kartı üzerinde delinmesi gereken noktalar delinir.
6. Delme işlemi bitince matkabın enerjisi kesilerek durdurulur.
7. Delme işlemi tamamlandıktan sonra baskı devre kartı diğer uygulamalar için saklanır.
8. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

### Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

1. Koruyucu gözlük takılmasının sebebi nedir?
2. Delme işleminde farklı çapta uçlar kullanılmasının sebebi nedir?

### Alınan Değerler ve Sonuç

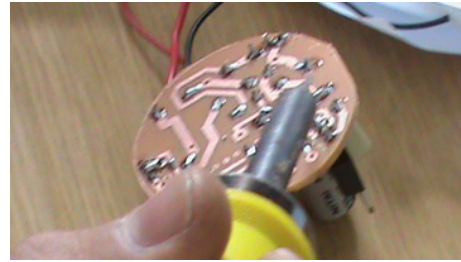
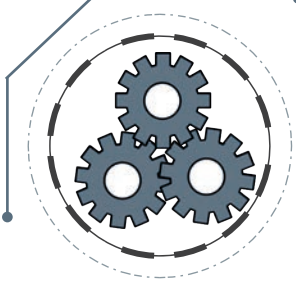
		DEĞERLENDİRME FORMU					TARİH	..../...../20....
Öğrencinin Adı Soyadı	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							

### UYGULAMA 8.9:

#### Devre Elemanlarının Baskı Devre Kartına Montajı Uygulaması

**AMAÇ:** Baskı devre kartına devre elemanlarının montajını yapmak

**Uygulamaya Ait Şema, Bağlantı Şekli ve Resimler**



Görsel 8.40: Baskı devre kartının lehimlenmesi

**Kullanılacak Araç Gereç, Makine ve Avadanlık**

Adı	Özelliği	Miktarı
Baskı devre kartı (Bakır plaket)	Önceki devreden hazırlanan	1 Adet
Havya	Kalem havya	
Elektronik devre elemanları	Devrede kullanılan elemanlar	
Gözlük	İş gözlüğü	1 Adet
Temizleyici	Kimyasal veya ince zımpara	1 Adet
Havya altlığı		1 Adet
Lehim teli	%67 Pb, %37 Sn	1 Metre
Yan keski		
Kargaburnu		

**İşlem Basamakları**

1. İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınır. Tüm araç ve gereçler hazırlanır. Çalışma ortamında dikkati dağıtacak fazla malzeme bulundurulmamalıdır.
2. Koruyucu gözlük takılır.
3. Baskı devre kartı kimyasal temizleyici veya zımpara kâğıdı ile temizlenir.
4. Eleman yüzeyi üst görünüşüne göre elektronik devre elemanları düzgün bir şekilde baskı devre kartına yerleştirilir.
5. Atölye öğretmenin gözetiminde havya, havya altlığına konularak fiş, prize takılır ve havyanın ısınması beklenir.
6. Havya ısınınca lehimleme işlemleri yapılır.
7. Lehimleme işlemleri bitince havya prizden çekilip havyanın soğuması beklenir.
8. Baskı devre kartına lehimlenen elektronik devre elemanlarının bacak fazlalıkları kesilir.
9. Baskı devre kartının bakır yüzeyi selülozik tinerle temizlenip montaj işlemi tamamlanır.
10. Yapılan işler öğretmen tarafından kontrol edilir. Çalışma alanı ve atölye temizlenir.

**Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler**

1. Baskı devre kartının kimyasal temizleyici veya zımpara kâğıdı ile temizlenmesinin sebebi nedir?
2. Baskı devre kartının bakır yüzeyinin selülozik tinerle temizlenmesinin sebebi nedir?

**Alınan Değerler ve Sonuç**

Öğrencinin Adı Soyadı	DEĞERLENDİRME FORMU						TARİH	...../...../20....
	Değerlendirme Alanları	İş Güvenliği	Bilgi	Beceri	Temizlik ve Düzen	Süre Kullanımı	Toplam	Onay (İmza)
Numarası	Alanlara Verilen Puan	10	30	40	10	10	100	
Öğretmenin Adı Soyadı	Takdir Edilen Puan							



## 8.ÖĞRENME BİRİMİ

### ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

#### A) Aşağıdaki cümlelerde parantez içine yargılar doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. ( ) Elektronik lehimlemede çalışma ısı beş yüz dereceden düşüktür.
2. ( ) Lehimin yapılacağı baskı devre yüzeyini temizlemeye gerek yoktur.
3. ( ) Kaliteli lehim parlak, temiz, çatlaksız ve koni görüntüsündedir.
4. ( ) Lehim erirken çıkan duman ciğerlere çekilmemelidir.
5. ( ) Havya, kullanılmadığı zamanlarda da prizde tutulmalıdır.
6. ( ) Baskı devre kalemine fleksi kalem de denir.
7. ( ) Pozitif 20 maddesi ışığa duyarlıdır
8. ( ) Serigrafî yöntemi bir baskı devre çıkarma yöntemidir
9. ( ) Bakır plaket eritme işleminde 5 ölçü perhidrole 1 ölçü tuz ruhu katılır.
- 10.( ) Elektronik devre elemanlarının bakır plaket üzerine yerleştirilmesi ve lehimlenmesi işine montaj denir.

#### B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Havya yüksek ....., olduğu için temas hâlinde insanlara ve eşyalara zarar verebilir.
2. Lehim yapılacak yer iyice .....ve oksitten arınmalıdır.
3. Elektronik devre elemanlarının bacakları lehimden önce az miktarda lehimlenmelidir. Buna .....denir.
4. Direnç, diyot gibi elektronik devre elemanının bacakları lehimlemeden önce ..... derece bükülür.
5. Baskı devre kartı üzerindeki lehimi çekerken.....pompa kullanılır.
6. Elektronik devrelerin elemanlarını bir araya toplanması ile elde edilen karta ..... kartı denir
7. Serigrafî yönteminde ultraviyole kaynağı olarak .....cihazı kullanılır.
8. Bakır plaketi kesmek için ..... veya maket bıçağı kullanılabilir.
9. Baskı devreyi bakır plaketin üzerine aktarmak için milimetrik kâğıt veya.....kullanılır.
10. Baskı devre kartının delinmesinde .....üstü matkap daha çok kullanılır.



# KAYNAKÇA

## ÖĞRENME BİRİMİ – 1

### Yazılı Kaynaklar

- [1.1] Ateş, F.M., Teber, A., Güngör, O. (2014). Elektrik Kazalarına Karşı Temel Önlemler ve İlk Yardım Üzerine Bir Çalışma. Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Cilt 2 Sayı 2, 336-347. Erişim adresi <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bufbd/issue/50962/645286>
- [1.2] Aydın, F., Ovacılı, S., Pekiner, T. (2014). İş sağlığı ve güvenliği uygulamaları rehberi. Ankara: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. Erişim adresi <https://ailevecalisma.gov.tr/media/1335/i%C5%9F-sa%C4%9Flu%C4%B1%C4%9F%C4%B1-ve-guevenli%C4%9Fi-uygulamalar%C4%B1.pdf>
- [1.3] Eröztürk, B. (2005). Cep Telefonu Pillerinin Asidik Ortamda Çözündürülerek Metal Miktarlarının Tespiti Ve Hidroksitleri Şeklinde Çöktürülmesi. (Yüksek Lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul). Erişim adresi <https://polen.itu.edu.tr/xmlui/handle/11527/8930>
- [1.4] Tezekici, S. (2005). Türkiye’de Enerji Sektörü ve Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu (Kaynaklar-Politikalar). (Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul). Erişim adresi <http://nek.istanbul.edu.tr:4444/ekos/TEZ/40896.pdf>
- [1.5] Cilveli, G. (2012). Tekstil Ürünlerindeki Elektrostatik Yüklenmenin Kullanım Performansına ve Konfor Algısına Etkileri. (Yüksek Lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir). Erişim adresi <http://acikerisim.deu.edu.tr:8080/xmlui/handle/20.500.12397/7690>
- [1.6] Ongun, İ. (2014). Devre Çözümleme Temelleri. İzmir: Ege Üniversitesi Yayınları. Erişim adresi <http://tec.ege.edu.tr/dersler/aa%20devre%20analizi%20ders.pdf>
- [1.7] Bağatırlar, A. G. (2016). Manyetik Alan Kullanılarak Isı Elde Edilmesi. (Yüksek Lisans tezi, Hitit Üniversitesi, Çorum). Erişim adresi [http://cdn.hitit.edu.tr/fbe/files/54158\\_1609061012834.pdf](http://cdn.hitit.edu.tr/fbe/files/54158_1609061012834.pdf)
- [1.8] Doğrukol, S. (2002). Piezoelektrik Malzemelerin Bünye Denklemleri. (Yüksek Lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta). Erişim adresi <http://tez.sdu.edu.tr/Tezler/TF00474.pdf>
- [1.9] Yaman, M.M. (2009). Güneş Işınımı ve Termoelektrik Malzemeler ile Elektrik Enerjisi Üretimi. (Yüksek Lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta). Erişim adresi <http://tez.sdu.edu.tr/Tezler/TF01365.pdf>
- [1.10] Uçak Bakım Alanı Çerçeve Öğretim Programı (2017). Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.

### İnternet Erişim Kaynakları

- [1.1] <http://www.guvenliinsaat.gov.tr/elektrik.html> (Erişim: 19.05.2020, 03:00)
- [1.2] <https://www.afad.gov.tr/kbrn/atomun-yapisi-ve-izotoplar> (Erişim: 20.05.2020, 00:00)
- [1.3] <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/proton-ve-notronun-kutleleri> (Erişim: 20.05.2020, 00:10)
- [1.4] [http://www.emo.org.tr/ekler/cf64379eb6f29a4\\_ek.pdf?dergi=167?riqnaynzriqeiayn](http://www.emo.org.tr/ekler/cf64379eb6f29a4_ek.pdf?dergi=167?riqnaynzriqeiayn) (Erişim: 21.05.2020, 01:20)
- [1.5] <https://www.makaleler.com/elektriklenme-cesitleri-ve-elektrik-yukleri-arasindaki-iliski> (Erişim: 21.05.2020, 21:40)
- [1.6] <https://acikerisim.deu.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/20.500.12397/7690/305249.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Erişim: 21.05.2020, 21:50)
- [1.7] <http://acikerisim.pau.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/11499/1014/Elektromanyetik%20Alanlar.pdf?sequence=2&isAllowed=y> (Erişim: 21.05.2020, 17:20)
- [1.8] <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/cozeltilerin-iletkenligi> (Erişim: 21.05.2020, 23:30)
- [1.9] [http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201918163624843-EK-1\\_U%C3%87AK%20BAKIM\\_%C3%87-%C3%96P.pdf](http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201918163624843-EK-1_U%C3%87AK%20BAKIM_%C3%87-%C3%96P.pdf) (Erişim: 26.06.2020, 19:00)



## ÖĞRENME BİRİMİ – 2

### Yazılı Kaynaklar

[2.1] Delebe, E. (2019). Elektronik Devre Elemanları. İstanbul: Kodlab.

[2.2] Bereket, M. ve Tekin, E. (2004). Atelye ve Laboratuvar 1. İzmir: Kanyılmaz Matbaası. **İnternet Erişim Kaynakları**

[2.1] [https://www.electronics-notes.com/articles/basic\\_concepts/current/what-is-electrical-current.php](https://www.electronics-notes.com/articles/basic_concepts/current/what-is-electrical-current.php) (Erişim: 05.06.2020, 11:05)

[2.2] [https://www.electronicshub.org/dc-circuits-basics/#Electric\\_Current](https://www.electronicshub.org/dc-circuits-basics/#Electric_Current) (Erişim: 05.06.2020, 14:10)

[2.3] <https://elektrikinfo.com/ampermetre-nedir> (Erişim: 05.06.2020, 15:30)

[2.4] <https://www.electrical4u.com/ammeter> (Erişim: 05.06.2020, 16:00)

[2.5] <https://pinumerus.wordpress.com/category/elektrik/page/1> (Erişim: 06.06.2020, 10:15)

[2.6] <https://www.watelectronics.com/ohmmeter-circuit-and-types-of-ohmmeters> (Erişim: 07.06.2020, 21:50)

[2.7] <https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/olcu-aleti-nasil-kullanilir-1-bolum-elektrikport-akademi/17134#ad-image-0> (Erişim: 08.06.2020, 23:05)

[2.8] <https://diyot.net/guc-olcme> (Erişim: 11.06.2020, 11:10)

[2.9] <http://elektrikelektronikegitimi.blogspot.com/2019/06/bir-fazl-aktif-elektrik-sayac-devre.html> (Erişim: 11.06.2020, 12:00)

## ÖĞRENME BİRİMİ – 3

### Yazılı Kaynaklar

[3.1] Delebe, E. (2019). Elektronik Devre Elemanları. İstanbul: Kodlab.

[3.2] Pınar, S. (2014). Doğru Akım Devreleri. İzmir: Ege Üniversitesi Yayınları. Erişim adresi <http://www.tec.ege.edu.tr/dersler/DA%20Devre%20Analizi%20ders.pdf>

[3.3] Kuşdoğan, Ş., Kandemir Beşer, E. (2018). Elektrik Ölçme. Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi Yayınları. Erişim adresi <http://elektrik.kocaeli.edu.tr/upload/duyurular//2409180837022e795.pdf>

### İnternet Erişim Kaynakları

[3.1] <https://mdbf.bandirma.edu.tr/Content/Web/Yuklemeler/Sayfa/Dosya/2720/b30b9354-e6e5-9bac-2496-d337201dd584.pdf> (Erişim: 13.06.2020, 14:50)

[3.2] <http://mimoza.marmara.edu.tr/~hkorkmaz/sayfa-ETG/7.pdf> (Erişim: 13.06.2020, 12:50)

[3.3] <http://mimoza.marmara.edu.tr/~hkorkmaz/sayfa-ETG/15.pdf> (Erişim: 29.06.2020, 22:30)

[3.4] [http://www.fzk.yildiz.edu.tr/images/files/Muh\\_Lab2\\_E3.pdf](http://www.fzk.yildiz.edu.tr/images/files/Muh_Lab2_E3.pdf) (Erişim: 11.05.2020, 15:20)

[3.5] [http://ceng.balikesir.edu.tr/wp-content/uploads/2016/10/Elektronik\\_Devreler\\_Lab\\_Deney\\_1-4.pdf](http://ceng.balikesir.edu.tr/wp-content/uploads/2016/10/Elektronik_Devreler_Lab_Deney_1-4.pdf) (Erişim: 11.06.2020, 14:30)

[3.6] <https://fizik.medeniyet.edu.tr/documents/fizik/doc/Elektronik1FizikLab/deney-1-dc-gerilm-dc-akim-ve-drenc-olcumler.pdf> (Erişim: 11.06.2020, 14:350)

[3.7] <http://physics.science.ankara.edu.tr/files/2015/10/Deney1-2.pdf> (Erişim: 13.06.2020, 12:20)

[3.8] [http://www.fzk.yildiz.edu.tr/images/files/Fiz\\_Lab2\\_Deney\\_Foyu.pdf](http://www.fzk.yildiz.edu.tr/images/files/Fiz_Lab2_Deney_Foyu.pdf) (Erişim: 13.06.2020, 18:50)

## ÖĞRENME BİRİMİ – 4

### Yazılı Kaynaklar

[4.1] Bayram, H. (1993). Elektronik. Bursa: Özkan Matbaacılık.

[4.2] Delebe, E. (2019). Elektronik Devre Elemanları. İstanbul: Kodlab.





### İnternet Erişim Kaynakları

- [4.1] <https://www.electronicshub.org/introduction-to-capacitors> (Erişim: 24.05.2020, 20:00)
- [4.2] [https://www.electronics-tutorials.ws/capacitor/cap\\_1.html](https://www.electronics-tutorials.ws/capacitor/cap_1.html) (Erişim: 25.05.2020, 15:45)
- [4.3] [https://www.electronics-notes.com/articles/electronic\\_components/capacitors/capacitor-types.php](https://www.electronics-notes.com/articles/electronic_components/capacitors/capacitor-types.php) (Erişim: 26.05.2020, 14:25)
- [4.4] <https://notpast.com/elektronik/Kondansator-Nedir-34.html> (Erişim: 27.05.2020, 17:10)
- [4.5] <https://diyot.net/kondansator> (Erişim: 27.05.2020, 20:30)
- [4.6] <https://www.elektrikrehberiniz.com/kondansator/kondansator-ve-direnc-renk-kodlari-2-3204> (Erişim: 28.05.2020, 19:10)
- [4.7] <https://maker.robotistan.com/kondansator-nedir> (Erişim: 28.05.2020, 21:30)

### ÖĞRENME BİRİMİ – 5

#### Yazılı Kaynaklar:

- [5.1] APK Daire başkanlığı, (2011). Havacılık Terimleri Sözlüğü, ANKARA: DHMİ Genel Müdürlüğü
- [5.2] Özel D., Töre C., (2007). Kompozit Uçak Yüzeyinde Elektrik İletkenliği, Mühendis ve Makina, Cilt:48, Sayı: 566, ANKARA: TMMOB
- [5.3] Mollamahmutoğlu, H. H., (2009). Kablo Eklerinin Elektriksel ve Isıl Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İSTANBUL: İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü
- [5.4] Zile M., (1999). Koaksiyel, Paraksiyel ve Çubuk Düzlem Geometrilerde Korona Başlangıç Voltaj ve Elektrik Alan Analizi, Yüksek Lisans Tezi, ANKARA: G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü
- [5.5] Elektrik Mühendisleri Odası (EMO), (2012). Elektrik Tesisleri Genel Teknik Şartnamesi ve Uygulama Esasları, ANKARA: TMMOB EMO
- [5.6] Çoruh N., Aras F., Kaya N., Çiğerci İ., (2019). Uçak Kablo Sisteminde Meydana Gelen Yaşlanma ve Bozulmaların Bakım Odaklı Değerlendirilmesi, Mühendis ve Makine, Cilt:60, Sayı:694, s. 1-9, ANKARA: TMMOB
- [5.7] MEGEP, 2011. Elektrik Kabloları ve Konnektörler, Uçak Bakım, ANKARA: TC.MEB
- [5.8] MEGEP, 2012. Yer Altı Enerji Hatları, Elektrik Elektronik Teknolojisi, ANKARA: TC.MEB
- [5.9] Federal Aviation Administration (FAA), (2012). Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe Volume 1, ABD: U.S. Department of Transportation
- [5.10] Federal Aviation Administration (FAA), (2012). Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe Volume 2, ABD: U.S. Department of Transportation

#### İnternet Erişim Kaynaklar

- [5.1] <https://www.elektrikport.com/universite/kablo-kodlama-detaylari-ve-kod-anlamlari/21707#ad-image-0> (Erişim: 06.06.2020, 17:11)
- [5.2] <https://www.elektriktesisatportali.com/kablolarin-seciminde-siniflandirma-kriterleri-yazi-dizisi-3-kablo-semoller-1.html> (Erişim: 06.06.2020, 17:23)
- [5.3] <https://otomasyonadair.com/2015/11/03/enerji-kablolari-ve-rumuzlandirma/> (Erişim: 08.06.2020, 13:55)
- [5.4] <http://www.elektrik.gen.tr/2015/08/kablo-ve-iletken-tipleri/210> (Erişim: 10.06.2020, 10:13)
- [5.5] <https://www.elektrikrehberiniz.com/kablo/koaksiyel-kablo-nedir-15679/> (Erişim: 11.06.2020, 00:22)
- [5.6] <https://etmd.org.tr/kablo-pabucu-nedir-kablo-uyumu-nedir/> (Erişim: 11.06.2020, 02:42)
- [5.7] <https://diyot.net/klemens-nedir/> (Erişim: 11.06.2020, 02:56)
- [5.8] <https://antrak.org.tr/blog/lehimsiz-soket-yapmak/> (Erişim: 11.06.2020, 15:02)



- [5.9] <https://www.elektrikrehberiniz.com/elektronik/konnektor-nedir-68036/>  
(Erişim: 11.06.2020, 21:55)
- [5.10] <https://www.flight-mechanic.com/lacing-tying-and-cutting-wire-bundles/>  
(Erişim: 13.06.2020, 22:21)
- [5.11] <https://www.flight-mechanic.com/wiring-installation-and-routing-part-four/>  
(Erişim: 15.06.2020, 01:52)
- [5.12] <https://www.aircraftsystemstech.com/2017/05/wiring-installation.html>  
(Erişim: 16.06.2020, 03:51)
- [5.13] <https://www.elektrikrehberiniz.com/topraklama/topraklama-olcumu-nasil-yapilir-726/> (Erişim: 17.06.2020, 01:16)
- [5.14] <http://www.topraklama.com/topraklama-olcumu/yalitkanlik-direncini-olcme/> (Erişim: 17.06.2020, 01:54)

## ÖĞRENME BİRİMİ – 6

### Yazılı Kaynaklar

- [6.1] Özkan Uçaralp, Z. 2014. Endüstri Ürünleri Tasarımı Temelinde: Yolcu Uçaklarında Aydınlatma Sistemleri-nin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İSTANBUL: İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü
- [6.2] APK Daire başkanlığı, 2011. Havacılık Terimleri Sözlüğü, ANKARA: DHMİ Genel Müdürlüğü
- [6.3] MEGEP, 2017. İşiklar, Uçak Bakım, ANKARA: TCMEB
- [6.4] MEGEP, 2018. Zayıf Akım Devreleri, Elektrik Elektronik Teknolojisi, ANKARA: TCMEB
- [6.5] MEGEP, 2018. Kuvvetli Akım Devreleri, Elektrik Elektronik Teknolojisi, ANKARA: TCMEB
- [6.6] Federal Aviation Administration (FAA), (2012). Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe Volume 1, ABD: U.S. Department of Transportation
- [6.7] Federal Aviation Administration (FAA), (2012). Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe Volume 2, ABD: U.S. Department of Transportation
- [6.8] Bygate, J.E., 1990. Aircraft Electrical Systems: Single and Twin Engine, Yayıncı: Jeppesen Sanderson
- [6.9] Öztürk, A., 2017. İç Aydınlatma Kontrolünde Programlanabilir Denetleyiciler ile Kablosuz Ağ Teknolojisi-nin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İSTANBUL: İ.A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü
- [6.10] Haliloğlu, A.B., 2012. Güç Transformatörlerinin Standartlara Göre Termal Analizi, Yüksek Lisans Tezi, ANKARA: G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

### İnternet Erişim Kaynaklar

- [6.1] <https://www.elektrikrehberiniz.com/elektriksigortasi/elektrik-sigortasi-1643/> (Erişim: 18.05.2020, 23:05)
- [6.2] <https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/sigorta-nedir-ve-nasil-calisir/22369#ad-image-0>  
(Erişim: 24.06.2020, 00:15)
- [6.3] <https://elektrikinfo.com/otomatik-sigorta-nedir/> (Erişim: 24.06.2020, 00:22)
- [6.4] <https://maker.robotistan.com/gerilim-akim-direnc-nedir-temel-elektrik-kavramlari/#Sigorta-Nedir>  
(Erişim: 24.06.2020, 00:24)
- [6.5] <https://www.fenokulu.net/mobil/fen-konulari/konu923> (Erişim: 19.05.2020, 12:23)
- [6.6] <https://www.elektrikce.com/desarj-lambalari/> (Erişim: 27.05.2020, 02:56)
- [6.7] <http://boardinginfo.com/ucaktaki-isiklarin-gorevi-ne/> (Erişim: 28.05.2020, 23:29)
- [6.8] <https://avialiks.com/2019/12/30/ucaklardaki-isiklar/> (Erişim: 29.05.2020, 00:15)
- [6.9] <http://www.freepatentsonline.com/y2015/0091438.html#:~:text=Almost%20all%20aircraft%20have%20emergency,of%20an%20emergency%20lighting%20system.> (Erişim: 02.06.2020,



16:02)

- [6.10] [http://www.industrial-electronics.com/aircraft\\_12.html](http://www.industrial-electronics.com/aircraft_12.html) (Erişim: 03.06.2020, 00:42)
- [6.11] <https://www.sektorumdergisi.com/energy-saver/> (Erişim: 03.06.2020, 22:33)
- [6.12] <https://www.elektrikport.com/universite/kablo-kodlama-detaylari-ve-kod-anlamlari/21707#ad-image-0> (Erişim: 06.06.2020, 17:11)
- [6.13] [http://www.s-techent.com/ATA100.htm#\[33\]](http://www.s-techent.com/ATA100.htm#[33]) (Erişim: 25.06.2020, 00:29)

## ÖĞRENME BİRİMİ – 7

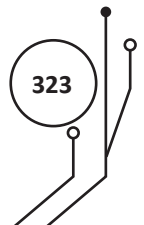
### Yazılı Kaynaklar

- [7.1] Dutar, C. (1982). Transistör Esasları. İzmir: Uğur Ofset
- [7.2] Bayram, H. (2002). Temel Elektronik. Bursa: Önder Matbaacılık.
- [7.3] Peynirci, R. ve Özata, H. (2002). Temel Elektronik. İstanbul: M.E.B.
- [7.4] Basaravaj, B. ve Shivashankar, H.N. (2018). Basic Electronics second edition: Univercities Pres
- [7.5] Forest, M. Mims III. (1984). Getting started in Electronics: USA
- [7.6] Boylestad, R ve Shelsky, L.N. (1994). Elektronik Elemanlar ve Devre Teorisi. Ankara: M.E.B

## ÖĞRENME BİRİMİ – 8

### Yazılı Kaynaklar

- [8.1] Görkem, A. (2004). Atölye 1. Ankara: Özkan Matbaacılık
- [8.2] Arslan, A. (2013). Elektrik-Elektronik ve Ölçme 1-2. Kocaeli:
- [8.3] Tekin, E ve Bereket, M. (2004). Elektronik Atelye ve Laboratuvar – 1. İzmir: Kanyılmaz Matbaası
- [8.4] Yarcı, K ve Öztürk, O. (2000). Elektrik-Elektronik Atölyesi ve ölçme Laboratuvarı. İstanbul: Yüce Yayınları
- [8.5] Nayman, M. (2002). Atölye 1. Ankara: Özkan Matbaacılık
- [8.6] Acıelma, F ve Usta, M. (2004). Elektrik Atölye ve Laboratuvar İş ve İşlem yaprakları 9. sınıf. İstanbul: M.E.B
- [8.7] Uçak Bakım Alanı Çerçeve Öğretim Programı (2017). Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.





## GÖRSEL KAYNAKÇASI

Kitabımızdaki "https://tr.123rf.com/" adresinden satın alınan görsellerin numaraları, görsel kodları ve erişim tarihleri aşağıda verilmiştir.

Görsel Numarası	Görsel Kodu	Erişim Tarihi ve Saati
Görsel 1.1	65198697	18.05.2020, 10:45
Görsel 1.2	92173900	29.05.2020, 00:30
Görsel 1.3	69221772	29.05.2020, 00:35
Görsel 1.4	123897087	29.05.2020, 00:40
Görsel 1.8	40669024	20.05.2020, 01:00
Görsel 1.9	45062364	26.05.2020, 20:45
Görsel 1.13	45062253	26.05.2020, 20:55
Görsel 1.15	118745127	20.05.2020, 02:00
Görsel 1.16	45684510	20.05.2020, 02:10
Görsel 1.17	40669024	20.05.2020, 01:00
Görsel 1.18	124283373	28.05.2020, 23:30
Görsel 1.19	45684510	20.05.2020, 02:10
Görsel 1.20	105587085	27.05.2020, 21:10
Görsel 1.22	113930132	29.05.2020, 00:30
Görsel 1.24	39232478	29.05.2020, 00:35
Görsel 1.25	116440500	29.05.2020, 00:40
Görsel 1.26	17679786	29.05.2020, 00:45
Görsel 1.28	125252285	29.05.2020, 00:50
2.Öğrenme Birimi Kapak	15140508	02.06.2020, 10:00
Görsel 6.12	112280833	25.06.2020, 11:47
Görsel 6.13	54227775	25.06.2020, 11:48
Görsel 6.14	35092057	25.06.2020, 11:49
Görsel 6.15	39376593	25.06.2020, 11:50
Görsel 6.16	134014074	25.06.2020, 11:52
Görsel 6.17	103291857	25.06.2020, 11:54

7. Öğrenme Birimi Kapak	117110194	20.05.2020, 22:30
Görsel 7.11	104488237	20.05.2020, 23:00
Görsel 7.12	36763620	21.05.2020, 18:15
Görsel 7.14	115060849	22.05.2020, 21:40
8.Öğrenme Birimi Kapak	90010705	22.05.2020, 21:00
Görsel 8.3	35968764	22.05.2020, 21:50
Görsel 8.5	19105186, 104999252	22.05.2020, 22:00
Görsel 8.6	89281444	23.05.2020, 18:45
Görsel 8.8	126953329	23.05.2020, 19:30
Görsel 8.12	120547439	23.05.2020, 21:40
Görsel 8.21	143466654	24.05.2020, 19:00
Görsel 8.25	91075944	25.05.2020, 19:30
Görsel 8.26	105233582	26.05.2020, 20:00
Görsel 8.28	107348106	26.05.2020, 21:00
Görsel 8.33	100899217	27.05.2020, 22:30
Görsel 8.39	41379243	17.07.2020, 17:00
Kitabımızdaki "https://www.shutterstock.com" adresinden satın alınan görsellerin numaraları, görsel kodları ve erişim tarihleri aşağıda verilmiştir.		
Görsel Numarası	Görsel Kodu	Erişim Tarihi ve Saati
2.Öğrenme Birimi Kapak	1402434836	09.06.2020, 11:00
Görsel 2.1	170864738	09.06.2020, 10:20
Görsel 2.2	378971341	09.06.2020, 10:45
Görsel 2.4	1402434836	09.06.2020, 11:00
Görsel 2.5	578860165	09.06.2020, 11:15
Görsel 2.7	1216122844	09.06.2020, 11:35
Görsel 2.8-1	230548297	09.06.2020, 11:50
Görsel 2.8-2	769005220	09.06.2020, 12:05
Görsel 2.8-3	446930116	09.06.2020, 12:25



Görsel 2.9	47129359	09.06.2020, 12:45
Görsel 2.10	728731990	10.06.2020, 10:00
Görsel 2.11	617348186	10.06.2020, 10:30
Görsel 2.12	707932867	10.06.2020, 10:50
Görsel 2.13	701628049	10.06.2020, 11:00
Görsel 2.14	655434886	10.06.2020, 11:10
Görsel 2.17	204969403	10.06.2020, 11:25
Görsel 2.18	500483539	10.06.2020, 11:40
Görsel 2.19	75556738	10.06.2020, 12:00
Görsel 2.20	300348101	10.06.2020, 12:15
Görsel 2.21	441955282	10.06.2020, 12:40
Görsel 2.22	1381423382	10.06.2020, 12:55
Görsel 2.23	776203075	10.06.2020, 13:15
Görsel 2.25	516570493	10.06.2020, 13:35
Görsel 2.26	772422613	10.06.2020, 14:10
3.Öğrenme Birimi Kapak	1369175588	26.06.2020, 00:05
Görsel 3.1	1742532023	26.06.2020, 00:10
Görsel 3.2	1501755998	26.06.2020, 00:15
Görsel 3.4	1652513359	26.06.2020, 01:15
Görsel 3.5	372563677	26.06.2020, 00:20
Görsel 3.6	1528849013	26.06.2020, 00:20
Görsel 3.7	152914700	25.06.2020, 23:50
Görsel 3.8	418331896	26.06.2020, 00:25
Görsel 3.13	1255230577	26.06.2020, 00:30
Görsel 3.15	1152625460	26.06.2020, 00:12
4.Öğrenme Birimi Kapak	128001356	24.05.2020, 10:20
4.Öğrenme Birimi Kapak	1700186458	25.05.2020, 14:30
Görsel 4.1	128001356	24.05.2020, 10:20
Görsel 4.2	1319680778	24.05.2020, 10:40

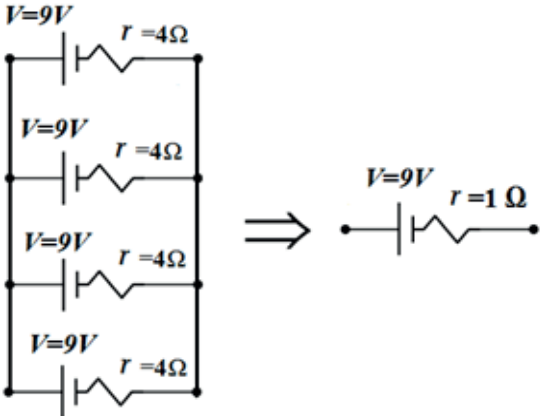
Görsel 4.3	1455636932	24.05.2020, 11:00
Görsel 4.4	1556421812	24.05.2020, 11:20
Görsel 4.6	632853545	24.05.2020, 11:40
Görsel 4.8	1463859704	24.05.2020, 12:00
Görsel 4.9	1341707456	25.05.2020, 11:00
Görsel 4.11	1727508421	25.05.2020, 11:20
Görsel 4.12	1106656721	25.05.2020, 11:40
Görsel 4.13	44039941	25.05.2020, 12:00
Görsel 4.14	1425508145	25.05.2020, 13:50
Görsel 4.15	1020706990	25.05.2020, 14:10
Görsel 4.16	1700186458	25.05.2020, 14:30
Görsel 4.17	1700186449	25.05.2020, 14:50
Görsel 4.18	1767731336	25.05.2020, 15:10
Görsel 4.19	618610544	25.05.2020, 15:30
Görsel 4.21	1709794450	25.05.2020, 15:50
Görsel 4.22	538221763	26.05.2020, 10:30
Görsel 4.23	438956908	26.05.2020, 10:50
Görsel 4.24	1106656721	26.05.2020, 11:10
Görsel 4.25	1675561744	26.05.2020, 11:30
Görsel 4.26	1201306621	26.05.2020, 11:50
Görsel 4.27	438956908	26.05.2020, 10:50
Görsel 4.28	538221763	26.05.2020, 10:30
Görsel 4.29	1653494665	26.05.2020, 14:00
Görsel 4.30	1653494665	26.05.2020, 14:00
Görsel 4.34	604198574	27.05.2020, 11:40
Görsel 4.35	701628043	27.05.2020, 12:00
Görsel 5.1	1437535517	29.06.2020, 02:00
Görsel 5.3	1680917131	29.06.2020, 02:04
Görsel 5.4-a	1658074093	29.06.2020, 02:09
Görsel 5.4-b	1691487685	29.06.2020, 02:16



Görsel 5.6	1670997706	29.06.2020, 02:21
Görsel 5.8	588386057	29.06.2020, 02:26
Görsel 5.11	6335206	29.06.2020, 02:41
Görsel 5.14	1231304746	29.06.2020, 02:48
Görsel 5.21	1758285233	29.06.2020, 02:58
Görsel 5.25	1231304746	29.06.2020, 02:59
Görsel 5.27	794148772	29.06.2020, 03:04
Görsel 5.28	494008606	29.06.2020, 03:21
Görsel 5.29	126280946	29.06.2020, 03:25
Görsel 5.30	1227215167	29.06.2020, 03:28
Görsel 5.31	1213101574	29.06.2020, 03:30
Görsel 5.32	112714432	29.06.2020, 03:31
Görsel 5.33	294143027	29.06.2020, 03:37
Görsel 5.34	117142582	29.06.2020, 03:40
Görsel 5.35	464553284	29.06.2020, 03:42
Görsel 5.36	304662131	29.06.2020, 03:45
Görsel 6.1	1737431942	25.06.2020, 11:24
Görsel 6.2	65221789	25.06.2020, 11:25
Görsel 6.3-a	447025735	25.06.2020, 11:26
Görsel 6.3-b	76104727	25.06.2020, 11:27
Görsel 6.3-c	1401876398	25.06.2020, 11:28
Görsel 6.4-a	8549389	25.06.2020, 11:29
Görsel 6.4-b	1472416358	25.06.2020, 11:30
Görsel 6.5	710861161	25.06.2020, 11:32
Görsel 6.6	392996848	25.06.2020, 11:33
Görsel 6.7	1314568163	25.06.2020, 11:34
Görsel 6.8	256913314	25.06.2020, 11:37
Görsel 6.9	473288053	25.06.2020, 11:39
Görsel 6.10	182883491	25.06.2020, 11:40
Görsel 6.11	1218730849	25.06.2020, 11:44

Görsel 6.18-a	1120392311	25.06.2020, 11:56
Görsel 6.18-b	1074419468	25.06.2020, 11:59
Görsel 8.22	1390420667	10.07.2020, 17:30



ÖĞRENME BİRİMİ 1'İN CEVAP ANAHTARI	
A.	
1.	çok ani
2.	yarı iletken
3.	statik elektrik
4.	acil durum ekiplerinin
5.	atom
6.	yalıtkanlık
7.	elektron
8.	ilk yardım
9.	valans
10.	kişisel koruyucu
11.	iletken
12.	risk değerlendirme
B.	
1.	
2.	$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} F = 9 \cdot 10^9 \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{0,1^2} = \frac{72 \cdot 10^{-3}}{0,01} = 7,2N$
C.	
1.	iletken
2.	yarı iletken
3.	yalıtkan
4.	iletken
5.	iletken
6.	iletken
7.	yalıtkan
8.	iletken
9.	yalıtkan
10.	yarı iletken

ÖĞRENME BİRİMİ 2'NİN CEVAP ANAHTARI	
A.	
1.	Doğru
2.	Yanlış
3.	Doğru
4.	Yanlış
5.	Doğru
6.	Doğru
7.	Yanlış
8.	Doğru
9.	Doğru
10.	Doğru
11.	Yanlış
12.	Yanlış
13.	Doğru
14.	Yanlış
15.	Doğru
B.	
1.	seri
2.	EMK
3.	seri
4.	Multimetre
5.	Seri-Paralel
C.	
1.	E
2.	A
3.	C
4.	B
5.	E
6.	D
7.	B
8.	A
9.	E
10.	C
11.	C
12.	D
13.	A
14.	B
15.	D



ÖĞRENME BİRİMİ 3'ÜN CEVAP ANAHTARI	
A.	
1. Yanlış	
2. Doğru	
3. Yanlış	
4. Doğru	
5. Yanlış	
6. Doğru	
7. Doğru	
8. Doğru	
9. Doğru	
10. Yanlış	
B.	
1. C	
2. B	
3. D	
4. B	
5. A	
6. C	
7. B	
8. C	
9. B	

ÖĞRENME BİRİMİ 4'ÜN CEVAP ANAHTARI	
A.	
1. Doğru	
2. Doğru	
3. Yanlış	
4. Doğru	
5. Doğru	
6. Doğru	
7. Yanlış	
8. Yanlış	
9. Yanlış	
10. Doğru	
11. Doğru	
12. Doğru	
13. Doğru	
14. Yanlış	
15. Doğru	
B.	
1. dielektrik	
2. paralel	
3. gerilim	
4. pikoFarad	
5. sızıntı (kaçak)	
C.	
1. D	
2. D	
3. E	
4. A	
5. C	
6. B	
7. C	
8. A	
9. D	
10.E	
11. B	
12. B	
13. C	
14. E	
15. A	



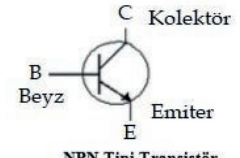

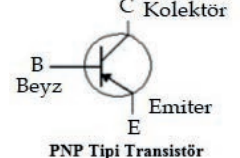
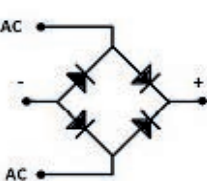
ÖĞRENME BİRİMİ 5'İN CEVAP ANAHTARI	
A.	
1. Doğru	
2. Yanlış	
3. Yanlış	
4. Doğru	
5. Doğru	
6. Yanlış	
7. Doğru	
8. Doğru	
9. Yanlış	
10. Doğru	
11. Yanlış	
12. Doğru	
13. Doğru	
14. Yanlış	
15. Doğru	
B.	
1. Y	
2. askeri	
3. sıkıştırma	
4. 1000	
5. topraklama	
C.	
1. B	
2. E	
3. A	
4. D	
5. C	
6. B	
7. A	
8. D	
9. E	
10.D	
11. B	
12. C	
13. A	
14. E	
15. C	

ÖĞRENME BİRİMİ 6'NIN CEVAP ANAHTARI	
A.	
1. Yanlış	
2. Yanlış	
3. Doğru	
4. Yanlış	
5. Yanlış	
6. Doğru	
7. Yanlış	
8. Yanlış	
9. Yanlış	
10. Doğru	
11. Doğru	
B.	
1. armatür	
2. 12 V-24 V	
3. çarpışma önleme	
4. sigorta	
5. iç	
6. kablosuz	
7. vaviyen	
8. zayıf akım	
9. bus	
10. buat	
11. yükseltici-- düşürücü	
12. lambalar	
C.	
1. B	
2. E	
3. D	
4. B	
5. A	
6. D	
7. C	
8. E	





ÖĞRENME BİRİMİ 7'İN CEVAP ANAHTARI	
A.	B.
1. Yanlış	1. D
2. Doğru	2. C
3. Doğru	3. A
4. Yanlış	4. D
5. Yanlış	5. B
6. Doğru	6. B
7. Doğru	7. B
8. Yanlış	8. C
9. Yanlış	9. A
10. Doğru	10. D
11. Yanlış	11. C
12. Doğru	12.A
13. Doğru	13. A
14. Yanlış	14. D
15. Yanlış	15. B

C.	C.
1. 	5. Doğru kutuplama gerilim kaynağının + (pozitif) kutbunun PN birleşiminin P bölgesine ve gerilim kaynağının - (negatif) kutbunun PN birleşiminin N bölgesine bağlanmasına denir.
2. 	6.  NPN Tipi Transistör
3. 	6.  PNP Tipi Transistör
4. 	7. Dijital AVO metre diyot kademesine alınır. Kırmızı prob beyz bacağına temas ederken siyah prob sırasıyla transistörün diğer bacaklarına temas ettirilir. Her iki bacakta ölçü aleti değer gösteriyor ise transistör sağlamdır.

ÖĞRENME BİRİMİ 8'İN CEVAP ANAHTARI	
A.	B.
1. Doğru	1. sıcaklıkta
2. Yanlış	2. kirden
3. Doğru	3. ön lehimleme
4. Yanlış	4. doksan
5. Yanlış	5. lehim
6. Yanlış	6. baskı devre
7. Doğru	7. pozlandırma
8. Doğru	8. testere
9. Yanlış	9. aydınlar
10. Yanlış	10. tezgâh



A series of horizontal dashed lines for writing, contained within a rounded rectangular frame.