

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**



**MEGEP**

**(MESLEKÎ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN  
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)**

**ELEKTRİK ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ**

**ANALOG DEVRE ELEMANLARI**

**ANKARA 2007**

**Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;**

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşılabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	iii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1.....	3
1. DİRENÇLER .....	3
1.1. Tanımı ve İşlevi.....	3
1.2. Çeşitleri .....	3
1.2.1. Sabit Dirençler.....	4
1.2.2. Ayarlı Dirençler.....	9
1.2.3. Ortam Etkili Dirençler .....	13
1.3. Sabit Dirençlerin Renk Kodlarıyla Değerlerinin Bulunması .....	15
1.4. Direnç Bağlantıları .....	20
UYGULAMA FAALİYETİ .....	22
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	23
PERFORMANS DEĞERLENDİRME .....	26
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	27
2. KONDANSATÖRLER .....	27
2.1. Tanımı ve İşlevi.....	28
2.2. Çeşitleri .....	31
2.2.1. Sabit Kondansatörler .....	31
2.2.2. Ayarlı Kondansatörler .....	36
2.3. Rakamlarla Kondansatör Değerinin Okunması.....	37
2.4. Avometreyle Sağlamlık Kontrolünün Yapılması .....	38
2.5. Kondansatör Bağlantıları .....	39
UYGULAMA FAALİYETİ .....	41
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	42
PERFORMANS DEĞERLENDİRME .....	45
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	46
3. BOBİNLER .....	46
3.1. Tanımı ve İşlevi.....	47
3.2. Çeşitleri .....	49
3.2.1. Sabit Bobinler .....	49
3.2.2. Ayarlı Bobinler .....	53
3.3. LCRmetreyle Endüktans Ölçümü.....	55
UYGULAMA FAALİYETİ .....	56
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	57
PERFORMANS DEĞERLENDİRME .....	59
ÖĞRENME FAALİYETİ-4 .....	60
4.1. İletken, Yalıtkan ve Yarı İletken Maddeler.....	60
4.2. N ve P Tipi Yarı İletkenler.....	61
4.3. P-N Yüzey Birleşmesi .....	63
4.3.1. Kutuplamasız P-N Yüzey Birleşmesi .....	63
4.3.2. Kutuplamalı P-N Yüzey Birleşmesi.....	64
4.4. Diyodun Tanımı ve Yapısı .....	66
4.5. Çeşitleri .....	66
4.5.1. Kristal Diyotlar .....	66
4.5.2. Zener Diyotlar .....	69

4.5.3. Foto Diyotlar .....	70
4.5.4. Işık Yayan Diyotlar.....	70
4.6. Analog ve Dijital Ölçü Aletiyle Diyodun Sağlamlık Testi, Diyot Uçlarının Bulunması.....	71
4.7. Diyot Uygulamaları.....	72
4.7.1. Zener Diyot Doğru ve Ters Kutuplama Karakteristiğinin Çıkartılması.....	73
4.7.2. Üç Renkli Led Uygulaması .....	74
4.7.3. Zener Diyot Uygulaması.....	76
UYGULAMA FAALİYETİ .....	78
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	79
PERFORMANS DEĞERLENDİRME .....	82
ÖĞRENME FAALİYETİ-5 .....	83
5. TRANSİSTÖRLER.....	83
5.1. Çift Kutup Yüzeyli Transistörler (BJT).....	83
5.1.1. Transistörün Doğru ve Ters Kutuplanması .....	84
5.1.2. NPN ve PNP Transistörde Akım Yönleri .....	85
5.1.3. Transistörlerin Yükselteç Olarak Kullanılması .....	85
5.1.4. Transistörlerin Çalışma Kararlılığını Etkileyen Unsurlar .....	87
5.1.5. Transistörün Anahtarlama Elemanı Olarak Kullanılması .....	87
5.1.6. Transistörlerin Katalog Bilgilerinin Okunması, Kılıf Tiplerinin Belirlenmesi, Transistör Rakamlarının Okunması.....	91
5.1.7. Analog ve Dijital Avometreyle Transistörün Sağlamlık Testi ve Uçlarının Bulunması.....	92
5.1.8. LDR ve Transistörle Bir Rölenin Kumandası .....	94
5.2. Alan Etkili Transistörler (FET).....	95
5.2.1. JFET'ler .....	95
5.2.2. MOSFET'ler.....	96
UYGULAMA FAALİYETİ .....	99
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	100
PERFORMANS DEĞERLENDİRME .....	103
MODÜL DEĞERLENDİRME.....	104
CEVAP ANAHTARLARI .....	108
KAYNAKLAR .....	111

## AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>522EE0018</b>
<b>ALAN</b>	<b>Elektrik Elektronik Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Alan Ortak</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Analog Devre Elemanları</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Elektronikte yaygın olarak kullanılan temel devre elemanlarının güncel durumunu ve nasıl kullanıldıklarını, yarı iletken teknolojisinin ve bu teknoloji kullanılarak üretilen devre elemanlarının özelliklerini günün ihtiyacına uygun seviyede anlatan öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32 saat
<b>ÖN KOŞUL</b>	
<b>YETERLİK</b>	Analog devre elemanlarını kullanarak elektronik devreleri kurmak.
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<p><b>Genel Amaç</b> Üzerinde çalışılan elektronik devrenin teknik ihtiyacına ve maliyet unsuruna göre en uygun devre elemanını temin edebilecek ve elektriksel özellikleri doğrultusunda kullanabileceksiniz.</p> <p><b>Amaçlar</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Direnç çeşitlerini tanıyarak değerlerini ölçebileceksiniz.</li><li>2. Kondansatör çeşitlerini tanıyarak değerlerini ölçebileceksiniz.</li><li>3. Bobin çeşitlerini tanıyarak değerlerini ölçebileceksiniz.</li><li>4. Yarı iletken malzemeleri tanıyarak değerlerini ölçebileceksiniz.</li><li>5. Transistör çeşitlerini tanıyarak değerlerini ölçebileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<p><b>Ortam</b> Farklı türden analog devre elemanlarının özelliklerini tanımaya ve ölçümelerini yapmaya elverişli malzeme laboratuvarı, kendi kendinize ya da grupta çalışabileceğiniz tüm ortamlar.</p> <p><b>Donanım</b> Malzeme katalogları, analog ve sayısal AVO metre, LCR metre, DC güç kaynağı, breadboard, projeksiyon ve konuyla ilgili resimler, teknik kitaplar ve yayınlar, internet bağlantılı bilgisayar.</p>

**ÖLÇME VE  
DEĞERLENDİRME**

Her faaliyet sonunda kazanılan beceriler ölçülmelidir.

Her modülün sonunda kazanılan yeterlikler ölçülmelidir.

Dersin sonunda sınıf geçme yönetmeliğine göre ölçme ve değerlendirme yapılacaktır.

# GİRİŞ

**Sevgili Öğrenci,**

Çevremizde sayısız örneğini gördüğümüz elektronik cihazların her yeni günle beraber insan ihtiyaçlarına daha hızlı ve daha kolay yanıt verecek modelleri tasarlanmaktadır. Tasarlanan her yeni model gerek boyutları gerekse de işlevleri bakımından bir önceki modellerine göre daha üstün özelliklere sahiptir. Bu cihazlarda kullanılan malzeme teknolojinin sürekli gelişmesi, söylediğimiz yenilenmeyi hızlandırmaktadır.

Bundan onlarca yıl önce ilk geliştirilen bilgisayarlar bir oda büyüklüğündeydi ve günümüz bilgisayarlarıyla karşılaştırıldığında son derece yavaştı. Şu anda avuç içine sığabilecek boyutlarda bilgisayarlar üretilmekte, cep telefonlarına sayısız özellik eklenebilmekte ve tüm bunlar sağlanırken aynı anda maliyetler de düşmektedir.

Elektronik teknolojisinde yaşanan gelişmelerle beraber elektronik devreler, elektrik sinyallerini işleme özelliğine göre analog ve sayısal sistemler olarak ayrılmaktadır. Zaman eksenine göre sonsuz sayıda değer aralığına sahip analog elektrik sinyallerinin her anında tepki gösterebilen devre elemanları **“Analog Devre Elemanları”** olarak adlandırılabilir.

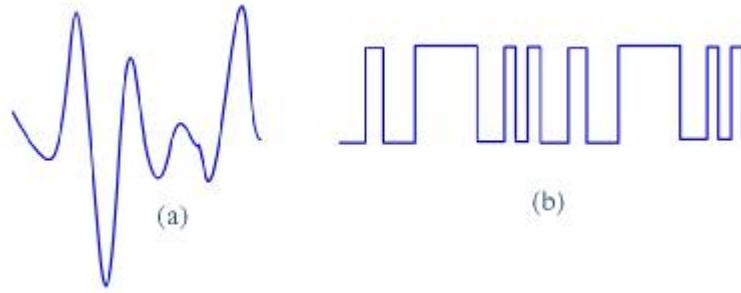
Çeşitli analog ve sayısal elektronik sistemlerde farklı boyutlarda ve elektriksel özelliklerde karşımıza çıkan bu devre elemanlarını tanımak ve iyi kullanabilmek, elektrik-elektronik alanındaki her öğrencinin öncelikli hedeflerinden biri olmalıdır.

Bu modülde sizlere günümüz devre elemanları tanıtılacak ve ihtiyaca uygun malzeme seçimi yapabilmeniz için gerekli olan bilgiler verilecektir.

## GENEL TANIM

Elektrik sinyalleri kullanım türüne göre analog ve sayısal (dijital) olarak ayrılır. Analog sinyaller zaman eksenine göre sonsuz sayıda değerin mevcut olduğu sinyallerdir. Örnek olarak insan gözü belli bir zaman aralığında ve görüş menzili kapsamında gerçekleşen tüm doğa olaylarını görebilir. Göz merceğinde oluşan görüntüde herhangi bir eksiklik söz konusu değildir. Ancak, insan gözünün gördüğü bu görüntüde çok sayıda ayrıntı gizlidir.

Bu ayrıntılar belli zaman aralıklarında örneklenerek sayısal elektrik sinyallerine dönüştürülür. Böylece gereksiz ayrıntılar ortadan kalkmış olur. Sayısal elektrik sinyalleri belli bir zaman aralığında sınırlı sayıda bilginin elde edildiği sinyallerdir. Elektrik sinyalleri arasındaki bu farkı Şekil 1’de görebilirsiniz.



**Şekil 1: (a) Örnek analog sinyal, (b) örnek dijital sinyal**

Sizler bu modülde analog elektrik sinyallerinin her anında tepki gösterebilen devre elemanlarını tanıyacaksınız.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Bu öğrenme faaliyetinde direnç devre elemanını tanıyacak, günümüzde kullanılan direnç türlerini karşılaştırmalı olarak göreceğ ve ihtiyaca uygun eleman seçimini öğreneceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Ø Çeşitli elektronik devre kartları temin ederek bu kartlar üzerindeki dirençlerin yerlerini belirleyin. Diğer arkadaşlarınızın temin ettikleri dirençlerden farklı olanları sizin bulduklarınızla karşılaştırın. Direncin görevini yapamamasından ileri gelen bir arıza çeşidi ve bu arızanın yer aldığı bir devre kartı bularak arızanın yol açtığı sonuçları ve direncin önemini sınıf arkadaşlarınızla tartışın.

Elde ettiğiniz sonuçları öğretmeninizin yönergeleri doğrultusunda rapor haline getirin.

## 1. DİRENÇLER

### 1.1. Tanımı ve İşlevi

Elektrik akımına karşı zorluk gösterilmesi elektriksel direnç olarak adlandırılır. Bu zorluğu belli bir elektriksel büyüklükte gösteren özel üretilmiş devre elemanlarına da **direnç** (resistor) denir. Elektronik devrelerde en sık kullanılan devre elemanıdır ve 'R' harfiyle gösterilir. Dirençler sahip oldukları elektriksel büyüklüklerle anılırlar. Direncin elektriksel büyüklüğü 'ohm' dır ve ' $\Omega$ ' (omega) harfiyle gösterilir.

Temel olarak iki yaygın kullanım amacı vardır:

- Ø Devrenin herhangi bir noktasından arzu edilen akımın geçmesini sağlamak
- Ø Devrenin herhangi bir noktasında arzu edilen gerilimin elde edilmesi için kullanılırlar.

**Araştırma Ödevi 1.1:** Direncin başka işlevi olup olmadığını bulmaya çalışın. Yukarıda söylenen kullanım amaçlarına gerçek uygulamalardan birer örnek bulun. Elde ettiğiniz sonuçları bir sayfayı geçmeyecek şekilde raporlayınız.

### 1.2. Çeşitleri

Kullanım yerlerine göre üç tür direnç vardır:

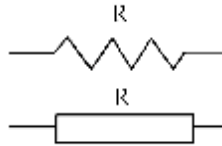
- Ø Sabit değeri dirençler
- Ø Ayarlı dirençler (potansiyometre, trimpot, reosta)
- Ø Ortam etkili dirençler (LDR, NTC, PTC, VDR)



**Resim 1.1: Çeşitli dirençler**

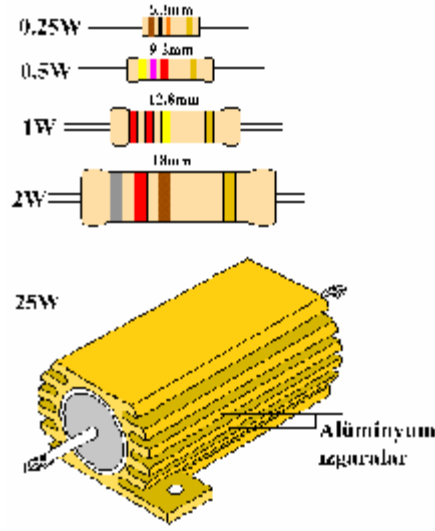
### 1.2.1. Sabit Dirençler

Devre akımını ya da gerilimini belirli bir değerde sabitlemek amacıyla kullanılan, dolayısıyla direnç değerinin değişmediği elemanlara sabit direnç denir. Sabit direnç için kullanılan iki tür devre sembolü vardır. Şekil 1.1’de bu semboller gösterilmiştir



**Şekil 1.1: Sabit direnç devre sembolleri**

Bir devrenin çiziminde her iki sembol aynı anda kullanılmamalıdır. Yalnızca biri tercih edilmelidir.



**Şekil 1.2: Farklı elektriksel güçlere sahip sabit dirençler**

Elektriksel güçlerine göre farklı fiziksel boyutlarda dirençler vardır. Şekil 1.2’te bu durum gösterilmiştir.

Sabit dirençler çok farklı fiziksel yapılarla üretilmektedir. Sabit dirençleri yapılarına göre beş farklı sınıfta değerlendirmek mümkündür.

#### **1.2.1.1. Telli Dirençler**

Krom-nikel, nikel-gümüş, konstantan, tungsten, manganin gibi maddelerden üretilmiş tellerin ısıya dayanıklı olan porselen, bakalit, amyant benzeri maddeler üzerine sarılmasıyla yapılan dirençlerdir. Telli dirençler, güç değerleri yüksek olduğundan yüksek akım taşıyabilirler.

#### **1.2.1.2. Karbon Dirençler**

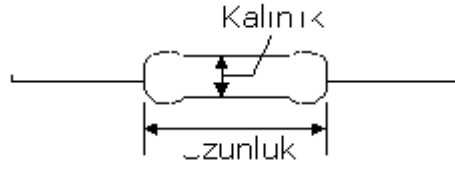
Elektronik devrelerde en sık kullanılan ve en ucuz direnç çeşididir. Genellikle direnç değeri direnç üzerinde yer alan renk bantları yardımıyla belirlenir. Çoğunlukla  $\pm\%10$  ve  $\pm\%5$  tolerans değerlerinde üretilirler.



**Resim 1.2: Farklı boyutlarda karbon dirençler**

Elektriksel gürültüleri fazladır. Bu nedenle analog devrelerde metal film dirençler tavsiye edilir.

Sahip oldukları elektriksel güce göre farklı fiziksel boyutları vardır. Tablo 1.1’de en sık kullanılan karbon dirençlerin güçlerine göre boyutları verilmiştir.



**Şekil 1.3: Karbon direncin boyutları**

Güç (W)	Kalınlık (mm)	Uzunluk (mm)
1/8	2	3
1/4	2	6
1/2	3	9

**Tablo 1.1: Elektriksel güç değerine göre direnç boyutları**

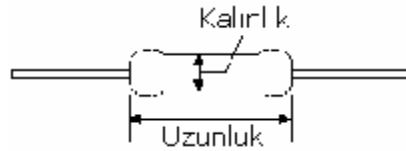
#### 1.2.1.3. Film Dirençler

Film dirençler yüksek hassasiyet gerektiren durumlarda kullanılır. Bu nedenle toleransları düşüktür (yaklaşık  $\pm 0.05$  dolayında). Yapılarında direnç maddesi olarak Ni-Cr (Nikel-krom) kullanılır.



**Resim 1.3: Film dirençler**

Sahip oldukları elektriksel güce göre farklı fiziksel boyutları vardır. Tablo 1.2’de en sık kullanılan karbon dirençlerin güçlerine göre boyutları verilmiştir.



**Şekil 1.4: Film direncin boyutları**

Güç (W)	Kalınlık (mm)	Uzunluk (mm)
1/8	2	3
1/4	2	6
1	3.5	12
2	5	15

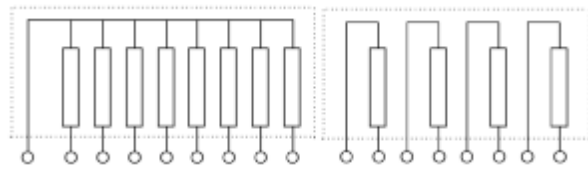
**Tablo 1.2: Elektriksel güç değerine göre direnç boyutları**

#### 1.2.1.4. Entegre Dirençler

Çok sayıda direncin tek bir paket altına alınmasıyla elde edilen direnç türüdür. Bu nedenle entegre direnç olarak adlandırılırlar. Paket içindeki tüm dirençler birer ayaklarından ortak bağlıdır. Diğer ayaklar serbesttir. Bu tür dirençlerin en önemli özelliği tüm dirençlerin aynı değere sahip olmasıdır.



**Resim 1.4: Entegre direnç**



**Şekil 1.5: Entegre dirençlerin iç yapısı**

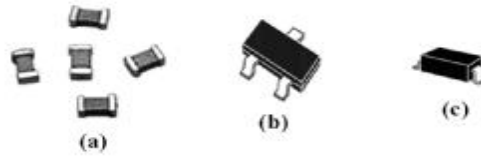
Dijital devrelerde sıklıkla tercih edilirler. Düşük güçlüdürler. Örneğin çok sayıda LED'in (ışık yayan diyot – Light Emitting Diode) sürülmesi gereken bir durumda kullanımı oldukça uygundur.

Bazı dirençler ikişerli gruplar halinde birbirinden bağımsız olarak dizilmişlerdir. Şekil 1.5'de dört gruplu direnç paketi gösterilmiştir. Direncin kaç gruptan oluştuğunun belirtilmesi için üzerine 4S etiketi yazılır.

#### **1.2.1.5. SMD (Yüzey Temaslı Cihaz – Surface Mounted Device) Dirençler**

Gelişen teknolojiyle beraber elektronik devrelerin daha küçük boyutlarda üretilmesi söz konusu olmuştur. Daha küçük boyutlara çok daha fazla sayıda devre bileşeninin yerleştirilmesi için devre plaketlerinin katmanlı üretilmesi gerekmiştir. Devre plaketlerinin katmanlı üretimi katmanlar arası bağlantıda “yüzey teması” denilen yeni bir tekniği doğurmuştur.

Bu nedenle yüzey temasında kullanılacak devre bileşenlerinin de buna uygun olarak tasarlanması gerekmektedir.



**Şekil 1.6: Yüzey temaslı dirençler**  
(a) EIA481 Kılıf (b) SOT-23 Kılıf (c) SOD-123 Kılıf

Yüzey temaslı devre elemanları Şekil 1.6'da da görüldüğü gibi farklı kılıf yapılarında üretilirler. Şekilde gerçek boyutlarının birkaç misli büyütülmüş SMD dirençler gösterilmiştir.



**Resim 1.5: Karbon direncin SMD dirençlerle boyut bakımından karşılaştırılması**

**Araştırma Ödevi 1.2:** Örnek olarak verilen kılıf modellerinden farklı kılıf yapılarında üretilmiş SMD dirençler temin edin. Arkadaşlarınızın bulduklarıyla karşılaştırın (Devre kartlarına montajlı ya da ayrı olarak getirebilirsiniz).

### 1.2.2. Ayarlı Dirençler

Direnç değerinin belli bir aralık boyunca ayarlanabildiği dirençlerdir. Böylece bağlandıkları noktanın gerilimini ya da bağlandıkları noktadan geçen akımı ayarlama olanağı olur. Trimpot, Potansiyometre ve Reosta olmak üzere üç türü vardır.

#### 1.2.2.1. Trimpotlar



Şekil 1.7: Çeşitli trimpotlar

Devre direncinin her zaman değiştirilmesi gerekmeyen durumlarda kullanılır. Devre kartı üretilirken bir defa uygun ayar yapılır ve trimpotun değeri o ayarda bırakılır. Örneğin: Radyo alıcı ve vericilerinde anten katının çalışma frekansı belirlenirken sıklıkla tercih edilirler.



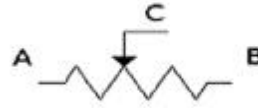
Şekil 1.8: Trimpot devre sembolü

#### 1.2.2.2. Potansiyometreler

Potansiyometreler (Pot olarak da adlandırılırlar), yaygın olarak belli bir noktadaki elektrik seviyesini ayarlamak amacıyla kullanılır. Ayarlama işlemi pot üzerindeki ayar kolu (şaft) aracılığıyla yapılır. Böylece elektronik cihazlarda elektrik seviyesinin kullanıcı aracılığıyla ayarlanması istenen her durumda potansiyometreler kullanılabilir.



Şekil 1.9: Potun iç yapısı



Şekil 1.10: Potansiyometre devre sembolü

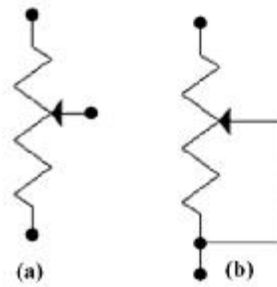
Şekil 1.10'da gösterildiği gibi potansiyometrenin üç ayağı vardır. A-B arası direnç sabittir, A-C ve B-C arası direnç ayarlanabilir.

$$R_{AB} = R_{AC} + R_{BC} \quad \text{Denklem 1.1}$$

Potansiyometreler kullanım amacına göre iki farklı yöntemle bağlanırlar:

**Yöntem 1-)** Orta ayak kontrol edilecek noktaya ve yan ayaklar iki ayrı noktaya bağlanır. Böylece iki ayrı noktanın elektrik seviyesi kontrol edilebilir. Şekil 1.11 (a)'da kullanım örneği gösterilmiştir.

**Yöntem 2-)** Yan ayaklardan biriyle orta ayak birleştirilir. Böylece iki ayaklı ayarlanabilir bir direnç elde edilmiş olur. Bu durumda pota seri bağlı sabit değerli bir direnç kullanılmalıdır. Aksi durumda potun direnci 0 ohm'a çekildiğinde bağlı olduğu noktadan çok yüksek akım geçebilir. Şekil 1.11 (b)'de kullanım örneği gösterilmiştir.



Şekil 1.11: (a) İki ayrı noktanın gerilim seviyesini değiştirmeyi sağlayan bağlantı yöntemi, (b) İki yan ayağı arası ayarlanabilir direnç

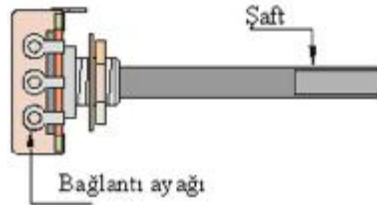


## Ø Doğrusal (Lineer) Potansiyometreler

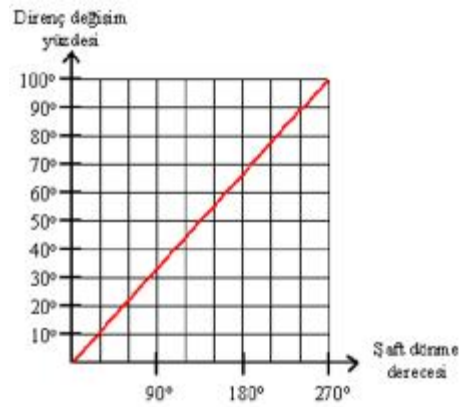
Bu potlarda direnç değeri doğrusal olarak değişir. Doğrusal potansiyometrede şaft dönüşüyle direnç değişim yüzdesi eşit aralıklarla artıp azalmaktadır. Bu durum şekil 1.13'deki grafikte gösterilmiştir.



Resim 1.6: Çeşitli potlar



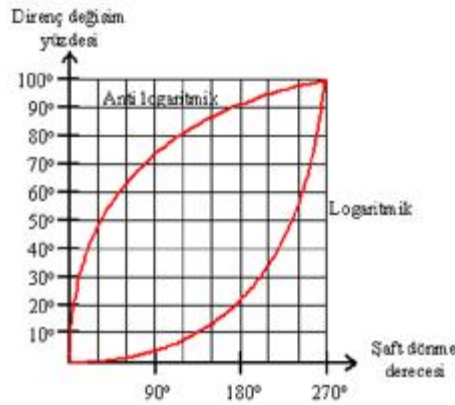
Şekil 1.12: Potansiyometrenin yapısı



Şekil 1.13: Doğrusal potta dönme açısına göre direnç değişim yüzdesi

Ø **Logaritmik Potansiyometreler:** Logaritmik potlarda direnç değişimi şaftın dönme açısıyla doğru orantılı değildir. Anti-logaritmik ve logaritmik olarak iki türü vardır.

Logaritmik potansiyometrelerde  $180^\circ$ 'ye kadar şaft değişimine oranla direnç değişimi düşükken,  $180^\circ$ 'den sonra büyüktür. Anti-logaritmik potansiyometredeyse tersi bir durum vardır.



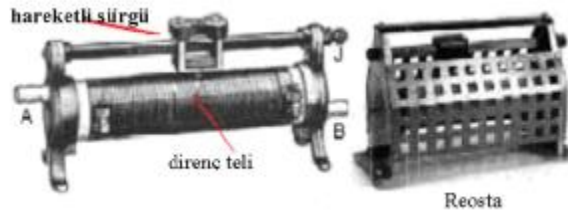
Şekil 1.14: Logaritmik potta dönme açısına göre direnç değişim yüzdesi

Ø **Çok Turlu Potansiyometreler:** Belli bir dönüş mesafesi olmayan potansiyometredir. Bunun dışında direnç ayarının kademeli olarak yapıldığı potansiyometreler vardır.

**Araştırma Ödevi 1.3:** Çok turlu ve kademeli potların kullanım alanlarıyla ilgili bir araştırma yapın. Kullanıldıkları yerlerden bir örnek elde edin ve çalışmanızın sonucunu bir sayfayı geçmeyecek şekilde raporlayın.

### 1.2.2.3. Reostalar

Bu tip ayarlı direncin trimpotlar ve potlardan ayrılan en büyük özelliği yüksek güçlü devrelerde kullanılabilmesidir. Dolayısıyla üzerinden büyük miktarlarda akım geçebilir. Ayrıca reostaların boyutları diğer ayarlı dirençlere göre çok büyüktür.



Şekil 1.15: Reosta

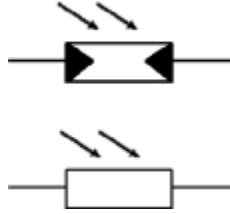
Hareketli sürgü kolu direnç görevine sahip tel üzerinde hareket ettirilerek istenilen değere sahip direnç elde edilir.

### 1.2.3. Ortam Etkili Dirençler

Direnç değeri çeşitli doğa olayları neticesinde değişen dirençlere “ortam etkili direnç” denir. Üzerine uygulanan ısı, ışık ve elektrik potansiyeli (gerilim) gibi etkilerle direnç değişimi sağlanır.

#### 1.2.3.1. Işık Etkili Dirençler (LDR)

Üzerine düşen ışık şiddetiyle ters orantılı olarak direnci değişen devre elemanlarıdır. Işığa duyarlı sistemleri kontrol edecek elektronik devrelerde yaygın olarak kullanılır. Işığa duyarlı robotlar, otomatik devreye giren gece lambaları, flaşlı fotoğraf makineleri gibi örnekler verilebilir.



Şekil 1.16: LDR'nin şekil devre sembolleri



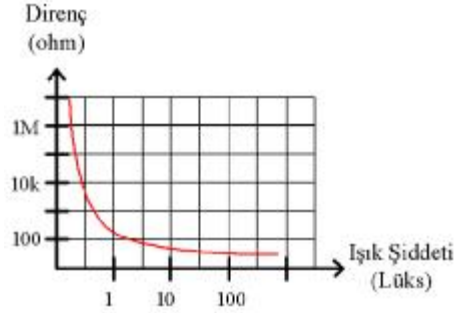
**LDR**  
**(Light Dependent Resistor)**  
**Fotodirenç**

Şekil 1.17: LDR'nin üstten görünüşü



Resim 1.7: Çeşitli LDR'ler

LDR'nin ışığa göre direnç değişimi Şekil 1.18'te gösterilmiştir. Karanlıktaki dirençleri birkaç M $\Omega$  (Mega ohm) seviyesindeyken aydınlıktaki dirençleri 100 $\Omega$ -5k $\Omega$  dolayındadır.



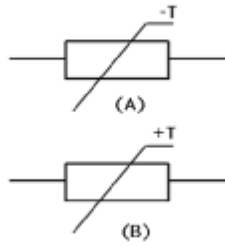
Şekil 1.18: LDR direncinin ışık şiddetine göre değişimi

**Araştırma Ödevi 1.4:** LDR devre elemanının değişen ışık şiddetine göre direnç ölçümünün nasıl yapılacağını araştırıp öğrenin.

#### 1.2.3.2. Isı Etkili Dirençler (NTC, PTC)

Gövde sıcaklığı yükseldikçe direnci yükselen ve gövde sıcaklığı düştükçe de direnci düşen dirençler **Pozitif Kat Sayılı Direnç – PTC** (Positive Temperature Coefficient) olarak adlandırılır. Gövde sıcaklığı düştükçe direnci yükselen ve gövde sıcaklığı yükseldikçe de direnci düşen dirençler **Negatif Kat Sayılı Direnç – NTC** (Negative Temperature Coefficient)'olarak adlandırılır.

Bu dirençler **termistör** olarak adlandırılırlar. Şekil 1.19'da devre sembolleri gösterilmiştir.



Şekil 1.19: (A) NTC (B) PTC



**Resim 1.8: Oda sıcaklığındaki direnci 10k olan bir NTC**

**Araştırma Ödevi 1.5:** Termistörün yaygın olarak nerelerde kullanıldığını ve değişen sıcaklığa göre direnç ölçümünün nasıl yapılacağını araştırıp öğrenin.

#### **1.2.3.3. Gerilim Etkili Dirençler (Varistör)**

Gerilim yükselince direnci hızla azalarak geçirdiği akım artan elemanlardır. Başka bir deyişle, gerilim düşükken VDR'nin direnci çok yüksektir. Gerilim değeri yükseldiğinde ise direnci hızla azalır.

Bu elemanlar; bobin, röle, trafo, transistör, tristör, anahtar vb. gibi elemanları ani gerilim artışlarının getirdiği zararlı etkilere karşı korumak için adı geçen elemanlara paralel bağlanarak kullanılır.

### **1.3. Sabit Dirençlerin Renk Kodlarıyla Değerlerinin Bulunması**

Sabit dirençlerin elektriksel büyüklüğü (omaj değeri), yaygın olarak üzerlerine üretim sonrası çizilen renk bantları yardımıyla anlaşılır. Bazı dirençlerde direnç değeri rakam yazılarak belirtilse de piyasada yaygın olarak kullanılan dirençlerin büyük çoğunluğu renk bantlarıyla üretilmektedir.

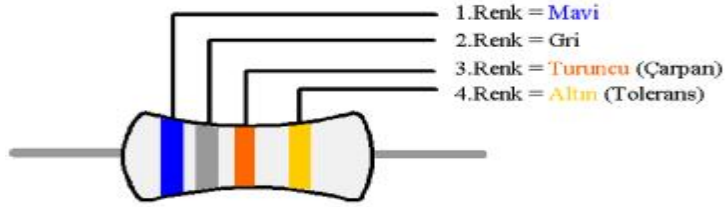
Ölçü aleti kullanmadan direncin değerini renk bantları yardımıyla belirleyebilmek önemlidir. Dirençler 4 ve 5 bantlı olarak üretilmektedir. Tablo 1.3'te renk bantlarının hangi sayısal değerleri temsil ettikleri gösterilmiştir.

RENKLER	SAYI	ÇARPAN	TOLERANS
Siyah	0	$10^0$	%20
Kahverengi	1	$10^1$	%1
Kırmızı	2	$10^2$	%2
Turuncu	3	$10^3$	----
Sarı	4	$10^4$	----
Yeşil	5	$10^5$	%0,5
Mavi	6	$10^6$	----
Mor	7	$10^7$	----
Gri	8	$10^8$	----
Beyaz	9	$10^9$	%10
Altın	----	$10^{-1}$	%5
Gümüş	----	$10^{-2}$	%10

Tablo 1.3: Direnç renk tablosu

Şekil 1.20’de dört bantlı bir direncin renk kodları okunarak direnç değerinin nasıl belirleneceğiyle ilgili uygulama yapılmıştır. İşlemleri dikkatlice okuyun.

#### Örnek 1.1



Şekil 1.20: Dört bantlı direnç renk kodu okuma uygulaması

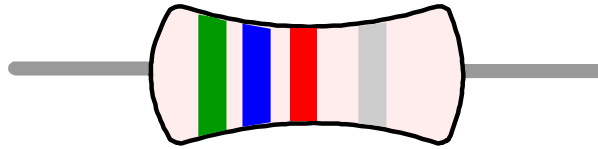
Öncelikle ilk iki renge karşılık gelen sayısal değerleri yan yana yazılır. (örnekte mavi:6 ve gri:8 = 68) Ardından elde edilen bu değer üçüncü rengin çarpan değeriyle çarpılır (örnekte  $68 \times \text{turuncu}:1000 = 68000\Omega = 68\text{k}\Omega$ ).

1.Renk	2.Renk	3.Renk (Çarpan)	Tolerans
6	8	$\times 10^3 = 1000$	%5
Direnç = 68 K $\Omega$			

**ÖNEMLİ BİLGİ:** Hangi rengin 1. renk olduğuna karar vermek öğrencilerin zorlandıkları bir konudur. Tecrübeyle elde edilecek bir yetenektir. Çoğunlukla 1. renk bandı kenara daha yakındır ve hata payı (tolerans) bandı diğer renk bantlarından birazcık daha uzaktadır.

### Çözümlü Soru 1.1

Aşağıdaki dört renkli direncin değeri hangi şıkta doğru verilmiştir?



- A) 5,6k %10  
B) 5,6k %5  
C) 56k %10  
D) 56k %5

### Çözüm

Öncelikle direncimizin değerini ve ardından tolerans değerini hesaplayalım. Renkler; yeşil, mavi, kırmızı ve gümüştür.

Dolayısıyla:

displaystyle:  $5 \times 10^2$  %10

$$= 56 \times 100 = 5600 = 5,6k \text{ ve } \%10 \text{ tolerans}$$

Cevap **A** şıkkıdır.

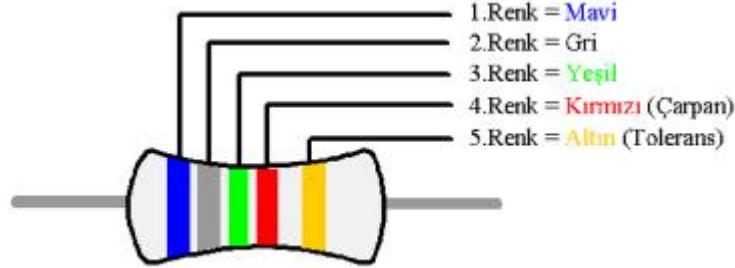
**Soru 1.1:** %5 toleranslı 3,3k $\Omega$ 'luk direncin renk bantlarını bulunuz.

- A) Kırmızı, Kırmızı, Turuncu, Altın  
B) Turuncu, Turuncu, Turuncu, Altın  
C) Turuncu, Turuncu, Kırmızı, Altın  
D) Turuncu, Kırmızı, Kırmızı, Gümüş

**Ödev 1.1:**  $1\Omega$ 'luk bir direncin hangi renk bantları kullanarak temsil edileceğini bulun.

Şekil 1.21’de beş bantlı bir direncin renk kodları okunarak direnç değerinin nasıl belirleneceğiyle ilgili uygulama yapılmıştır. İşlemleri dikkatlice okuyunuz.

### Örnek 1.2



Şekil 1.21: Beş bantlı direnç renk kodu okuma uygulaması

Öncelikle ilk üç renge karşılık gelen sayısal değerleri yan yana yazılır. (örnekte mavi:6, gri:8 ve yeşil:5= 685) Ardından elde edilen bu değer dördüncü rengin çarpan değeriyle çarpılır. (örnekte  $685 \times \text{kırmızı}:100 = 68500\Omega = 68,5\text{k}\Omega$ )

1.Renk	2.Renk	3.Renk	4.Renk (Çarpan)	Tolerans
6	8	5	$\times 102=100$	%5
Direnç = 68,5 K $\Omega$				

**Soru 1.2:** %0,5 toleranslı 12,8k $\Omega$ 'luk direncin renk bantlarını bulun.

- A) Siyah, Kırmızı, Kırmızı, Mavi, Yeşil
- B) Kahverengi, Kırmızı, Gri, Kırmızı, Yeşil
- C) Kahverengi, Kırmızı, Gri, Kahverengi, Kırmızı
- D) Kahverengi, Kırmızı, Beyaz, Kırmızı, Yeşil

**ÖNEMLİ:** Her iki uygulama sonunda görülen odur ki beş bantlı dirençler, dört bantlılara göre daha hassas değere sahiptir.

**ÖNEMLİ:** Direnç hesapları yaparken  $\Omega$  (omega) simgesi sayının yanına eklenmeyebilir. Üzerinde çalışılan sayının değeri zaten ‘ohm’ cinsinden olacağı için yalnızca sayının kendisi ve varsa kat sayısı yazılabilir.

Dirençler renk bantlarının gösterdiği değeri çoğu zaman tam olarak alamaz. Üretim aşamasında çeşitli etkenlerden dolayı direnç değerinde sapma olur. Üretim aşamasında oluşacak bu sapma standartlara bağlanmıştır. Öngörülen sapma miktarına hata payı (tolerans) denir. Üretici firma dirençleri belli bir hata payında üretmek zorundadır. Direncin hata payı renkli dirençlerde karşılık gelen renk bandıyla gösterilir.



Aşağıda bir direncin hata payı değerine göre alabileceği en üst ve en alt değerlerin hesaplanmasıyla ilgili örnek bir uygulama yapılmıştır.

**Örnek 1.3:** Değeri 1 K $\Omega$  ve hata payı rengi gümüş olan bir direncin direnç aralığı şu şekilde hesaplanır:

$$\text{Hata payı (tolerans)} = \%10 = \mathbf{0,1}$$

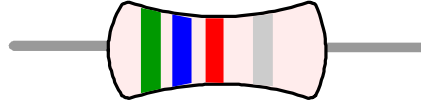
$$\text{Fark} = + \text{ direnç} \times \text{hata payı}$$

$$\text{Fark} = + 1 \text{ k}\Omega \times 0,1 = + \mathbf{100W}$$

$$\text{En üst direnç değeri} = \text{direnç} + \text{fark} = 1\text{k} + 100 = \mathbf{1,1 \text{ KW}}$$

$$\text{En alt direnç değeri} = \text{direnç} - \text{fark} = 1\text{k} - 100 = \mathbf{900W}$$

### Çözümlü Soru 1.2



Yukarıdaki dört renkli direncin standartlara uygun olarak üretildiği varsayılırsa aşağıdaki değerlerden hangisini alamaz?

A) 5,6k

B) 6,1k

C) 5,1k

D) 5k

### Çözüm

Öncelikle direncimizin değerini ve ardından tolerans değerini hesaplayalım. Renkler **yeşil**, **mavi**, **kırmızı** ve **gümüş**tür. Dolayısıyla:

$$56 \times 10^2 = 5600 \text{ohm} = 5,6 \text{kohm}$$

$$\text{tolerans} = \pm 5,6 \text{k} \times 0,1 (\%10) = \pm 560 \text{ohm}$$

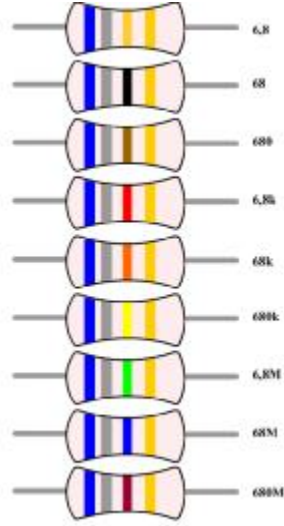
Elde edilen 560 ohm'luk tolerans değeri direnç değeri ile toplanır yada dirençten çıkarılır. Böylece direncin olabileceği **en alt** ve **en üst** sınır değerleri bulunur.

$$\text{En Alt Direnç Değeri} = 5,6\text{k} - 560 = 5040 \text{ohm}$$

$$\text{En Üst Direnç Değeri} = 5,6\text{k} + 560 = 6160 \text{ohm}$$

Şıklarda bu aralık içerisine girmeyen tek direnç değeri 5k ile **D** şıkkıdır.

Dirençler sahip oldukları hata paylarına göre belirli katsayılarla üretilirler. Diğer bir ifadeyle piyasada istenen her değerde direnç bulmak söz konusu değildir. Şekil 1.22’de piyasada bulunabilecek 68 katsayılı ve %5 hata payına sahip dirençler gösterilmiştir.



**Piyasada bulunabilecek %5 hata paylı dirençlerin katsayıları:** 10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 33, 36, 39, 43, 47, 51, 56, 62, 68, 75, 82, 91.

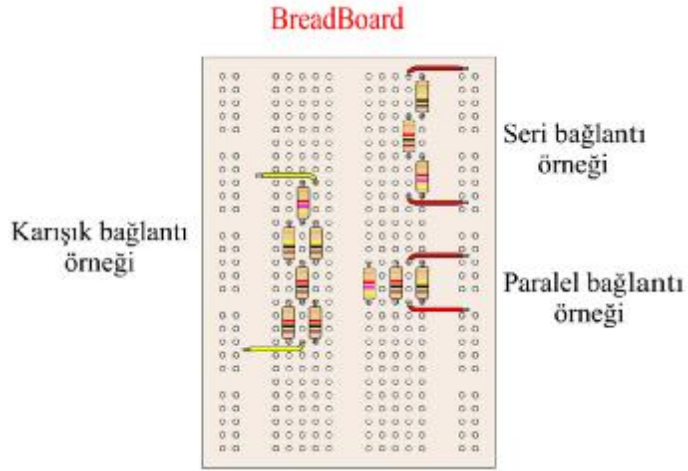
**Piyasada bulunabilecek %10 hata paylı dirençlerin katsayıları:** 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 82.

Şekil 1.22: %5 hata paylı 68 katsayısına sahip dirençler

## 1.4. Direnç Bağlantıları

Dirençler seri, paralel ya da karışık bağlanarak farklı değerlerde dirençler elde edilebilir. Şekil 1.23’de breadboard üzerine seri, paralel ve karışık direnç düzeneklerinin nasıl kurulacakları örnek olarak gösterilmiştir.

Şekil 1.23’de görüldüğü gibi tablo 1.4’te verilen dirençler için seri, paralel ve karışık direnç düzeneklerinin dirençlerini dijital ve analog avometreyle ölçünüz.



Şekil 1.23: Breadboard üzerine farklı direnç düzeneklerinin kurulumu

Bağlantı Düzenegi	Dirençler	Ölçülen Değer	
		Analog avometre	Dijital avometre
1. Uygulama			
Seri Bağlantı	R1=10k, R2=1k, R3=470		
Paralel Bağlantı	R1=33k, R2=3,3k, R3=330		
Bağlantı Düzenegi	Dirençler	Ölçülen Değer	
		Analog avometre	Dijital avometre
Karışık Bağlantı	R1=1k, R2=10k, R3=100, R4=100, R5=820, R6=8,2k		
2. Uygulama			
Seri Bağlantı	R1=22k, R2=10k, R3=1,2M		
Paralel Bağlantı	R1=3,3M, R2=33k, R3=3,3k		
Karışık Bağlantı	R1=470, R2=68, R3=68, R4=680, R5=1k, R6=1k		

Tablo 1.4: Direnç bağlantıları ölçüm tablosu

## UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
Ø Direnç tipini tespit ediniz.	Ø Farklı boyutlara ve işlevlere sahip dirençler temin ediniz. Dirençleri sabit ya da ayarlı olmalarına göre iki ayrı gruba bölerek her bir direncin kendi grubu içinde hangi türe girdiğini belirleyiniz (Ör: SMD, telli, karbon, pot, trimpot vb.)
Ø Direnç değerini belirleyiniz.	Ø Farklı türden dirençler temin ederek direnç değerlerini kendilerine uygun yöntemlerle belirleyiniz. Dirençleri seri, paralel ve karışık bağlayarak avometreyle dirençlerini ölçünüz.
Ø Direncin gücünü tespit ediniz.	Ø Farklı türden sabit dirençler temin ediniz. Elde ettiğiniz dirençlerin boyutlarına göre güçlerini tespit edebilirsiniz. Ayrıca yüksek güçlü dirençlerin üzerinde güç değerleri yazılıdır.
Ø Katalogları inceleyiniz.	Ø Farklı boyutlarda ve paket yapısında SMD dirençler temin ediniz. SMD devre elemanları kataloglarında dirençlerin paket yapılarına göre boyutları ve benzer bilgileri verilmiştir.
Ø Uygun direnci belirleyiniz.	Ø Çeşitli elektronik devrelerin hangi noktalarında ne tür dirençler kullanıldığını elektronik teknisyenlerine ya da tamircilerine sorarak öğrenebilirsiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu kısımda öğrenme birinci faaliyetinde verilen bilgilerle ilgili, muhakeme gücünüzü ölçecek sorular sorulacaktır. Bazı soruların cevaplarını hemen bulabilir, bazılarını cevaplamanız ise vakit alabilir. Bu bilinçle hareket ederek soruları cevaplayınız.

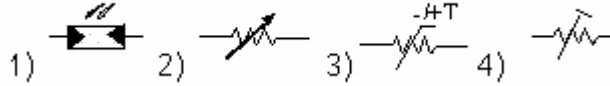
### ÖLÇME SORULARI

1. Aşağıdaki direnç değerlerinden hangisi 4 bantlı direncin kabul edilebilir hata payı dışında yer almaktadır?



- A) 11,8k
- B) 12,8k
- C) 13,1k
- D) 10,6k

2. Aşağıda verilen ayarlı dirençlere ait devre sembollerinin isimleri hangi şıkta doğru sıralamayla verilmiştir?

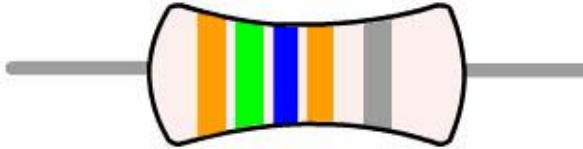


- A) 1-Termistör, 2-Potansiyometre, 3-LDR, 4-Trimpot
- B) 1-LDR, 2-Trimpot, 3-Termistör, 4-Reosta
- C) 1-LDR, 2-Potansiyometre, 3- Termistör, 4-Trimpot
- D) 1-LDR, 2-Potansiyometre, 3-VDR, 4-Reosta

3. Direnç aralığı 98k - 102k olarak verilmiş direncin renk bantları hangi şıkta doğru olarak verilmiştir?

- A) KAHVERENGİ, SİYAH, SARI, KIRMIZI
- B) SİYAH, KAHVERENGİ, SARI, YEŞİL
- C) KAHVERENGİ, SİYAH, KIRMIZI, KIRMIZI
- D) KAHVERENGİ, SİYAH, TURUNCU, ALTIN

4) Aşağıdaki 5 renkli direncin değeri hangi şıkta doğru olarak verilmiştir?



- A) 357k % 10
- B) 35,6k % 10
- C) 356k % 10
- D) 375k % 10

5. Potansiyometre ve trimpot için aşağıdaki önermelerden hangisi doğrudur?

- A) İkisi arasında çalışma ilkeleri açısından bir fark yoktur.
- B) Potansiyometrede direnç ayarı tornavida gibi ek bir alet kullanılarak yapılır.
- C) Bir ses kuvvetlendiricisinde ses şiddetini ayarlamak için trimpot kullanmak daha uygun olur.
- D) Belirli bir frekanstan yayın yapacak bir radyo vericisinde anten katı frekansını ayarlamak için pot kullanılması daha uygun olur.

6. 470 ohm %5 toleranslı direncin renk bantları aşağıdaki maddelerden hangisinde doğru verilmiştir?

- A) SARI, MAVİ, KIRMIZI, ALTIN
- B) SARI, MOR, SİYAH, ALTIN
- C) SARI, MOR, KAHVERENGİ, ALTIN
- D) MOR, SARI, KAHVERENGİ, ALTIN

7. Üzerine uygulanan gerilimle direnci değişen devre elemanı hangisidir?

- A) VDR
- B) LDR
- C) Termistör
- D) Pot

8. Aşağıdaki şıklardan hangisinde potansiyometre doğru tanımlanmıştır?

- A) Direnci, tornavida gibi bir aletle ayarlanır.
- B) Direnci diğer ayarlı dirençlere göre nispeten daha düşüktür. Yüksek güçlü devrelerde yüksek akım kontrolü gereken yerlerde kullanılır.
- C) Direnci üzerindeki bir ayar kolu aracılığıyla ayarlanan devre elemanıdır. Belli bir noktadaki elektrik seviyesinin istenen her durumda ayarlanması gereken yerlerde kullanılır.
- D) Üç ayaklı ayarlanabilir direnç olup iki yan uç arasındaki direnç her zaman değiştirilebilir. Orta uç ile yan uçlar arasındaki direnç ise her zaman sabittir.

9. Işığa duyarlı olarak çalışması istenen bir devrede kontrol elemanı olarak aşağıdaki devre elemanlarından hangisinin kullanımı uygundur?

- A) Termistör      B) Pot      C) LDR      D) VDR

10. Aşağıda verilen %10 ve %5 hata paylı dirençlerden hangisini standartlara göre piyasada bulmak mümkün değildir?

- A) 1,3k %10
- B) 150 %5
- C) 820k %5
- D) 470 %10

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı, cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Unutmayın kendinizi deniyorsunuz. Eğer eksikliğini hissettiğiniz bir konu ile karşılaşırsanız bilgi sayfalarına tekrar dönebilirsiniz. Araştırma yaparak, uygulama faaliyetlerini tekrar gerçekleştirerek eksiklerinizi giderebilirsiniz. Ayrıca konu ilginizi çektiyse daha fazla bilgi edinmek için araştırma yapmaktan çekinmeyiniz.

## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
Karbon ve Film Direncin Belirlenmesi		
Güç Dirençlerinin Belirlenmesi		
SMD Dirençlerin Belirlenmesi		
Ayarlı Dirençlerin Değerinin Belirlenmesi		
LDR, Termistör ve VDR'nin Belirlenmesi		
Renk Bantlı Dirençlerin Değerlerinin Belirlenmesi		
Ortam Etkili Dirençlerin Değerlerinin Belirlenmesi		
Ayarlı Dirençlerin Değerinin Belirlenmesi		
Farklı Direnç Türlerinin Güçlerinin Belirlenmesi		
SMD Devre Elemanı Kataloglarından Direnç Paketlerine Göre Teknik Özelliklerinin Belirlenmesi		
Seri, Paralel ve Karışık Bağlı Dirençlerin Değerlerinin Ölçülmesi		
Amaca Uygun Direncin Belirlenmesi		

## DEĞERLENDİRME

Performans değerlendirme sonucu “evet”, “hayır” cevaplarınızı değerlendiriniz. Eksiklerinizi faaliyete dönerek tekrarlayınız. Tamamı “evet” ise diğer öğrenme faaliyetine geçiniz.



## ÖĞRENME FAALİYETİ-2

### AMAÇ

Bu öğrenme faaliyetiyle kondansatör devre elemanını tanıyacak, günümüzde kullanılan kondansatör türlerini karşılaştırmalı olarak göreceğ ve ihtiyaca uygun eleman seçimini öğreneceksiniz.

### ARAŞTIRMA

- Ø Çeşitli elektronik devre kartları temin ederek bu kartlar üzerindeki kondansatörlerin yerlerini belirleyiniz. Kondansatörün zarar görmesi sonucu ortaya çıkan bir arıza çeşidi ve bu arızanın yer aldığı bir devre kartı bularak arızanın yol açtığı sonuçları belirleyiniz. Elde ettiğiniz sonuçları öğretmeninizin yönergeleri doğrultusunda rapor haline getiriniz.

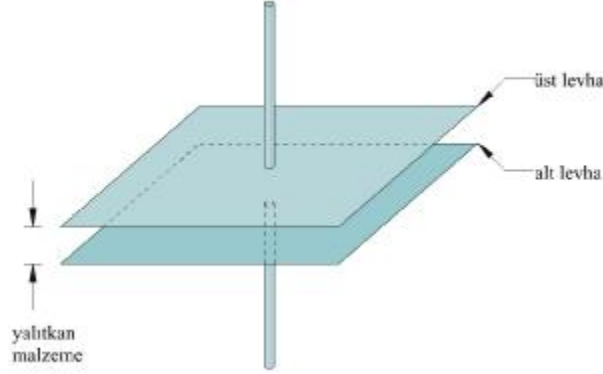
## 2. KONDANSATÖRLER



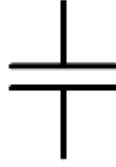
Resim 2.1: Çeşitli kondansatörler

## 2.1. Tanımı ve İşlevi

Kondansatörler elektrik enerjisini depolamak amacıyla kullanılan devre elemanlarıdır. Karşılıklı duran ve aralarında fiziksel bir temas olmayan iki ayrı plaka ve plakalara bağlı iki ayrı iletken telden oluşurlar. Devrelerde C harfiyle temsil edilirler. Her bir plakaya elektrot denir. Şekil 2.1’de kondansatörün temel yapısını görebilirsiniz.

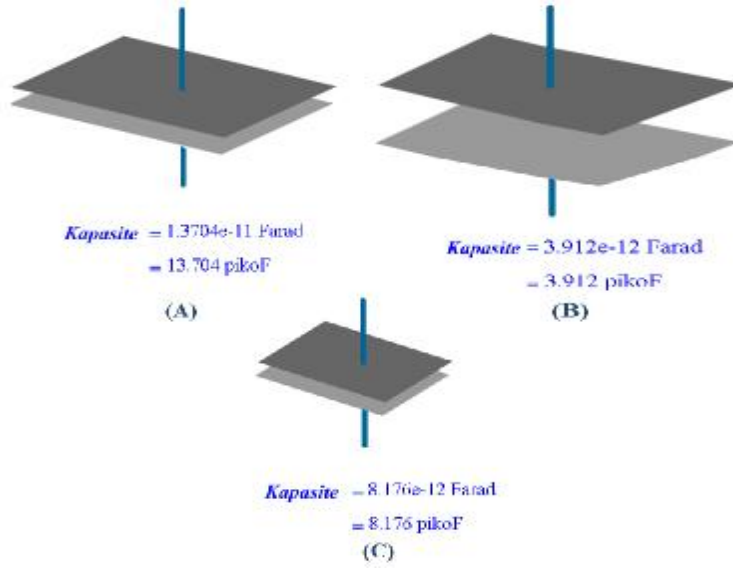


Şekil 2.1: Kondansatörün genel yapısı



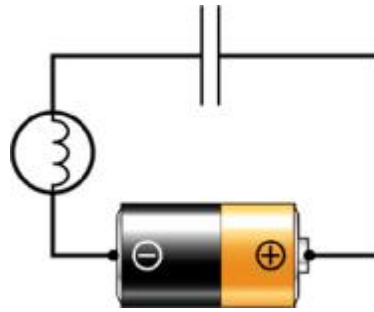
Şekil 2.2: Kondansatörün genel devre sembolü

Kondansatör sığası plakaların yüzey alanı ve plakalar arasındaki mesafeyle ilişkilidir. Ayrıca plakalar arasındaki yalıtkan maddenin yalıtkanlık özelliği de kondansatörün sığasını etkiler. Kondansatörlerin elektriksel değeri kapasitans olarak adlandırılır ve birimi **Farad**’dır. C harfi ile gösterilir. Şekil 2.3’te kondansatör yüzeyinin ve plakalar arası mesafenin kapasiteye etkisi gösterilmiştir.



**Şekil 2.3: Kondansatör kapasitesine etki eden unsurlar (A) Levhaların yüzey alanı büyük, (B) Levhalar arası mesafe büyük, (C) Levhalar arası mesafe ve levhaların yüzey alanı küçük**

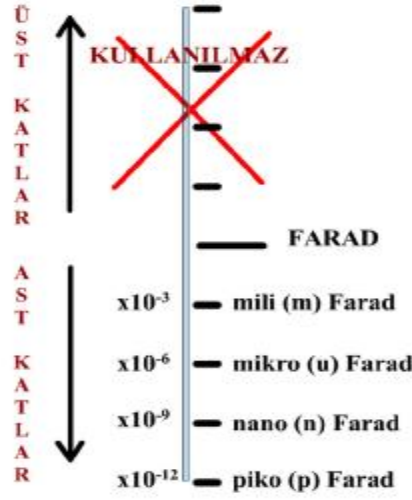
Kondansatörler DC akımda açık devre gibi çalışır. Örnek olarak Şekil 2.4'tekine benzer bir devre kurabilirsiniz. Üreteç olarak 9V'luk bir pil uygun olur. Lamba olarak düşük gerilimle çalışacak bir lamba kullanabilirsiniz. Değeri büyük kutupsuz bir kondansatör kullanın (ör: 470µF). Devreden akım geçecek şekilde bağlantıyı yapın ve kısa bir süre bekleyin (5-10sn).



**Şekil 2.4: Kondansatörün DC üretece bağlanması**

Bekledikten sonra üretici çıkartınız ve hemen ardından lambayı kondansatör uçlarına bağlayın. Tüm bu süreci dikkatlice gözlemleyiniz ve izlenimlerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

Kondansatör kapasitesi farad olarak adlandırılır ve 'F' harfiyle gösterilir. Farad birimi yalnız başına çok büyük bir sığaya karşılık geldiğinden ast katları kullanılır. Şekil 2.5'de kondansatörlerde yaygın olarak kullanılan katlar gösterilmiştir.



Şekil 2.5: Piyasada bulunan kondansatörlerde yaygın olarak kullanılan katlar

**Örnek:**  $0,1\mu\text{F} = \dots\dots\dots? \text{nF}$  eder.  $\mu$ (mikro) ve n(nano) kat sayıları arasındaki fark 103(1000) kadardır. Mikro kat sayısı nano kat sayısının 1000 katı olduğu için:

$0,1\mu\text{F} = 100\text{nF}$  yapar.

**Örnek:**  $1200\text{pF} = \dots\dots\dots? \mu\text{F}$  eder. p(piko) ve mikro kat sayıları arasındaki fark 1 milyondur. Piko kat sayısı mikro kat sayısından küçük olduğu için 6 basamak sola gidilir:

$0,0012\mu\text{F}$  yapar.

**ÖNEMLİ:** Konuyla ilgili ayrıntılı bilgi için ‘Elektrik-Elektronik Matematiği’ modülüne bakınız.

**Soru B.1:** Aşağıda boş bırakılan yerleri uygun şekilde doldurun, takıldığınız yerler için önce arkadaşlarınıza danışın ve son olarak yaptığınız dönüşüm işlemlerini öğretmeninize kontrol ettiriniz.

$$47\mu\text{F} = \dots\dots\dots? \text{nF}$$

$$100\text{pF} = \dots\dots\dots? \text{nF}$$

$$1,2\text{nF} = \dots\dots\dots? \text{pF}$$

$$680\text{nF} = \dots\dots\dots? \mu\text{F}$$

$$0,1\text{mF} = \dots\dots\dots? \mu\text{F}$$

$$10000\text{pF} = \dots\dots\dots? \mu\text{F}$$

## 2.2. Çeşitleri

### 2.2.1. Sabit Kondansatörler

Kapasitesi değişmeyen kondansatörlerdir. Değişik türlerde sabit kondansatörler vardır. Kutuplu ya da kutupsuz olarak ayrılabilirler. Kutuplu kondansatörlerde artı (+) – eksi(-) kutupların devreye doğru bağlanması gerekir. Aksi durumda levhalarda aşırı ısınma meydana gelir ve kondansatör delinebilir. Şimdi bunları tanıyalım:

**Araştırma Ödevi 2.1:** Kutuplu bir kondansatörün yanlış bağlanması sonucu ortaya çıkmış bir arıza çeşidi araştırın. Kutuplu kondansatörlerin kutupsuzlardan ayrılan bu özelliğini öğrenmeye ve kutuplara dikkat etmeden yapılan yanlış bir bağlantıdan ileri gelen arızanın nedenlerini öğrenin. Yaptığınız çalışmaları öğretmeninizin yönergeleri doğrultusunda raporlayın.

#### 2.2.1.1. Film Kondansatörler

Bu kondansatörlerde dielektrik malzeme olarak plastik bir malzeme olan polistren film, polyester film gibi malzemeler ya da metal kaplı polyester film kullanılır. Şimdi bunların özelliklerine bakalım:

##### Ø Polyester Film Kondansatörler

Hata payları yüksektir. Hata payları +%5 - +%10 arasındadır. Hata paylarının yüksek olmasına karşın ucuz ve kullanışlıdır. 1nF – 0,47µF arası kapasitelerde bulunabilir.



**Resim 2.2: Polyester film kondansatörler**

Resim 2.2’de soldaki polyester kondansatörün yüksekliği 18mm, genişliği 13mm ve kalınlığı 7mm’dir. Kapasitesi 0,22µF’dır. Resmin sağında yer alan kondansatörün yüksekliği 14mm, genişliği 11mm ve kalınlığı 7mm’dir. Kapasitesi 0,47µF’dır.

## Ø Polistren Film Kondansatörler

Bobin gibi bir yapıda üretildiklerinden yüksek frekans devreleri için kullanımları uygun değildir.

Frekansı birkaç yüz KHz'i geçmeyen filtre ve zamanlama devrelerinde kullanımları uygundur.

Resim 2.3'de gösterilen polistren kondansatörün yüksekliği 24mm, genişliği 10mm ve kapasitesi 10nF'dir.



Resim 2.3: Polistren kondansatör

## Ø Metal Kaplı Film Kondansatörler

Bir çeşit polyester film kondansatördür. 1nF – 2,2µf arası kapasitelerde bulunabilir.



Resim 2.4: 22nF'lık 250 V'luk bir metal kaplı film kondansatör

Film kondansatörlerin kutupları yoktur. Yaygın olarak filtre devrelerinde kullanılırlar.

### 2.2.1.2. Seramik Kondansatörler

Dielektrik maddesi olarak seramik kullanılmıştır. Uygulamada mercimek kondansatör olarak da adlandırılır.

Kapasiteleri düşüktür. Hata payları çok yüksektir. Hata payları +%20 dolayındadır. Kapasiteleri sıcaklık ve nemden etkilenir. Enerji kayıpları az olduğundan çoğunlukla yüksek frekanslı devrelerde kullanılır. Kutupları yoktur.



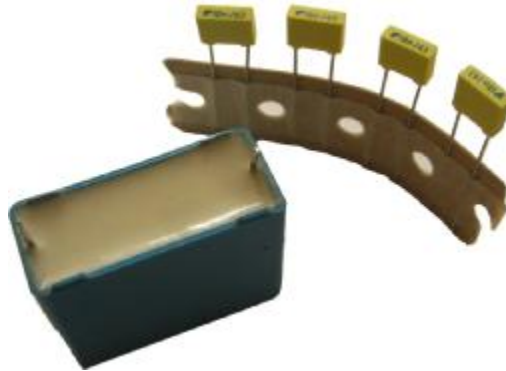
**Resim 2.6: Çeşitli seramik kondansatörler**

100pF'lık bir mercimek kondansatör yaklaşık 3mm çapındadır. Resim 2.6'da ortadaki resimde  $10 \times 103 \text{ pF} = 0,01 \mu\text{F}$ 'lık mercimek kondansatörün çapı 6mm'dir.

#### **2.2.1.3. Mika Kondansatörler**

Dielektrik maddesi olarak yalıtkanlığı çok yüksek olan mika kullanılmıştır. Çok yaygın kullanım alanı vardır. Karşınıza en sık çıkacak kondansatör türlerindendir.

Kapasiteleri 1pF – 0,1 $\mu$ F arasındır. Çalışma gerilimleri 100 V-2500 V arasındır. Hata payları +%2-+%20 arasındır.

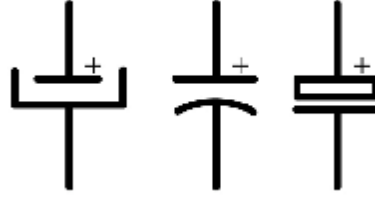


**Resim 2.7: Mika kondansatörler**

#### **2.2.1.4. Elektrolitik Kondansatörler**

Yalıtım görevi gören ve asit borik eriğine emdirilmiş ince bir oksidasyon zarı kullanılır. İletken olarak alüminyum ya da tantalyum levhalar kullanılır. Yalıtkan malzemesi çok ince olduğundan çok yüksek kapasitelere ulaşmak mümkündür.

Kutupsuz ya da kutuplu olarak üretilirler. Şekil 2.6'da kutuplu kondansatörler için kullanılan devre sembolleri gösterilmiştir.



Şekil 2.6: Kutuplu kondansatör sembolleri



Resim 2.8: Karşılaştırmalı olarak gösterilmiş kutuplu ve kutupsuz elektrolitik kondansatörler

Resim 2.8’de soldaki kondansatör kutupsuz elektrolitik kondansatördür. Çalışma voltajı 400VDC ve sığası 470 $\mu$ F’dır. Dikkat edilirse çalışma voltajı düştükçe boyut küçülmektedir. Sağdaki kondansatör 1000 $\mu$ F gibi yüksek bir kapasiteye sahip olmasına karşın çalışma voltajı 35V olduğundan boyutu diğer iki kondansatöre göre oldukça küçüktür.

Bu kondansatörlerin kapasite değerleri 1 $\mu$ F’dan 40000 $\mu$ F’a kadar değişmektedir.

Çalışma voltajları 3V-450V arası değişmektedir.

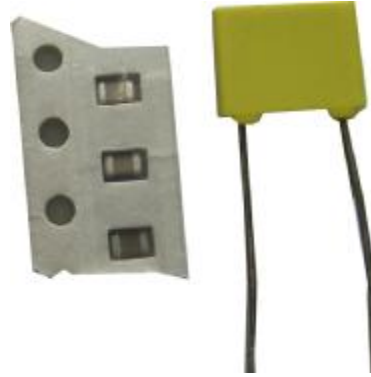
#### 2.2.1.5. SMD Kondansatörler

Çok katmanlı elektronik devre kartlarına yüzey temaslı olarak monte edilmeye uygun yapıda üretilmiş kondansatörlerdir. Boyutları diğer kondansatörlere göre çok daha küçüktür; ancak mercimek ve mika kondansatörlerle erişilen sığa değerlerine sahip olarak üretilirler. Resim 29 ve resim 2.10’da SMD kondansatörlerin diğer kondansatörlerle karşılaştırmaları yapılmıştır.





**Resim 2.9:** Ortada ve sağda SMD kondansatör, solda kağıtlı kondansatör. SMD kondansatör cımbızla tutturulmuş



**Resim 2.10:** Solda 2mm genişliğinde 100nF'lık SMD kondansatörler, sağda 8mm genişliğinde 10nF'lık mika kondansatör



**Resim 2.11:** Genişliği 3,8mm kapasitesi 3,3mF ve çalışma gerilimi 6V olan E194 kılıf tipinde üretilmiş bir grup SMD kondansatör

**Araştırma Ödevi 2.2:** SMD kondansatörlerin kullanıldığı farklı uygulama alanlarını araştırınız. Lehimleme yöntemlerini öğrenmeye çalışın ve örnek bir devre kartı temin ederek elde ettiğiniz sonuçları tek sayfayı geçmeyecek şekilde raporlayınız.

**ÖNEMLİ:** Kondansatörlerin hata payı oranları aşağıdaki harfler kullanılarak kodlanır. Kondansatör gövdesinin üzerine yazılır.

B: +%0,1

C: +%0,25

D: +%0,5

F: +%1

G: +%2

J: +%5

K: +%10

M: +%20

## 2.2.2. Ayarlı Kondansatörler

Kapasite değerleri değiştirilebilen kondansatörlerdir. Yaygın olarak kullanılan iki türü vardır.

### 2.2.2.1. Varyabl Kondansatörler

Kapasite değerleri elle ayarlanır. Levhalar arasında plastik ya da hava vardır.

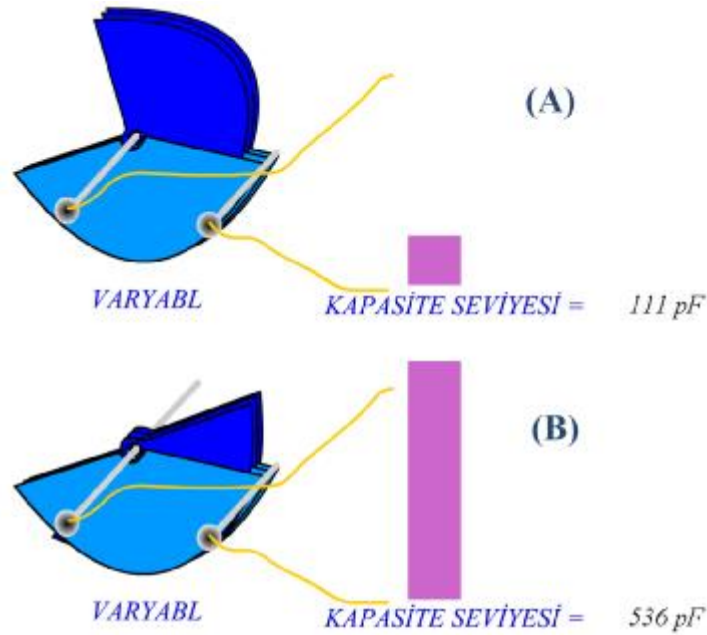


Şekil 2.7: Varyabl kondansatör sembolü

Radyo alıcılarında anten katının frekansını değiştirmek amacıyla ya da sinyal üreteçlerinde istenen frekans elde etmek amacıyla kullanılabilir.

**Araştırma Ödevi 2.3:** Varyabl kondansatörün kullanıldığı farklı alanları bulunuz ve örnek bir devre kartı temin ederek işlevini araştırınız.

Şekil 2.8’de bir varyablde levhaların değişiminin sığaya etkisi gösterilmiştir.



Şekil 2.8: (A) Kapasite seviyesi düşük, (B) Kapasite seviyesi yüksek

#### 2.2.2.2. Trimer Kondansatörler



Sığanın tornavida gibi yardımcı bir aletle ayarlanabildiği kondansatör türüdür. Sığanın bir defa ayarlandıktan sonra belli bir değerde sabit bırakıldığı yerlerde kullanılır. Örneğin; belirli bir frekanstan yayın yapacak radyo vericilerinin yayın frekansı belirlendikten sonra o frekansa göre sığa ayarı ve ardından cihazın kutulama montajı yapılır.

**Resim 2.12: Trimer kondansatörler. İki yalıtılmış ince telin bağlanmasıyla 10pF-200pF arası kapasite elde edilebilir.**

### 2.3. Rakamlarla Kondansatör Değerinin Okunması

Kondansatörlerin kapasitesi ve çalışma gerilimleri yükseldikçe gövde boyutları da büyür. Büyük kondansatörlerde kapasite değeri ve çalışma gerilimleri üzerlerinde yazılıyken küçük boyutlu kondansatörlerde bazı kısaltmalar kullanılır. Sıfır (0) yerine nokta (.) konması buna örnek gösterilebilir. Şekil 2.9'da bazı kondansatörlerin değerlerinin nasıl okunduğu gösterilmiştir.



**Şekil 2.9: Değerleri kısaltmalarla gösterilen bazı kondansatörler**

Eğer yazılı değerinde birim kullanılmışsa birimin yazılı olduğu yerde virgül olduğu varsayılır.

Şekil 2.9'da 2n2 kodu ve 50 değeri olan kondansatörün sığası = 2,2nF ve çalışma gerilimi=50V'tur.

Özellikle mercimek kondansatörlerde 10 sayısının yanına rakam yazılarak sığa değeri belirtilir ve birim yazılmaz. Bu durumda kondansatör sığası piko farad (pF) üzerinden değerlendirilir. 10 sayısının yanında yer alan rakam kadar 10 sayısının yanına sıfır (0) eklenir.

Şekil 2.9’da 104 kodu olan kondansatörün sığası =  $10.0000 \text{ pF} = 100\text{nF}$ ’dır.

Yine çoğunlukla mercimek kondansatörlerde birim yazılmadan doğrudan sayının kendisi yazılır. Bu durumda kondansatör sığası o sayının pF değeri kadardır.

Şekil 2.9’da 470 kodu olan kondansatörün sığası =  $470 \text{ pF}$ ’dır.

Bazı kondansatörlerde sayının önüne birim eklenir. Burada birimin eklendiği yerde 0. olduğu varsayılır.

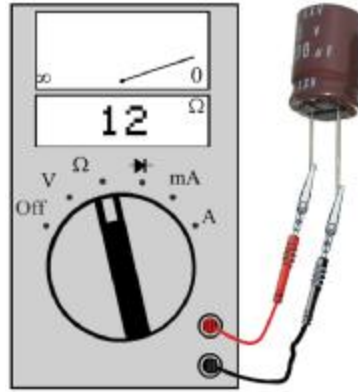
Şekil 2.9’da p68 kodu ve 100 değeri olan kondansatörün sığası  $0.68\text{pF}$  ve çalışma gerilimi  $100\text{V}$ ’tur.

## 2.4. Avometreyle Sağlamlık Kontrolünün Yapılması

Analog ve dijital avometrelerle kondansatörlerin sağlamlık testi yapılabilir. Ancak analog avometreyle sağlamlık testinin yapılması kişi zihninde daha kalıcı bir etki bırakır. Sağlamlık testinin aşamalarını şu şekilde sıralayabiliriz:

Analog ölçü cihazının komütatör anahtarı X1 kademesine alınır. Dijital ölçü cihazının komütatör anahtarı direnç ölçme kademesine ( $\Omega$ ) alınır.

Testi yapılacak kondansatör ayaklarıyla avometrenin probaları paralel şekilde birbirine değdirilir. (bk. Şekil 2.10)

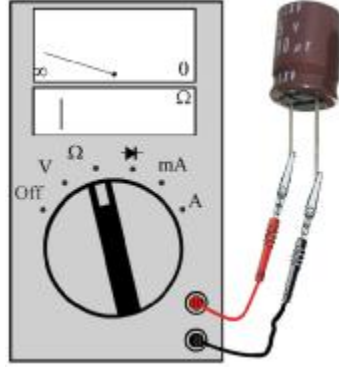


Şekil 2.10: Kondansatörün analog ve dijital avometreyle sağlamlık testi

Şekil 2.10’da görüldüğü gibi analog avometrede ibrenin soldan sağa doğru ( $0 \Omega$  yönünde) sapması, dijital avometredeyse düşük değerde bir direnç gözükmesi gerekir.

Bir süre sonra analog avometrede ibrenin yeniden sol başa gelmesi ya da dijital avometrede çok yüksek direnç değeri gözükmesi gerekir. Eğer direnç değeri dijital

avometrenin direnç aralığının dışına çıkarsa bildiğiniz gibi ekranda okunabilir bir direnç değeri gözükmez. (bk. Şekil 2.11)



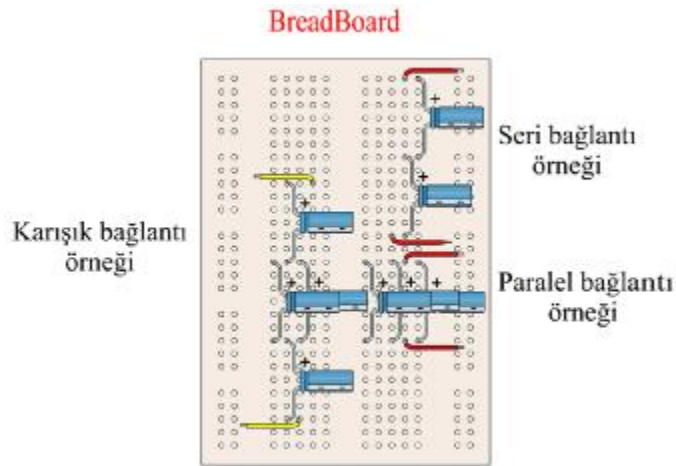
Şekil 2.11: Avometreye kondansatör testinin son aşaması

**ÖNEMLİ:** Ölçüm sırasında her iki elinizin de kondansatör ayaklarına değmemesine özen gösteriniz ve ölçüm yapmadan önce kondansatörlerin yüksüz (tamamen boşalmış) olmalarına dikkat ediniz.

**İPUCU:** Kondansatör sığası küçüldükçe analog avometrelerde ibrenin sapması da o derece hızlı olacaktır. Aynı şekilde dijital avometrenin küçük omajdan yüksek omaja gitmesi çok hızlı gerçekleşecektir. Bu durumu algılayabilmeniz zor olabilir.

## 2.5. Kondansatör Bağlantıları

Kondansatörler dirençlerde olduğu gibi seri, paralel ve karışık bağlanarak farklı değerlerde ve çalışma voltajlarında sığa elde edilebilir. Şekil 2.12’de breadboard üzerine seri, paralel ve karışık kondansatör düzeneklerinin nasıl kurulacakları örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.12: Breadboard üzerine farklı kondansatör düzeneklerinin kurulumu

Şekil 2.12’de görüldüğü gibi tablo 2.1’te verilen kondansatörler için seri, paralel ve karışık kondansatör düzeneklerinin sığalarını Lcrmetreyle ölçünüz.

Bağlantı Düzeneği	Dirençler	Ölçülen Değer
1. Uygulama		
Seri Bağlantı	$C1=10\mu$ , $C2=100\mu$	
Paralel Bağlantı	$C1=470n$ , $C2=1\mu$ , $C3=2,2\mu$	
Karışık Bağlantı	$C1=10\mu$ , $C2=4,7\mu$ , $C3=6,3\mu$ , $C4=10\mu$	
2. Uygulama		
Seri Bağlantı	$C1=100n$ , $C2=100n$	
Paralel Bağlantı	$C1=100\mu$ , $C2=100\mu$ , $C3=100\mu$	
Karışık Bağlantı	$C1=100p$ , $C2=330p$ , $C3=330p$ , $C4=100p$	

**Tablo 2.1: Kondansatör bağlantıları ölçüm tablosu**

## UYGULAMA FAALİYETİ

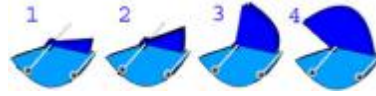
İşlem Basamakları	Öneriler
Ø Kondansatör tipini belirleyiniz.	Ø Farklı boyutlara ve işlevlere sahip kondansatör temin ediniz. Kondansatörleri sabit ya da ayarlı olmalarına göre iki ayrı gruba bölerek her bir kondansatörün kendi grubu içinde hangi türe girdiğini belirleyiniz. (Ör: SMD, elektrolitik, varyabl, trimer vb.)
Ø Kondansatörün gerilim değerini belirleyiniz.	Ø Farklı türden kondansatörler temin ederek çalışma voltajlarını üzerlerinde yazan kodlara göre ya da değerlere göre belirleyebilirsiniz.
Ø Kondansatörün kapasite değerini belirleyiniz.	Ø Farklı türden kondansatörler temin ediniz. Bunları bağlantı yöntemlerine göre (seri, paralel, karışık) bağlayarak sığalarını Lcrmetreyle ölçünüz.
Ø Katalogları inceleyiniz.	Ø Farklı boyutlarda ve paket yapısında SMD kondansatörler temin ediniz. SMD devre elemanları kataloglarında kondansatörlerin paket yapılarına göre boyutları, sığa aralıkları ve benzer bilgileri verilmiştir.
Ø Uygun kondansatörü belirleyiniz.	Ø Çeşitli elektronik devrelerin hangi noktalarında ne tür kondansatörler kullanıldığını elektronik teknisyenlerine ya da tamircilerine sorarak öğrenebilirsiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu kısımda ikinci öğrenme faaliyetinde verilen bilgilerle ilgili muhakeme gücünüzü ölçecek sorular vardır. Bazı soruların cevaplarını hemen bulabilir, bazılarını cevaplamanız ise vakit alabilir. Bu bilinçle hareket ederek soruları cevaplayınız.

### ÖLÇME SORULARI

1. Aşağıdaki eş değer ayarlı kondansatörlerden hangisinin uçları arasındaki kapasitenin daha fazla olması beklenir?



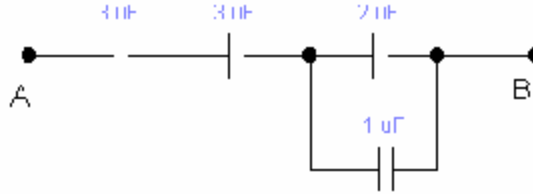
- A) 1      B) 2      C) 3      D) 4

2.  $0,12\mu F = \dots\dots\dots nF$  eder.

Yukarıdaki soruda boşluğa gelmesi gereken değer hangi şıkta doğru olarak verilmiştir?

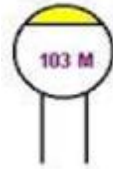
- A) 120      B) 1200      C) 120000      D) 0,00012

3. Aşağıdaki devrede A-B arası eşdeğer sığa nedir?



- A)  $6\mu F$       B)  $3\mu F$       C)  $2\mu F$       D)  $1\mu F$

4. Şekildeki kondansatörün sığası hangi şıkta doğru verilmiştir?



- A)  $10pF$       B)  $10nF$       C)  $10\mu F$       D)  $1nF$



5. Kondansatör için söylenen aşağıdaki önermelerden hangisi doğrudur?
- A) Elektrik enerjisini manyetik alan biçiminde tutar.
  - B) İki plaka arasında elektrik yüklerinin depolanması esasına göre çalışır.
  - C) DC akımda iletken gibi çalışır.
  - D) Fiziksel boyutları çalışma geriliminden etkilenmez.
6. 4700pF'ın karşılığı aşağıdakilerden hangisidir?
- A) 4,7μF      B) 470nF      C) 47nF      D) 0,0047μF
7. Trimer kondansatörün aşağıda belirtilen yerlerin hangisinde kullanımı daha uygun olur?
- A) Frekansı 10Hz – 1MHz arası ayarlanabilen bir sinyal üretende
  - B) Bir radyo alıcısında
  - C) Belirli bir frekanstan yayın yapacak radyo vericisinde
  - D) Polis telsizinde
8. Üzerinde 101 kodu bulunan kondansatörün sığası nedir?
- A) 10pF
  - B) 1pF
  - C) 1nF
  - D) 100pF
9. Aşağıdakilerden hangisi sığa değeri elle ayarlanabilen bir kondansatördür?
- A) Varyabl
  - B) Elektrolitik
  - C) Trimer
  - D) Mercimek
10. Aşağıda verilen sabit kondansatör türlerinden hangisinin erişebileceği sığa değeri diğerlerine göre daha fazladır?
- A) SMD kondansatörler
  - B) Seramik kondansatör
  - C) Elektrolitik kondansatör
  - D) Film kondansatör

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı, cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Unutmayın kendinizi deniyorsunuz. Eğer eksikliğini hissettiğiniz bir konu ile karşılaşırsanız bilgi sayfalarına tekrar dönebilirsiniz. Araştırma yaparak, uygulama faaliyetlerini tekrar gerçekleştirerek eksiklerinizi giderebilirsiniz. Ayrıca konu ilginizi çektiyse daha fazla bilgi edinmek için araştırma yapmaktan çekinmeyiniz.

## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
Elektrolitik Kondansatörün Belirlenmesi		
Film Kondansatörün Belirlenmesi		
Seramik ve Mika Kondansatörün Belirlenmesi		
SMD Kondansatörün Belirlenmesi		
Varyabl ve Trimerin Belirlenmesi		
Çalışma Voltajlarının Belirlenmesi		
Sabit Kondansatörün Sağlamlık Testinin Yapılması		
SMD Devre Elemanı Kataloglarından Kondansatör Paketlerine Göre Teknik Özelliklerinin Belirlenmesi		
Seri, Paralel ve Karışık Bağlı Kondansatörlerin Sıgalarının Ölçülmesi		
Amaca Uygun Kondansatörün Belirlenmesi		

## DEĞERLENDİRME

Performans değerlendirme sonucu “evet”, “hayır” cevaplarınızı değerlendiriniz. Eksiklerinizi faaliyete dönerek tekrarlayınız. Tamamı “evet” ise diğer öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Bu öğrenme faaliyetiyle bobin devre elemanını tanıyacak, günümüzde kullanılan bobin türlerini karşılaştırmalı olarak görecek ve ihtiyaca uygun eleman seçimini öğreneceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Ø Çeşitli elektronik devre kartları temin ederek bu kartlar üzerindeki bobinlerin yerlerini belirleyiniz. Diğer arkadaşlarınızın temin ettikleri bobinlerden farklı olanları sizin bulduklarınızla karşılaştırınız. Bobinin kullanım amaçlarını araştırarak bu amaçlar doğrultusunda kullanıldıkları farklı devrelerden örnekler elde ediniz. Elde ettiğiniz sonuçları öğretmeninizin yönergeleri doğrultusunda rapor haline getiriniz.

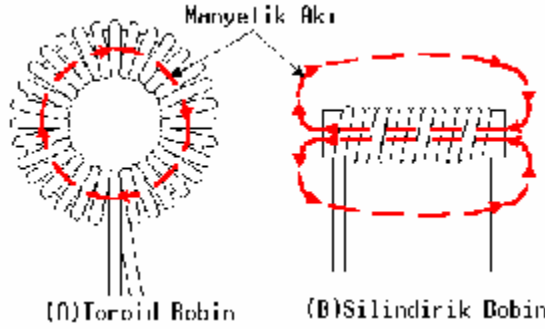
## 3. BOBİNLER



Resim 3.1: Çeşitli bobinler

### 3.1. Tanımı ve İşlevi

Bobinler iletken bir telin 'nüve' denilen bir malzeme üzerine sarılmasıyla elde edilirler. Tel ardışık şekilde ve belli bir çapta sarılır. Teller birbiri üzerine sarılırken kısa devre oluşmaması için yalıtılırlar (yalıtım için vernik tercih edilir). Nüve malzemesi yerine hava da olabilir.



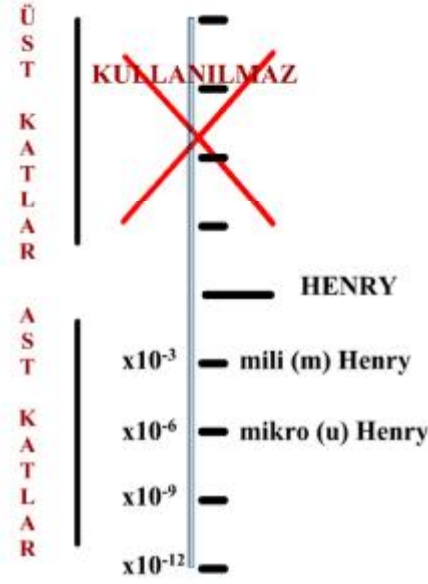
Şekil 3.1: Bobinin genel yapısı

Bobinler DC akım altında yalnızca sarım telinin uzunluğundan ileri gelen omik direnç gösterirler. Sargı telleri etrafında sabit manyetik alan oluşur. AC akım altındaysa akıma karşı gösterdikleri direnç artar. Çünkü manyetik alan şiddeti değiştikçe bobinde akıma karşı koyan ek direnç etkisi oluşur. AC akımın salınımı (frekans) yükseldikçe akıma karşı gösterdiği direnç de artar. Bobinler de kondansatörler gibi elektrik enerjisini çok kısa süreliğine tutabilme özelliğine sahiptir.

Bobinlerin elektriksel değeri endüktans olarak adlandırılır ve birimi 'Henry' dir, 'L' harfiyle gösterilir. Bobin endüktansını etkileyen bazı etkenler vardır. Telin sargı çapı, sargı sayısı, kalınlığı ve telin üzerine sarıldığı nüvenin fiziksel özelliği bobin endüktansını etkiler.

Bobin iletkeninin üzerine sarıldığı malzemeye karkas ya da mandren, iletkenin her bir sargısına da bir spir denir.

**ÖNEMLİ:** Bobinlerin kondansatörlerde olduğu gibi AC akım ve DC akım altındaki çalışma davranışları çok farklıdır. Bu modülde sizlere yalnızca bobin hakkında temel düzeyde bilgi verilecek ve AC akım altındaki çalışma durumları açıklanmayacaktır.



Şekil 3.2: Piyasada bulunan bobinlerde yaygın olarak kullanılan katlar

**Örnek:**  $10\mu\text{H} = \dots\dots\dots?$  mH eder.  $\mu$ (mikro) ve m(mili) kat sayıları arasındaki fark 103(1000) kadardır. Mili kat sayısı mikro kat sayısının 1000 katı olduğu için:

$10\mu\text{H} = 0,01\text{mH}$  yapar.

**Örnek:**  $1,2\text{mH} = \dots\dots\dots?$   $\mu\text{H}$  eder. Büyük kat sayıdan küçük kat sayıya gidildiği için 3 basamak sağa gidilir.

$1200\mu\text{H}$  yapar.

**ÖNEMLİ:** Konuyla ilgili ayrıntılı bilgi için 'Elektrik-Elektronik Matematiği' modülüne bakınız.

**Soru 3.1:** Aşağıda boş bırakılan yerleri uygun şekilde doldurun, takıldığınız yerler için önce arkadaşlarınıza danışın ve son olarak yaptığınız dönüşüm işlemlerini öğretmeninize kontrol ettiriniz.

$$47\text{H} = \dots\dots\dots?\text{mH}$$

$$100\mu\text{H} = \dots\dots\dots?\text{mH}$$

$$1200\mu\text{H} = \dots\dots\dots?\text{H}$$

$$0,68\text{mH} = \dots\dots\dots?\mu\text{H}$$

$$0,1\text{H} = \dots\dots\dots?\mu\text{H}$$

$$10000\text{mH} = \dots\dots\dots?\text{H}$$

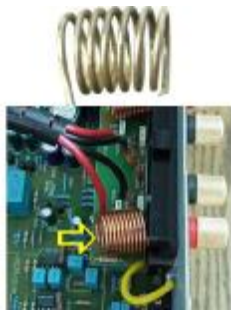
## 3.2. Çeşitleri

### 3.2.1. Sabit Bobinler

Endüktansı değişmeyen bobinlerdir. Değişik türlerde sabit bobinler vardır.

#### 3.2.1.1. Hava Nüveli Bobinler

Çoğunlukla yüksek frekanslı devrelerde kullanılır. Kullanım örneği olarak FM radyo alıcı-vericileri, TV ve anten yükseltici devreleri vb. verilebilir.



**Resim 3.2:** Hava nüveli bobin ve bir ses amfi katında kullanım örneği



**Şekil 3.3:** Hava nüveli bobin sembolleri

Nüve olarak hava kullanılmıştır.

Genellikle sargıları açıktadır ve bu tür bobinlerin endüktansı en ufak dış etkende çok çabuk değişir. Bu nedenle genellikle üzerlerine silikon maddesi sıkılarak koruma altına alınırlar.

#### 3.2.1.2. Ferit Nüveli Bobinler

Radyo frekans devrelerinde kullanılan bobin türüdür.



**Şekil 3.4:** Ferit nüveli bobin



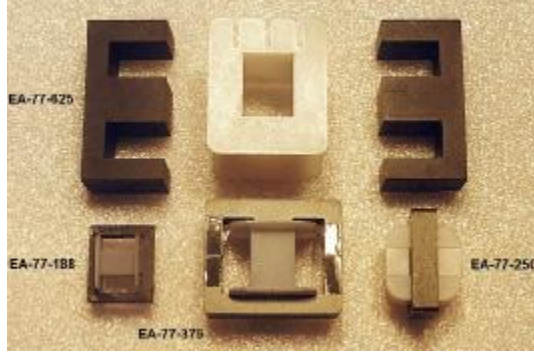
**Şekil 3.5:** Ferit nüveli bobin sembolleri

Nüve olarak manyetik geçirgenliği yüksek bir malzeme kullanılmıştır ve bu malzeme alüminyum, demir, nikel, kobalt, bakır ve bazı katkı maddelerinin bir araya getirilmesiyle üretilmiştir.

Petek şeklinde sarılarak üretilirler. Az bir iletkenle istenilen endüktansa sahip bobin elde edilebilir.

### 3.2.1.3. Demir Nüveli Bobinler

Şok bobini olarak da adlandırılırlar.



Şekil 3.6: Demir nüveli bobin sargılarının üzerine sarıldıkları farklı parçalar



Şekil 3.7: Demir nüveli bobin sembolleri

Nüve olarak çok sayıda ince sac (demirin özel bir şekilde işlenmesiyle çok ince olarak elde edilmiş iletken malzeme) kullanılmıştır.

Çoğunlukla filtreleme amacıyla ve ses frekans devrelerinde kullanılır.

### 3.2.1.4. Toroid Bobinler

Toroid şeklinde sarılmış bobinlerdir.

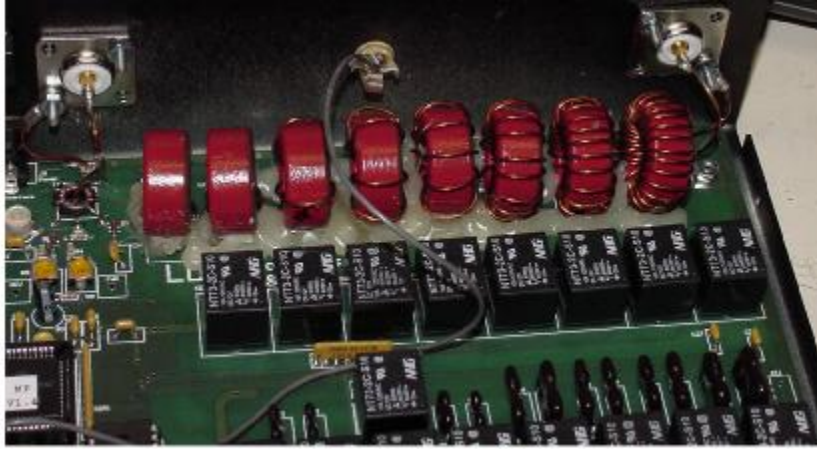
Manyetik akı sızıntısı gerçekleşmez. Bobin verimi yüksektir. Manyetik akının diğer elemanları etkilememesi istenen yerlerde kullanılır.





**Resim 3.3: Çeşitli toroid bobinler**

Yüzey temaslı devre elemanlarının kullanıldığı dijital elektronik devrelerde, devre elemanlarının çok sık yerleştirildiği anahtarlama güç kaynakları gibi elektronik devrelerde sıkça karşımıza çıkar.



**Bir grup toroidin  
röle sürmede kullanılması**

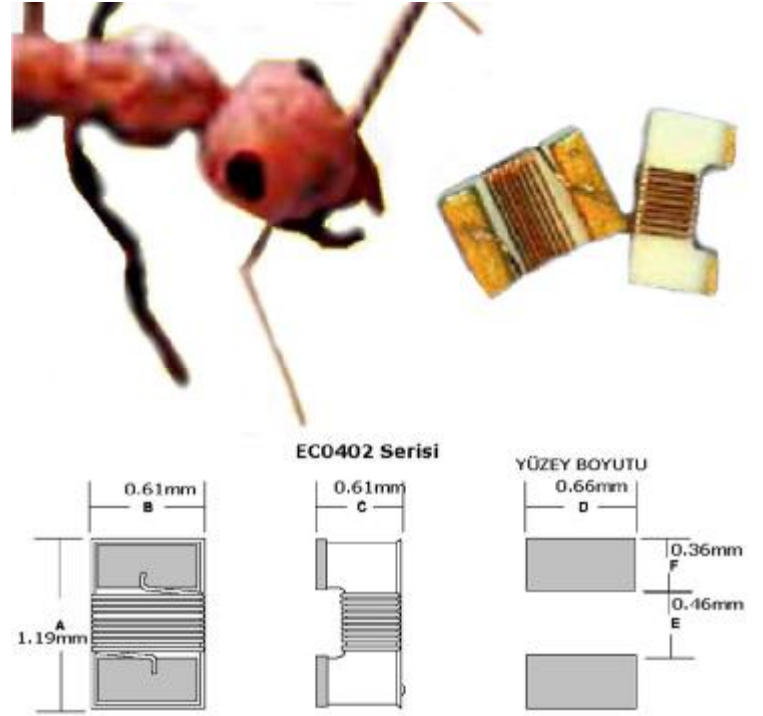


**Bir güç kaynağından sökülmüş  
toroid bobin**

**Resim 3.4: Bir grup toroidin röle sürmede kullanıldığı elektronik devre kartı ve güç kaynağından sökülmüş bir toroidin 1YTL ile karşılaştırılması**

### 3.2.1.5. SMD Bobinler

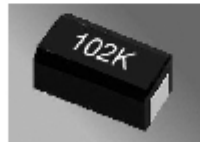
Çok katmanlı elektronik devre kartlarına yüzey temaslı olarak monte edilmeye uygun yapıda üretilmiş bobinlerdir. Boyutları diğer bobinlere göre çok daha küçüktür. Sayısal sistemlerde sıkça karşımıza çıkarlar. Farklı kılıf modellerinde üretilirler. Kataloglardan kılıf modellerinin boyutlarını ve üretilen bobinlerin endüktans aralıklarını bulabilirsiniz.



Şekil 3.8: EC0 402 paket yapısında üretilmiş bir SMD bobinin karıncayla karşılaştırılması ve 3 boyutunun gösterilmesi. Telekom teknolojisine özel olarak tasarlanmıştır.



(a)



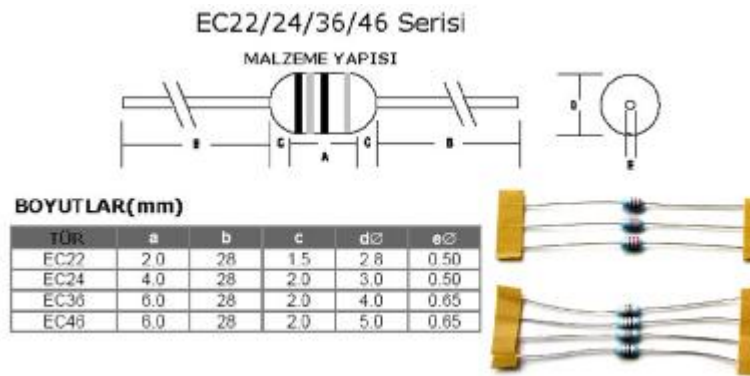
(b)

Şekil 3.9: (a) Farklı paketlerde çeşitli SMD bobinler, (b) EIA 2512 paket yapısında SMD bobin. Endüktans aralığı 220nH-1mH arasındır. İç yapısında ferit çekirdek bulunur.

**Araştırma Ödevi 3.1:** SMD bobinlerin kullanıldığı farklı uygulama alanlarını araştırınız. Lehimleme yöntemlerini öğrenmeye çalışınız ve örnek bir devre kartı temin ederek elde ettiğiniz sonuçları tek sayfayı geçmeyecek şekilde raporlayınız.

**ÖNEMLİ:** Bobinler yaygın olarak röle, kontaktör, otomatik sigorta, ölçü cihazları, mekanik zil, numaratör, kapı otomatığı, dinamik mikrofon, dinamik hoparlör, transformatör, teyp kafası, balast, motor vb. gibi cihazlarda kullanılır.

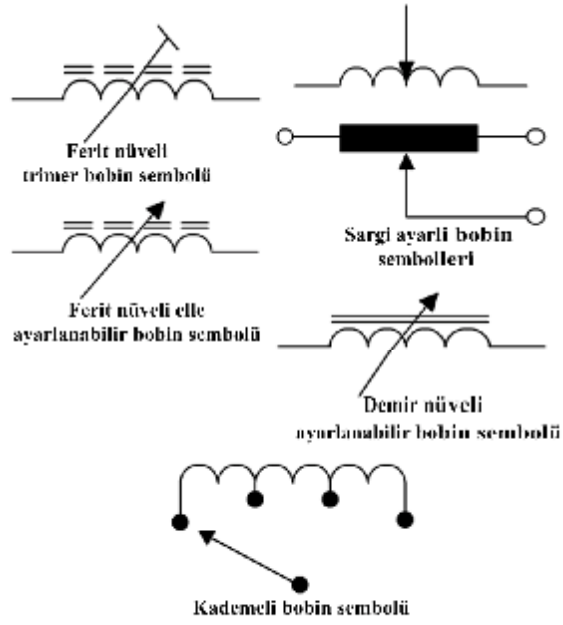
**ÖNEMLİ:** Yukarıda belirtilen türlerin dışında epoksi kaplamalı ve endüktans değerinin renk bantlarıyla gösterildiği bobinler vardır. Çok yaygın kullanım alanları vardır. Bobinlerde kullanılan renk bantlarını çeşitli kaynaklardan yararlanarak öğrenebilirsiniz. Ayrıca bu tür bobinlerde renkler aracılığıyla bobinin hata payı da belirtilir.



Şekil 3.10: Epoksi kaplamalı bobin ve seri numarasına göre farklı boyutları. 200mH'den 100mH'ye kadar farklı endüktanslarda üretilirler

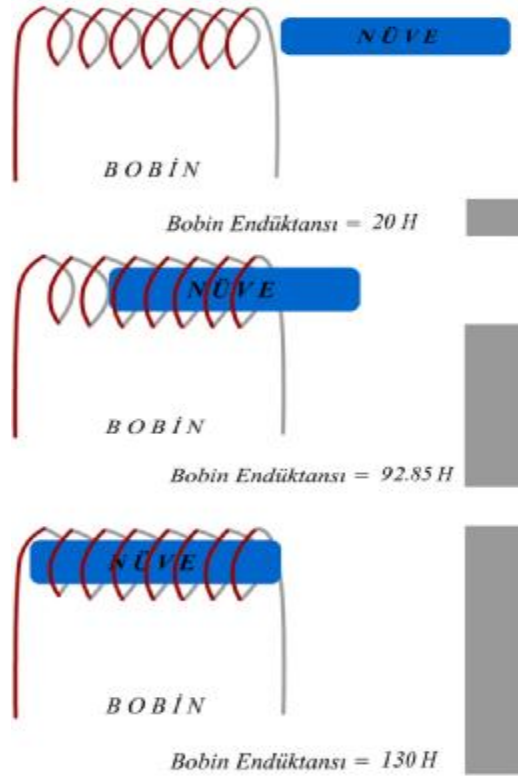
### 3.2.2. Ayarlı Bobinler

Endüktans değerleri değiştirilebilen bobinlerdir. Çeşitli türleri karşımıza çıkmaktadır. Kademeli olarak ayarlanan, nüvesi hareket ettirilerek ayarlanan ya da sargısı ayarlanan türleri vardır.



**Şekil 3.11: Ayarlanabilir bobin sembolleri**

Şekil 3.12’de nüvesi ayarlanabilir bir bobinde endüktans değişimi canlandırılmıştır.



Şekil 3.12: Nüvesi ayarlanabilir bir bobinde endüktans değişiminin canlandırılması

### 3.3. LCRmetreyle Endüktans Ölçümü

Bobinlerin endüktansları Lcrmetre cihazlarının endüktans (L) kademesinde ölçülür. Lcrmetrenin komütatör anahtarı endüktans ölçme konumuna getirilir.

Ölçüme küçük endüktans değerli kademedan başlanması daha uygundur. Eğer bobin endüktansı büyükse ve sonuç olarak ekranda değer okunmuyorsa kademe bir basamak yukarı çıkartılabilir. Bu işleme ekranda uygun endüktans değeri okunana kadar devam edilir.

Bobinlerde kutup yönü olmadığından problemlerin bobine istenen yönde paralel olarak bağlanması yeterlidir.

**ÖNEMLİ:** Bobinlerin sağlamlık testini avometrelerin direnç kademesinde yapabilirsiniz. Bobinler DC akımda omik direnç göstereceklerinden ölçü cihazının ekranında bobinin tel sargısından ileri gelen bir direnç değeri okunması gerekir.

**Araştırma Ödevi 3.2:** Bobinlerin sağlamlık testinin nasıl yapıldığını ve Lcrmetreyle endüktanslarının nasıl ölçüldüğünü araştırınız.

## UYGULAMA FAALİYETİ

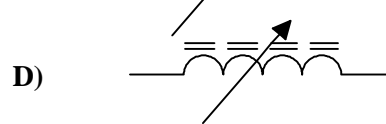
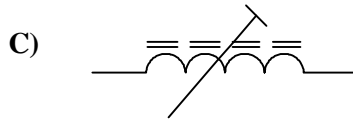
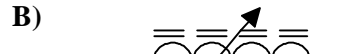
İşlem Basamakları	Öneriler
Ø Bobin tipini belirleyiniz.	Ø Farklı boyutlara ve işlevlere sahip bobin temin ediniz. Bobinleri sabit ya da ayarlı olmalarına göre iki ayrı gruba bölerek her bir bobinin kendi grubu içinde hangi türe girdiğini belirleyiniz.
Ø Bobin endüktansını belirleyiniz.	Ø Farklı türden bobinler temin ederek Lcrmetreyle değerlerini belirleyiniz.
Ø Katalogları inceleyiniz.	Ø Farklı boyutlarda ve paket yapısında SMD ve renk bantlı bobinler temin ediniz. Kataloglarda bobinlerin paket yapılarına göre boyutları, endüktans aralıkları ve benzer bilgileri verilmiştir.
Ø Uygun bobini belirleyiniz.	Ø Çeşitli elektronik devrelerin hangi noktalarında ne tür bobinler kullanıldığını elektronik teknisyenlerine ya da tamircilerine sorarak öğrenebilirsiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu kısımda üçüncü öğrenme faaliyetinde verilen bilgilerle ilgili muhakeme gücünüzü ölçecek sorular vardır. Soruları dikkatlice okuduktan sonra yanıtlamanın ne kadar önemli olduğunu aklınızdan çıkartmayınız.

### ÖLÇME SORULARI

1. Sağlam bir bobinin ölçümünde ..... direnç değeri okunur.
2. Aşağıdaki sembollerden hangisi sabit bobin sembolüdür?



3. Yandaki şekilde verilen bobinlerden hangisi bir SMD bobindir?

A) (a)    B) (b)    C) (c)    D) (d)

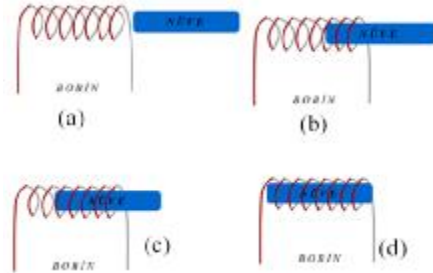


4.  $100\mu\text{H}$ 'nin eşdeğeri aşağıdakilerden hangisidir?

A)  $0,1\text{nH}$     B)  $1\text{mH}$     C)  $0,1\text{mH}$     D)  $10000\mu\text{H}$

5. Şekildeki bobinlerden hangisinin endüktansının daha fazla olması beklenir?

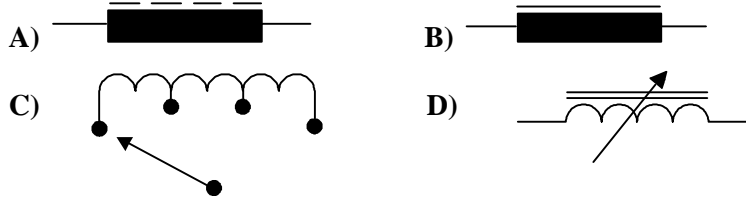
A) (a)    B) (b)    C) (c)    D) (d)



6. Bobinler DC akımda ..... direnç gösterir.

7. Endüktans ölçümü ..... aletiyle yapılır.

8. Aşağıda sembolleri verilen bobinlerden hangisi belirli bir frekansta AC dalga filtresinde kullanıma uygundur?



### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı, cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Unutmayın kendinizi deniyorsunuz. Eğer eksikliğini hissettiğiniz bir konu ile karşılaşırsanız bilgi sayfalarına tekrar dönebilirsiniz. Araştırma yaparak, uygulama faaliyetlerini tekrar gerçekleştirerek eksiklerinizi giderebilirsiniz. Ayrıca konu ilginizi çektiyse daha fazla bilgi edinmek için araştırma yapmaktan çekinmeyiniz.



## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
Nüvesiz (Hava Nüveli) ve Nüveli Bobinin Ayırt Edilmesi		
Demir ve Ferit Çekirdekli Bobinin Belirlenmesi		
Silindirik ve Toroid Bobinin Belirlenmesi		
SMD Bobinin Belirlenmesi		
Şok Bobinin Belirlenmesi		
Ayarlı Bobinlerin Ayırt Edilmesi		
Kataloglardan SMD ve Renk Bantlı Bobinlerin Teknik Özelliklerinin Belirlenmesi		
Lcrmetreyle Farklı Türden Bobinlerin Endüktanslarının Ölçülmesi		
Amaca Uygun Bobinin Belirlenmesi		

### DEĞERLENDİRME

Performans değerlendirme sonucu “evet”, “hayır” cevaplarınızı değerlendiriniz. Eksiklerinizi faaliyete dönerek tekrarlayınız. Tamamı “evet” ise diğer öğrenme faaliyetine geçiniz.

## ÖĞRENME FAALİYETİ-4

### AMAÇ

Bu öğrenme faaliyetiyle diyot devre elemanını tanıyacak, günümüzde kullanılan diyot türlerini karşılaştırmalı olarak görecek ve ihtiyaca uygun eleman seçimini öğreneceksiniz.

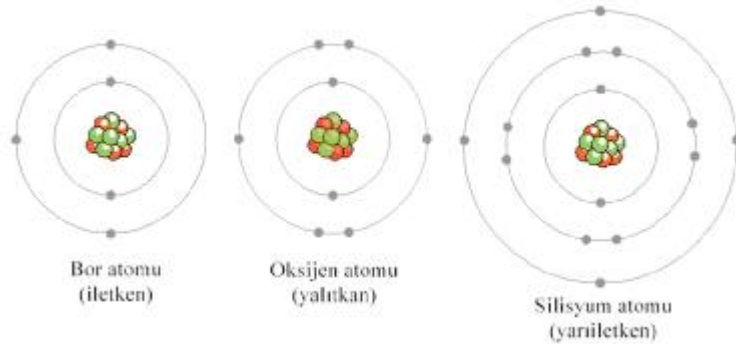
### ARAŞTIRMA

- Ø Çeşitli elektronik devre kartları temin ederek bu kartlar üzerindeki diyotların yerlerini belirleyiniz. Diğer arkadaşlarınızın temin ettikleri diyotlardan farklı olanları sizin bulduklarınızla karşılaştırınız. Diyodun bozulması sonucu ortaya çıkan bir arıza çeşidi bulmaya çalışınız. Arızanın yol açtığı sonuçları ve direncin önemini sınıf arkadaşlarınızla tartışınız. Elde ettiğiniz sonuçları öğretmeninizin yönergeleri doğrultusunda raporlayınız.

## 4. TEMEL YARI İLETKEN ELEMANLAR (DİYOTLAR)

### 4.1. İletken, Yalıtkan ve Yarı İletken Maddeler

Maddeleri elektrik akımını iletme durumlarına göre ayırabiliriz. Elektrik akımına karşı çok küçük direnç gösteren malzemeler iletken, elektrik akımına karşı çok yüksek direnç gösteren malzemeler yalıtkan olarak adlandırılabilir.

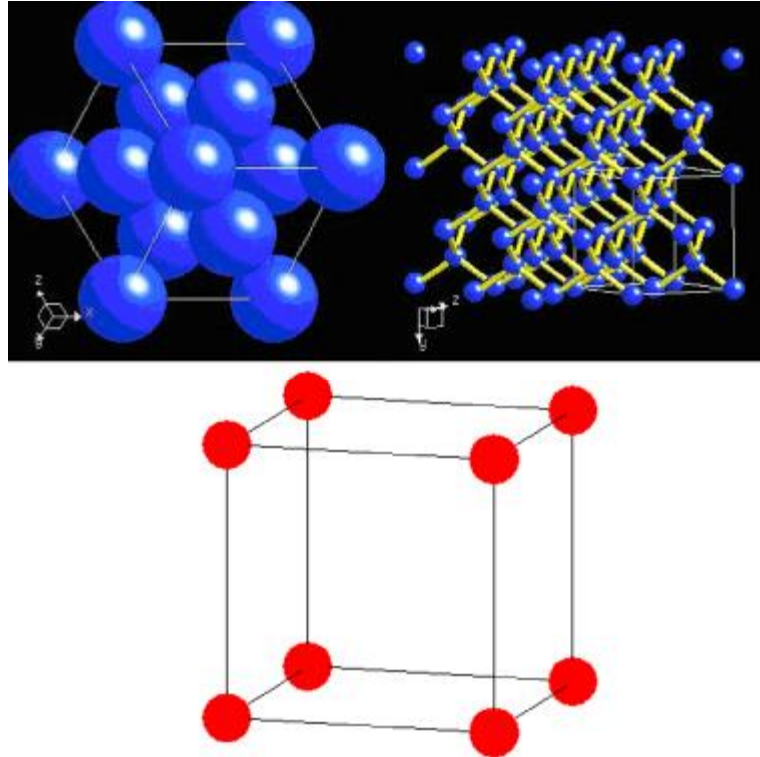


Şekil 4.1: İletken, yalıtkan ve yarı iletken madde atomlarına örnek

Bizi bu öğrenme faaliyetinde ilgilendiren asıl madde türü Yarı iletken olarak adlandırılan maddelerdir. Yarı iletken maddeler bazı özel şartlar altında iletken durumuna geçen maddeler olarak tanımlanabilir.

Yarı iletken maddelerin en belirgin özelliği dış yörüngelerinde (valans yörüngesi) 4 elektron bulundurmalarıdır. Elektrik-elektronik alanının bir meslek elemanı olacak sizler için en önemli iki yarı iletken ‘germanyum’ ve ‘silisyum’dur. Çünkü bu iki element elektronikte yaygın olarak kullanılan diyot, transistör gibi devre elemanlarının kaynağını oluşturmaktadır.

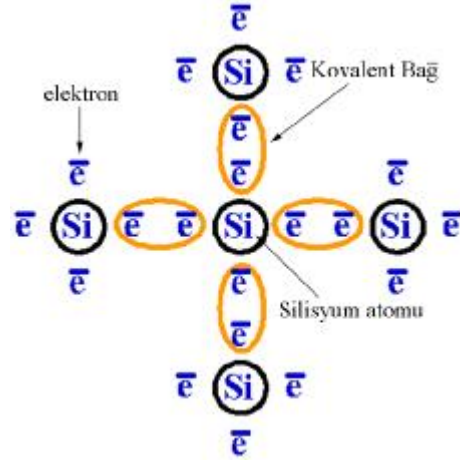
Bu iki element doğada kristal yapı halinde bulunur. Bu halleriyle iyi bir yalıtıcıdır.



Şekil 4.2: Silisyum atomlarının kristal yapısı ve basit bir kübik kristal yapı

## 4.2. N ve P Tipi Yarı İletkenler

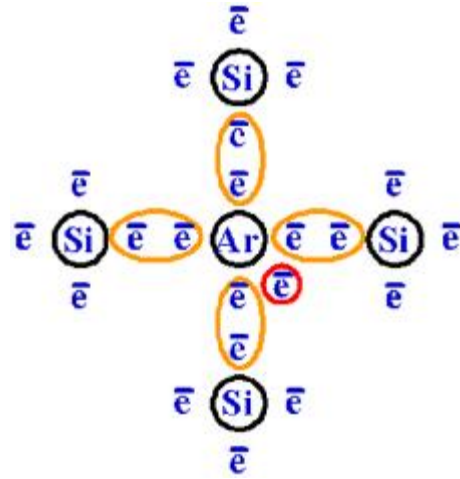
Silisyum ve germanyum kristallerinin atomları normal şartlarda son yörüngedeki elektronların ortak kullanımına dayanan ve kovalent bağ diye adlandırılan bir etkileşim içindedir. Bu sebeple ortamda serbest elektron yoktur ve bu tür maddeler saf kristal yapıdadır. Elektronik teknolojilerinde kullanılabilmesi için çeşitli katkı maddeleri katılarak yalıtkanlıkları düşürülür. Katılan katkı maddesine göre N tipi ve P tipi olmak üzere iki tür yarı iletken elde edilir.



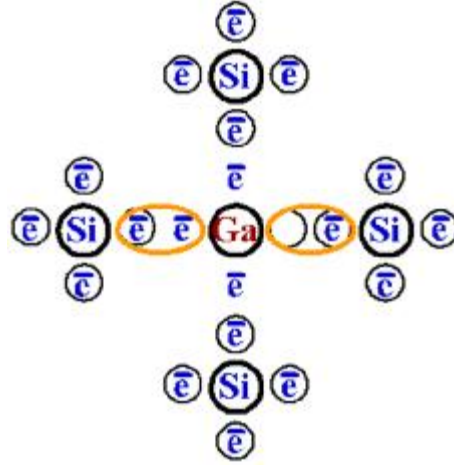
Şekil 4.3: Saf silisyum kristalinde kovalent bağ

Ortama dış yörüngesinde 5 elektron bulunan bir atomdan (ör: Arsenik) çok az miktarda eklendiği zaman N tipi yarı iletken elde edilir.

Ortama dış yörüngesinde 3 elektron bulunan bir atomdan (ör: Galyum) çok az miktarda eklendiği zaman P tipi yarı iletken elde edilir.



Şekil 4.4: N tipi Yarı iletkenin oluşumu



Şekil 4.5: P tipi yarı iletkenin oluşumu

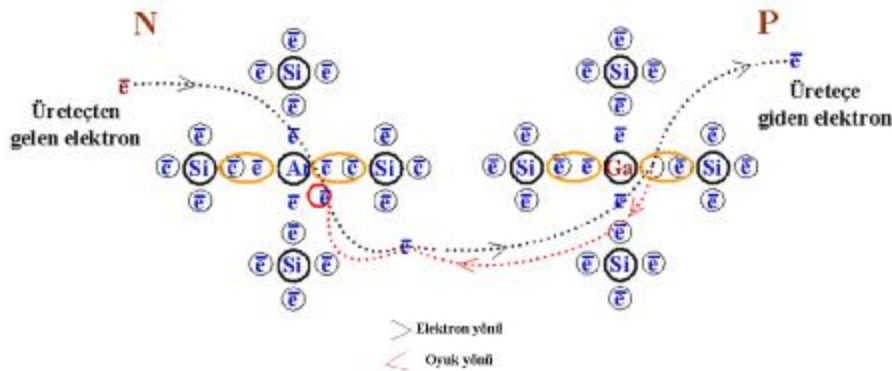
**ÖNEMLİ:** N tipi yarı iletken elektron vermeye, P tipi yarı iletken elektron almaya yatkındır. N tipi yarı iletkeninde serbest elektron fazladır, P tipi yarı iletkeninde serbest oyuk fazladır.

### 4.3. P-N Yüzey Birleşmesi

Dışardan madde katkısı yapılarak elde edilen P ve N tipi yarı iletkenler tek başlarına kullanıldıklarında akımı iki yönde de taşıyabilirler. Bu özellik bir işe yaramaz. Bu sebeple P ve N tipi yarı iletkenler birlikte kullanılırlar. P-N yüzey birleşiminin davranışı kutuplamasız (polarmasız) ve kutuplamalı (polarmalı) olarak incelenir.

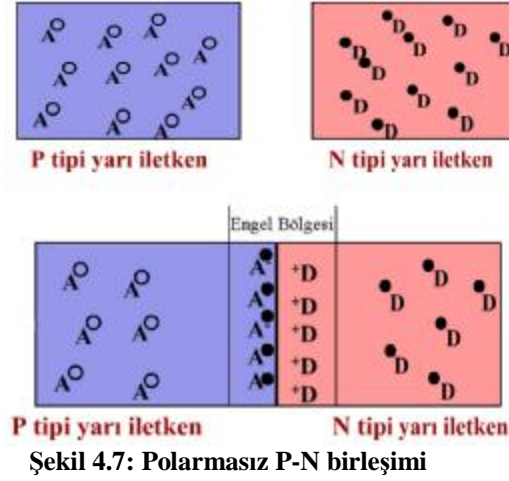
#### 4.3.1. Kutuplamasız P-N Yüzey Birleşmesi

P-N yüzey birleşmesine elektrik gerilimi uygulandığında serbest elektronlar serbest oyuklarla birleşir, serbest elektronun boşaldığı yerde oyuk oluşur. Oluşan oyuğun yerini yeni bir elektron doldurur. Böylece hem serbest elektronların hem de serbest oyukların hareketinden ileri gelen bir elektrik akımı oluşur.



Şekil 4.6: Serbest elektron ve serbest oyuk hareketi

Şekil 4.6’da serbest elektron ve serbest oyuk hareketleri temsili olarak gösterilmiştir. Elektron vermeye yatkın atomlara verici (donör-D) atomu, elektron almaya yatkın atomlara alıcı (akseptör-A) atomu denir. Şekil 4.7’de P-N kristallerinin birleşim öncesi ve sonrası durumları gösterilmiştir.

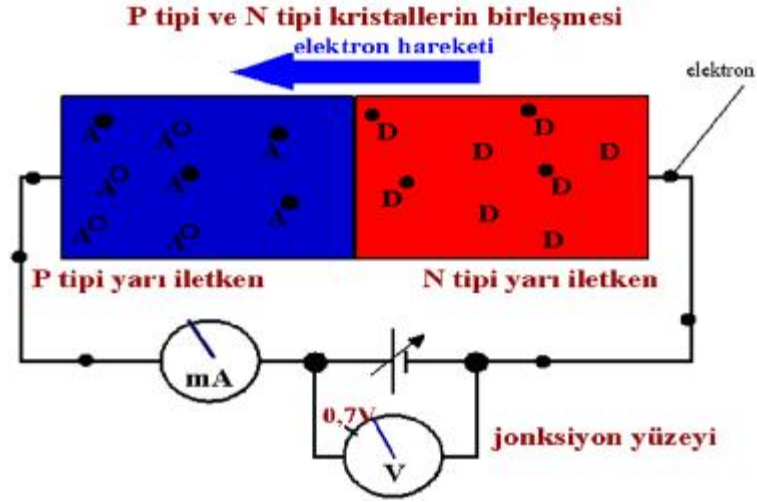


Şekil 4.7: Polarmasız P-N birleşimi

P-N yarı iletkenleri birleşince birleşim yüzeyine (jonksiyon) yakın yerdeki verici atomların (D) elektronları alıcı atomların (A) oyuklarıyla eşleşir. Alıcı atomları elektron aldıkları için negatif iyon (-) durumuna, verici atomlar elektron verdikleri için pozitif iyon (+) durumuna geçerler. Birleşim yüzeyinde engel bölgesi olarak adlandırdığımız bir alan oluşur. Böylece ilk tanışacağımız yarı iletken devre elemanı olan diyot için ön hazırlık yapmış olmaktadır.

#### 4.3.2. Kutuplamalı P-N Yüzey Birleşmesi

P-N yüzey birleşimi doğru ve ters yönde olmak üzere iki şekilde kutuplandırılır. Doğru yönde kutuplama (forward bias) gerilim kaynağının artı (pozitif) kutbunun P-N birleşiminin P bölgesine ve gerilim kaynağının eksi (negatif) kutbunun P-N birleşiminin N bölgesine bağlanmasıyla elde edilir. Ters kutuplamada ise bunun tersi bir durum vardır. Şekil 4.8’de doğru yönde kutuplanmış bir P-N birleşiminin davranışı gösterilmiştir.



**Şekil 4.8: P-N birleşiminin doğru yönde kutuplanması**

Şekil 4.8’de de görüldüğü gibi belli bir gerilim seviyesinden sonra P-N birleşimi içinde elektron ve oyuk hareketi başlar. Birleşim yüzeyindeki engel bölgesi ortadan kalkar. N bölgesindeki serbest elektronlar gerilim kaynağının eksi kutbu tarafından itilerek P bölgesindeki oyuklarla birleşir. Kaynağın negatif kutbundan N bölgesine sürekli olarak elektron gelir. P maddesine geçen elektronlar kaynağın pozitif kutbu tarafından çekilir ve bu süreç kaynak gerilimi kesilene kadar devam eder.

P-N birleşiminin tam iletme geçme anı silisyum yarı iletkenler için 0,6V-0,7V arasındır. Germanyum yarı iletkenler için bu değer 0,2V-0,3V arasındır. Bu gerilim değerleri aynı zamanda engel bölgesini ortadan kaldıran voltaj seviyeleridir.

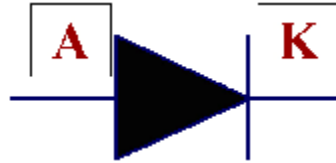
**ÖNEMLİ:** Günümüzde Yarı iletken devre elemanı üretiminde büyük çoğunlukla silisyum elementi kullanılmaktadır. Sızıntı akımlarının fazla olması ve sıcaklıktan çok çabuk etkilenmeleri nedeniyle germanyum Yarı iletkeni artık malzeme üretiminde kullanılmamaktadır.

**Araştırma Ödevi 4.1:** Silisyumun elektronik dünyasında nerelerde kullanıldığını araştırınız. Bu maddeyi kullanarak malzeme üreten firmaların çoğunlukla hangi ülkelerde faaliyet yürüttüğünü ve Türkiye’de yarı iletken devre elemanı üretimi yapan bir kuruluş olup olmadığını öğreniniz. Araştırmanızın sonucunu iki sayfayı geçmeyecek şekilde raporlayınız.

Gerilim kaynağının eksi kutbu P-N birleşiminin P bölgesine, artı kutbu P-N birleşiminin N bölgesine bağlanacak olursa P-N birleşimi ters kutuplanmış olur. Bu durumda birleşim yüzeyindeki engel bölgesi genişler, akım geçişi olmaz. Yalnızca çok küçük miktarda sızıntı akımı oluşur.

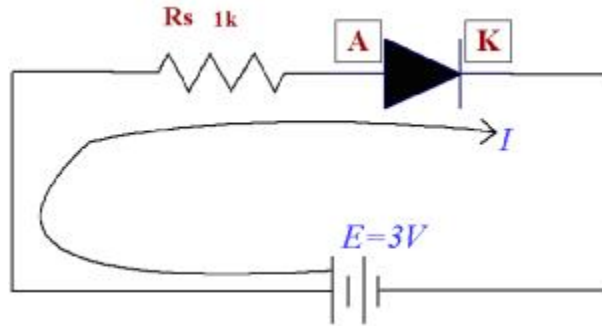
## 4.4. Diyodun Tanımı ve Yapısı

Diyot, silisyum gibi bir yarı iletken maddenin P ve N tipi olarak elde edilmiş iki türünün birleşiminden oluşan bir devre elemanıdır. Pozitif elektriksel özellik gösteren kutbu Anot (P-maddesi), negatif elektriksel özellik gösteren kutbu katot (N-maddesi) olarak adlandırılır.



Şekil 4.9: Diyodun devre sembolü

Diyodun en önemli elektriksel özelliği akımı tek yönde iletmesidir. Eğer anot-katot arası gerilim silisyum diyotlar için yaklaşık olarak 0,7V'un üzerindeyse diyot anottan katoda doğru iletme geçer. Şekil 4.10'da diyodun örnek olarak bir DC devrede kullanımı gösterilmiştir.



Şekil 4.10: Diyotlu DC elektrik devresi

Eğer diyodun anot ucundaki gerilimi katot ucundaki gerilimden daha büyükse diyot iletme geçer.

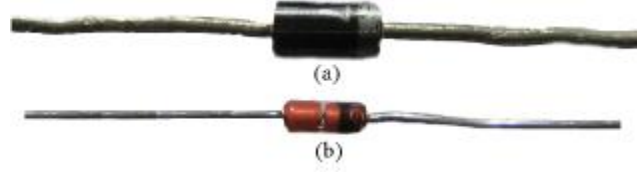
## 4.5. Çeşitleri

Diyodun uygulamada çok değişik türleri vardır. Amaca göre hangi diyodun kullanılması gerektiği iyi bilinmelidir.

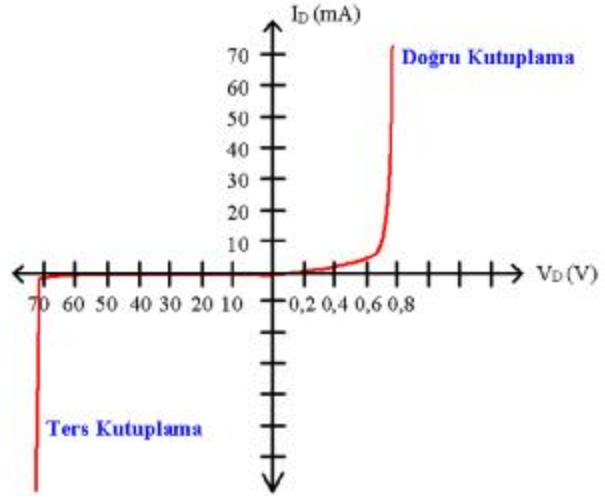
### 4.5.1. Kristal Diyotlar

Kristal diyotlar çoğunlukla alternatif gerilimin doğrultulması gereken yerlerde ya da elektronik devrelerin kısa devreden korunması istenen yerlerde kullanılır. Değişik çalışma gerilimi ve akımlarına sahip kristal diyotlar vardır. En sık kullanılanları 1N4xxx serisi diyotlardır. Şekil 4.11'de uygulama alanı çok geniş olan 1N4007 ve 1N4148 diyotları gösterilmiştir.





Şekil 4.11: (a) 1N4001 - 1N4007 arası diyotların kılıf yapısı, (b) 1N4148'in kılıf yapısı

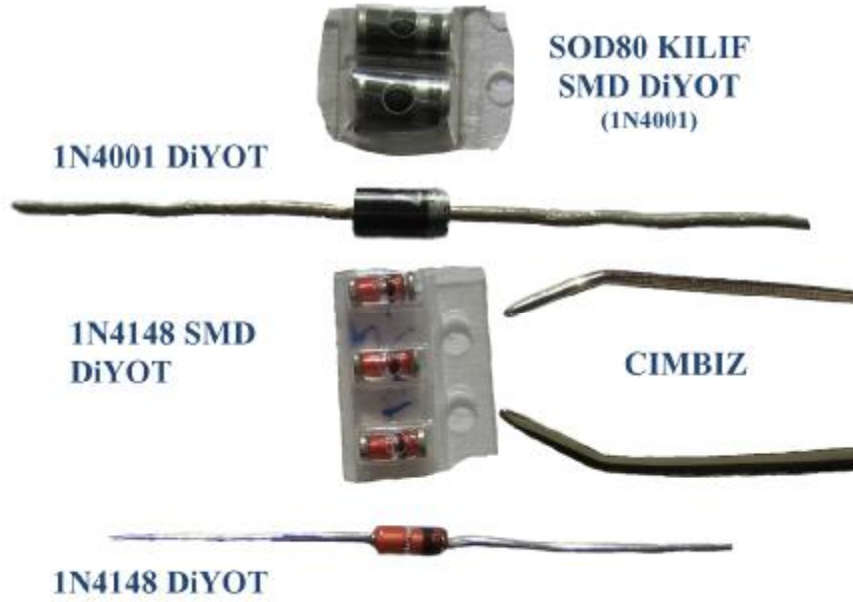


Şekil 4.12: Diyodun doğru ve ters kutuplama altındaki akım-gerilim karakteristik eğrisi

Şekil 4.12'de diyodun doğru ve ters yön akım-gerilim eğrisi gösterilmiştir. Grafikten görüldüğü gibi diyot üzerindeki gerilim 0,6V dolayındayken diyot iletme geçmektedir. Diyot üzerine ters gerilim uygulandığında belli bir değere kadar direnç gösterecektir. Ancak gerilim çok yükseltirirse diyot delinir ve içinden yüksek miktarda akım geçer. Bu noktaya diyodun ters kırılma gerilimi denir ve çığ bölgesi olarak adlandırılır. Örnek grafikte bu değer 70V olarak verilmiştir.

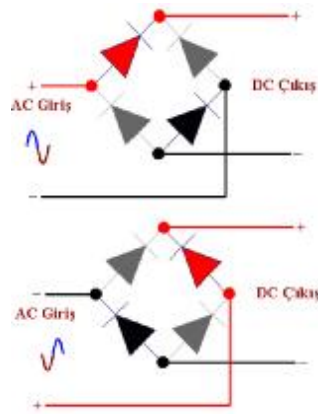
**Araştırma Ödevi 4.2:** 1N serisi diyotların ters kırılma gerilim değerlerini ve en üst çalışma akımlarını diyot kataloglarından öğreniniz. Elde ettiğiniz sonuçları tablo haline getirerek raporlayınız.

Kristal diyotların günümüzde çok farklı kılıf tiplerinde üretilen SMD türleri vardır. Şekil 4.13'te kristal diyotlarla onların SMD karşılıkları yan yana getirilmiştir.



**Şekil 4.13: Bazı kristal diyotlarla SMD diyotların karşılaştırılması**

Ayrıca köprü diyot diye adlandırılan ve 4 adet kristal diyodun bir paket halinde üretildiği dört bağlantı noktasına sahip diyotlar vardır. Çoğunlukla güç kaynaklarında kullanılırlar. Şekil 4.14'te köprü diyodun devre sembolü, Şekil 4.15'te örnek bir köprü diyot ve SMD örneği gösterilmiştir.



**Şekil 4.14: Köprü diyotun devre sembolü ve AC gerilimin işaretine göre diyotların iletme geçme durumları**



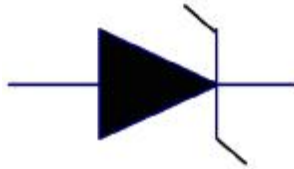
**Şekil 4.15:** Yüksek akımlı güç kaynaklarında kullanılan köprü diyot ve daha küçük akımlı adaptörlerde ya da dijital devreleri ters beslemeden korumak için kullanılan SMD diyot.

#### 4.5.2. Zener Diyotlar

Zener diyot, ters kırılma gerilimi tek yüzey birleşimli diyottan daha küçük olan bir diyot çeşididir. Bu özellikleri sayesinde genellikle ufak genlikli sabit referans voltajı elde edilmek istenen yerlerde kullanılırlar. Bu nedenle devreye ters bağlanırlar.

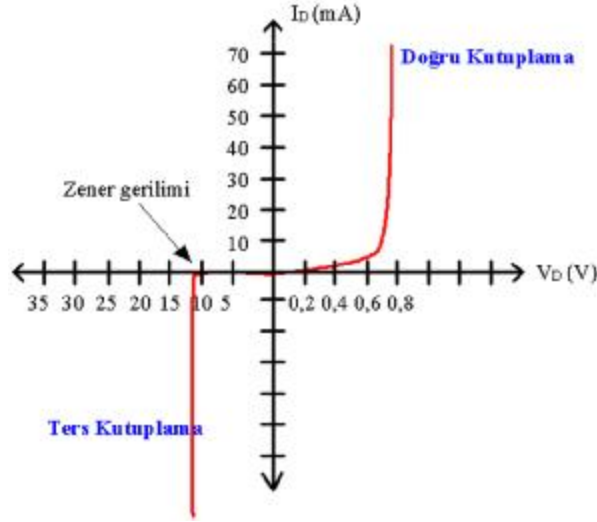


**Şekil 4.16:** Örnek bir zener diyot



**Şekil 4.17:** Zener diyodun devre sembolü

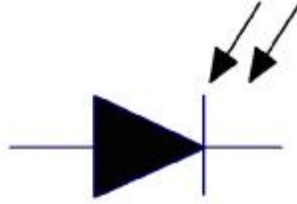
Normal kristal diyotla çalışma ilkesi aynıdır. Doğru yön kırılma gerilimi farklı değildir. Ancak devreye ters bağlandıklarında daha küçük voltaj değerlerinde ilettime geçerler. Piyasada çalışma voltajlarıyla anılırlar. 1-1,8-2,4-2,7-3,3-3,6-3,9-4,3-4,7-5,1-5,6-6,2-6,8-7,5-8,2-9,1-10-11-12-13-15-16-18-20-22-24-27-30-33-36-39-43-47-51-55-62-68-75-82 -91-100-200V gibi çalışma voltajları vardır. Bu gerilim değerleri zener gerilimi olarak adlandırılırlar.



Şekil 4.18: Zener diyodun akım-gerilim karakteristik eğrisi

#### 4.5.3. Foto Diyotlar

Işığa duyarlı olarak ilettime geçen diyotlardır. Foto sensörlerde yaygın olarak kullanılır. Bir optoelektronik devre elemanıdır.



Şekil 4.19: Foto diyot sembolü

Fotodiyotlar devreye ters bağlanır, bu sebeple katot ucundan anot ucuna doğru elektrik akımı geçirirler. Üzerine düşen ışıkla beraber içinden geçmeye başlayan ters yöndeki sızıntı akımları yükselir. Bu akım kontrol amaçlı kullanılır. Fotodiyot örneği olarak BPW12, BPW20, BPW30, BPW33, BPW34, BPW63, BPW65 verilebilir.

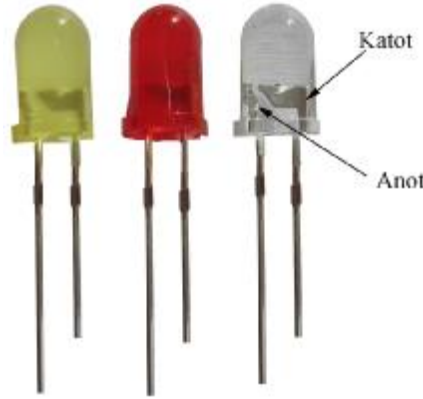
Geçen akım ışığın şiddetine bağlı olarak 100µA-150mA arasındır. Üzerine düşen gerilim ise 0,14V-0,15V arasındır.

#### 4.5.4. Işık Yayan Diyotlar

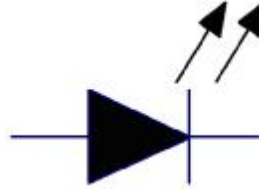
Işık yayan diyotların çalışma ilkesi kristal diyotla aynıdır. P ve N maddelerinin birleşim yüzeyine elektrik gerilimiyle beraber ışık saçılmasını sağlayan katkı maddeleri eklenmiştir. İki ayrı türde inceleyebiliriz:

#### 4.5.4.1. LED'ler (Light Emitting Diode)

Işık yayan flamansız lambalardır. Uygun çalışma akımları 2mA-20mA arasındır. Uygun çalışma akımı esnasında üzerlerine düşen gerilim LED'in yaymış olduğu ışığa göre değişiklik gösterir. Örneğin çalışma anında kırmızı ledin üzerine 1,5-1,6V dolayında gerilim düşer.



Şekil 4.20: Sarı, kırmızı ve beyaz ledler



Şekil 4.21: Ledin devre sembolü

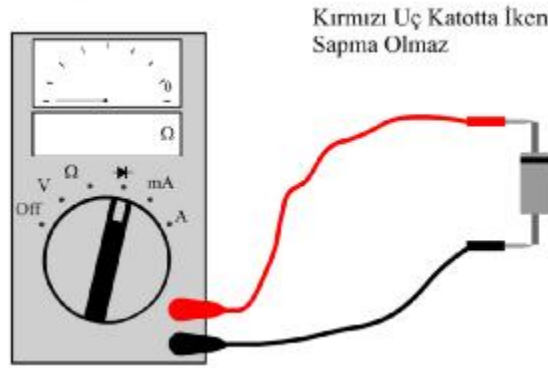
**Araştırma Ödevi 4.3:** LED'lerin yaymış oldukları ışığın rengine göre çalışma anında üzerlerine kaç volt düştüğünü araştırınız.

#### 4.5.4.2. Enfraruj Diyotlar

İnsan gözünün göremeyeceği frekansta ışık yayan diyottur. Çalışma ilkesi LED'le aynıdır. Uzaktan kumandalı sistemlerin verici kısmında kızıl ötesi bilgi iletimi sağlamak amacıyla kullanılır. LD271, LD274, CQW13, CQY99, TSHA-6203, VX301 diyotları örnek olarak verilebilir.

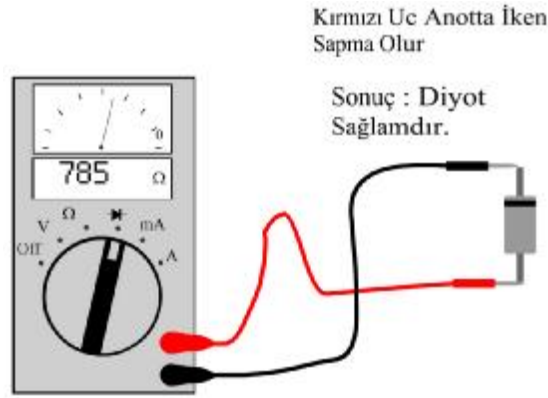
### 4.6. Analog ve Dijital Ölçü Aletiyle Diyodun Sağlamlık Testi, Diyot Uçlarının Bulunması

Ölçü aletinin kırmızı probu diyodun bir ayağına, siyah prob diyodun diğer ayağına değdirilir. Şekil 4.22'de görüldüğü gibi değer okunmadığını görürsek ölçü aletinin problemleri ters çevrilir. Şekil 4.23'te görüldüğü gibi değer okunuyorsa diyodun sağlam olduğu sonucuna varılır.



Şekil 4.22: Diyodun sağlamlık testi

Sonuç olarak sağlam bir diyodun tek bir bağlantı yönünde ilettime geçtiğini görmemiz gerekir.



Şekil 4.23: Diyodun sağlamlık testinin son aşaması

Diyodun sağlam olduğu anlaşıldıktan sonra anot-katot uçları bulunur. Dijital ölçü aletlerinde diyodun ilettime geçtiği anda kırmızı probun bağlı olduğu diyot ayağı anot, siyah probun bağlı olduğu ayaksa katottur.

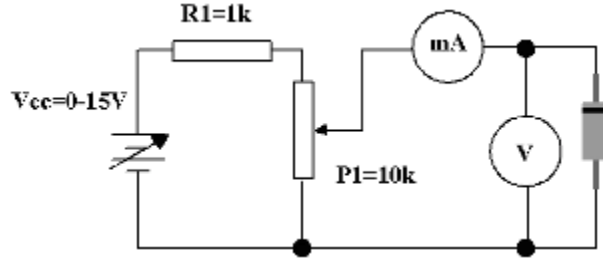
**ÖNEMLİ:** Analog ölçü aletlerinin büyük çoğunluğunda direnç skalasının başlangıç noktası voltaj skalasının başlangıç noktasına göre terstir. Bu sebeple alet direnç kademesindeyken ölçü aletinin pil kutup başları problara ters bağlanır. Sonuç olarak böyle bir analog ölçü aletinde yapılan diyot ölçümünde diyodun ilettime geçtiği anda kırmızı probun bağlı olduğu diyot ayağı katot, siyah probun bağlı olduğu ayaksa anottur.

#### 4.7. Diyot Uygulamaları

Bu bölümde diyotla ilgili bazı temel uygulamalar yapılarak diyodun nasıl çalıştığı anlaşılabilecektir. Uygulamalarınızı dikkatlice ve işlem basamaklarındaki yönergelere dikkat ederek gerçekleştiriniz.

#### 4.7.1. Zener Diyot Doğru ve Ters Kutuplama Karakteristiğinin Çıkartılması

Bu uygulamada zener gerilimi 9,1V olan zener diyodun doğru ve ters akım-gerilim karakteristiklerinin nasıl çıkartılacağı işlenecektir.



Şekil 4.24: Zener diyodun ters kutuplama bölgesi akım-gerilim eğrisinin çıkartılmasında kullanılacak devre

#### Ø Uygulama İçin Gerekli Malzemeler

Devre Elemanları	Değerleri
1 adet sabit direnç	1k
1 adet pot	10k
1 adet zener diyot	9,1V
1 adet hassas ayarlı güç kaynağı	Üst sınır değeri 15V ya da üzeri olabilir.
2 adet ölçü aleti	Akım ölçmek için kullanılacak ölçü aletinin akım aralığı geniş olmalı
1 adet breadboard ve çok sayıda farklı renklerde zil teli	

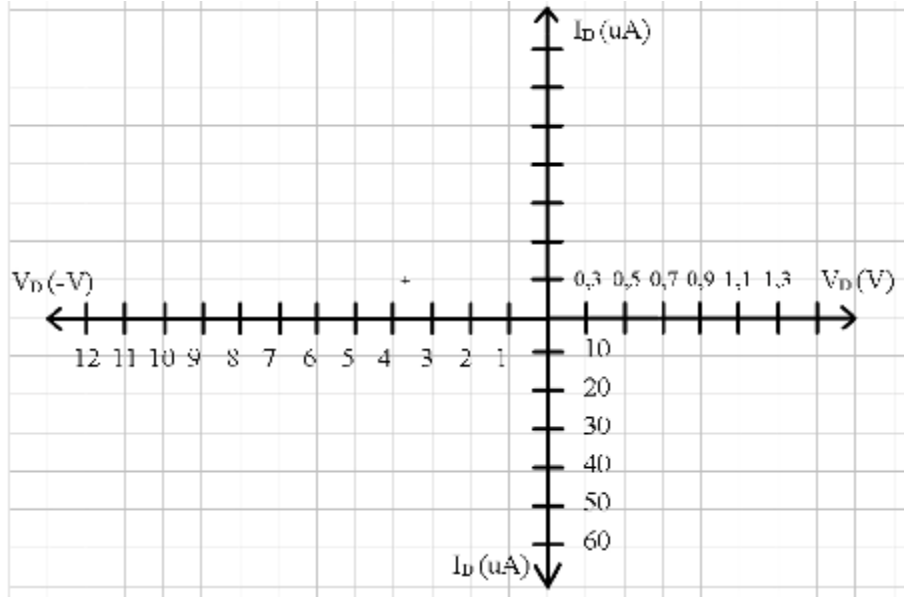
#### Ø Uygulama İçin Öneriler

Uygulamada kullanacağınız güç kaynağının 0,1V'luk artışları sağlayabilecek hassasiyette olması, deneyinizi daha sağlıklı yapmanızı sağlayacaktır. Piyasada satılan laboratuvar tipi ucuz güç kaynaklarının büyük çoğunluğu bu özelliğe sahip değildir. Dışarıdan böyle bir güç kaynağı temin edememeniz durumunda bölümünüzde mevcut olup olmadığını öğretmeninize sorunuz.

Akım ölçümünde dikkatli olmanız gerekir. Ölçü aletini küçük akım değerinde tutmanız durumunda aşırı akım sigortası atabilir. Yanınızda bir kaç adet 0,5A'lık sigorta bulundurmanız deneyde yaşayabileceğiniz sürprizler için güvence olacaktır!J

#### Ø İşlem Basamakları

- Devreyi, şekil 4.24'de görüldüğü gibi breadboard üzerine kurunuz.
- Güç kaynağının değerini küçük adımlarla yükseltiniz. Her yaptığınız ayar anında voltmetreden ve ampermetreden okuduğunuz değerleri grafikte zener diyodun ters çalışma bölgesi kısmına işaretleyiniz.
- Devrenin enerjisini kesiniz.
- Şekil 4.24'deki devrede zener diyodu devreye doğru yönde bağlanacak şekilde yerleştiriniz.
- Gerilim kaynağının değerini 0,1V'luk aralıklarla yükseltiniz. Voltmetreden ve ampermetreden okuduğunuz değerleri grafikte zener diyodun doğru çalışma bölgesi kısmına işaretleyiniz.

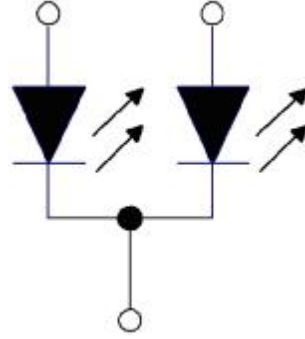


Şekil 4.25: Zener diyodun akım-gerilim eğrisinin çıkartılması

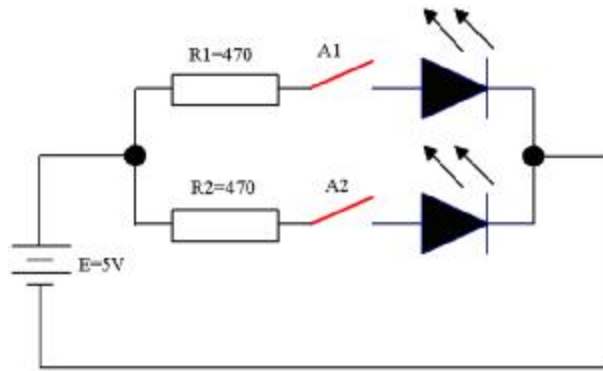
#### 4.7.2. Üç Renkli Led Uygulaması

İki ya da üç ledin tek bir gövde içinde birleştirilmesiyle oluşturulan ledler çok renkli led adıyla anılmaktadır. Biz bu uygulamada iki adet anot, bir adet katot ayağına sahip ve üç farklı renk verebilme özelliği olan led uygulaması yapacağız.





Şekil 4.26: Üç renkli ortak katodlu ledin devre sembolü



Şekil 4.27: Üç renkli led uygulaması

#### Ø Uygulama İçin Gerekli Malzemeler

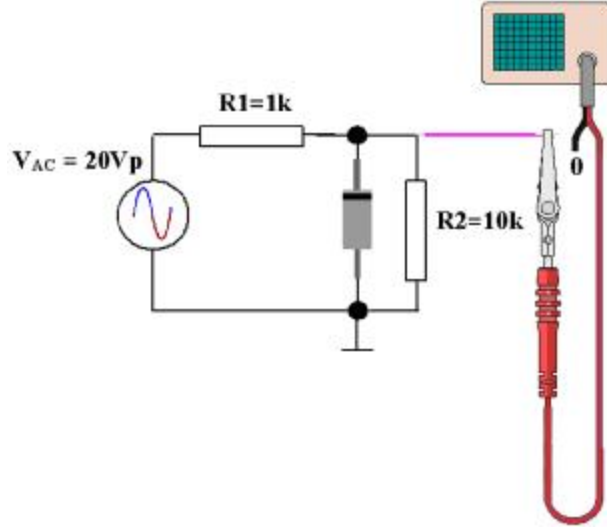
Devre Elemanları	Değerleri
2 adet sabit direnç	470
1 adet gerilim kaynağı	3V ya da 5V yeterli
2 adet anahtar	SPST (Single Push Single Throw)
1 adet üç renkli led	

#### Ø İşlem Basamakları

- Şekil 4.27’deki devreyi kurunuz.
- Her seferinde yalnızca tek bir anahtar kapalı olacak şekilde istediğiniz anahtarı kapatın. Bu işlemi her iki anahtar için de tekrarlayınız.
- Her iki anahtarı aynı anda kapatın ve sonucu gözlemleyiniz.

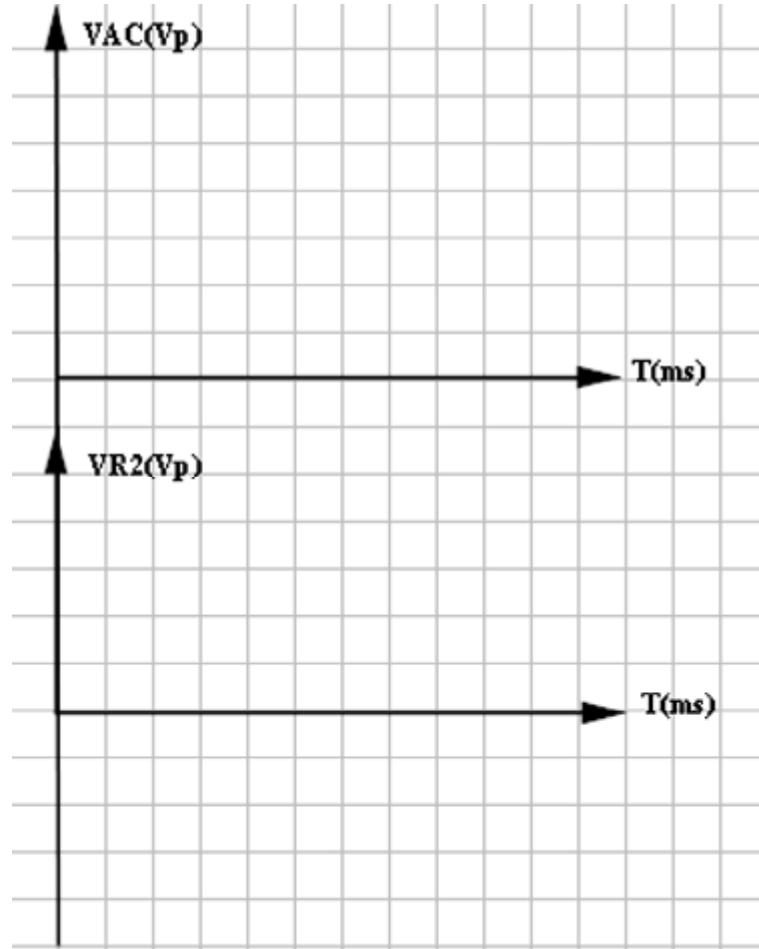
### 4.7.3. Zener Diyot Uygulaması

Bu uygulamada AC gerilim kaynağı kullanarak zener diyodun çalışmasını daha iyi anlamaya çalışacağız.



Şekil 4.28: Zener diyot uygulaması

Devre girişine tepe değeri 20V olan AC gerilim kaynağı bağlayınız. Zener diyoda paralel bağlı R2 direnci üzerine osiloskop probalarını bağlayınız. Girişin değişen genlik durumuna göre zener diyodun nasıl çalıştığını göreceksiniz. Giriş dalga şeklini ve R2 üzerindeki gerilimi aşağıdaki çizelgeye çiziniz.



Şekil 4.29: Yüke paralel bağlı zener diyotlu devrenin çalışma durumu

## UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
Ø Diyot tipini ve çeşidini belirleyiniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>Ø Farklı boyutlara ve işlevlere sahip diyotların tiplerini diyot kataloglarından ve teknik kitaplardan öğrenebilirsiniz.</li><li>Ø Diyot çeşitlerini diyot kodlamalarında kullanılan harf ve rakamları belirledikten sonra o harf ve rakamların ne anlama geldiklerini öğrenerek tanımlayabilirsiniz. İnternette diyot kodlamalarını öğrenmeniz çok kolaydır.</li></ul>
Ø Diyodun çalışma gerilimini belirleyiniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>Ø Diyotların çalışma gerilimleri katalog bilgilerinde mevcuttur.</li></ul>
Ø Devreye uygun diyot seçiniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>Ø Çeşitli elektronik devrelerin hangi noktalarında ne tür diyotlar kullanıldığını elektronik teknisyenlerine ya da tamircilerine sorarak öğrenebilirsiniz.</li><li>Ø Ayrıca diyot kataloglarında diyodun hangi amaçla kullanılacağı belirtilmektedir. Kataloglar genellikle İngilizce basıldığından bu konuda yardım almanız gerekebilir.</li></ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

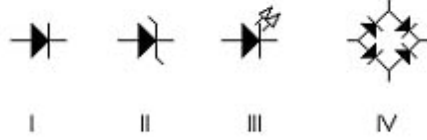
Bu kısımda üçüncü öğrenme faaliyetinde verilen bilgilerle ilgili muhakeme gücünüzü ölçecek sorular vardır. Soruları dikkatlice okuduktan sonra yanıtlamanın ne kadar önemli olduğunu aklınızdan çıkartmayınız.

### ÖLÇME SORULARI

1. Aşağıdakilerden hangisi diyot için söylenebilir?

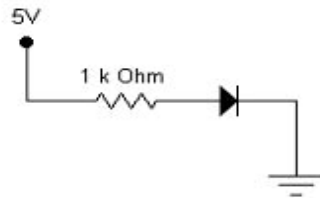
- A) Elektrik akımını tek yönde iletir
- B) Anot gerilimi katot geriliminden fazla olduğunda ilettime geçer
- C) Alternatif akımı doğrultmak için kullanılabilir
- D) Hepsi

2. Aşağıdaki diyot çeşitlerinin sembolleri hangi şıkta doğru sıralamada verilmiştir?



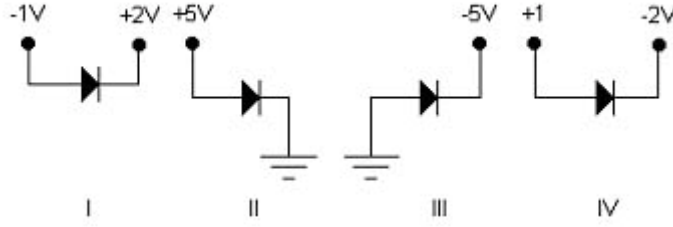
- A) Yüzey birleşimli diyot, Zener diyot, LED, Köprü diyot
- B) Köprü diyot, Zener diyot, LED, Yüzey birleşimli diyot
- C) Yüzey birleşimli diyot, LED, Köprü diyot, Zener diyot
- D) Zener diyot, Yüzey birleşimli diyot, LED, Köprü diyot

3. Aşağıdaki silisyum diyot devresi için devre akımını hesaplayınız?



- A) 5,7mA
- B) 5mA
- C) 4,3mA
- D) 4,7mA

4. Aşağıdaki devrelerde hangi diyotlar iletme geçer?



- A) Yalnız II      B) II, III ve IV      C) Yalnız I      D) II ve III

5. Aşağıdaki ifadelerden hangisi zener diyot için doğrudur?

- A) Ters kırılma gerilimiyle (Zener gerilimi) anılırlar.  
B) Genellikle ters kutuplama altında çalıştırılırlar (devreye ters bağlanırlar).  
C) Doğru kutuplama altında normal diyot gibi çalışırlar.  
D) Hepsisi.

6. Aşağıdaki ifadelerden hangisi LED için söylenemez?

- A) Anlamı ışıık yayan diyottur.  
B) Devreye ters bağlanır.  
C) Yayıdıkları renklere göre farklı çalışma gerilimleri vardır.  
D) Seri direnç bağlanarak kullanılırlar.

7. Hangi şıkta ideal diyodun tanımı doğru yapılmıştır?

- A) Elektrik akımına her iki yönde de belli bir değere kadar zorluk gösteren devre elemanıdır.  
B) Katoduna uygulanan gerilim anoduna uygulanan gerilimden fazla olduğunda iletme geçen devre elemanıdır.  
C) Elektrik akımını tek yönde ileten devre elemanıdır.  
D) Elektrik akımının şiddetini ayarlamak için kullanılan devre elemanıdır.

8. Sayısal avometrede Yarı iletken malzeme testi hangi kademede yapılır?



- A) I      B) II      C) III      D) IV

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı, cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Unutmayın kendinizi deniyorsunuz. Eğer eksikliğini hissettiğiniz bir konu ile karşılaşırsanız bilgi sayfalarına tekrar dönebilirsiniz. Araştırma yaparak, uygulama faaliyetlerini tekrar gerçekleştirerek eksiklerinizi giderebilirsiniz. Ayrıca konu ilginizi çektiyse daha fazla bilgi edinmek için araştırma yapmaktan çekinmeyiniz.

## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
Diyodun Anot-Katot Ayaklarının Belirlenmesi		
Diyodun Sağlamlığının Belirlenmesi		
Diyot Tipinin Belirlenmesi		
Diyot Çeşitlerinin Belirlenmesi		
Diyot Çeşitlerinin Çalışma Voltajlarının Belirlenmesi		
Amaca Uygun Diyodun Belirlenmesi		

### DEĞERLENDİRME

Performans değerlendirme sonucu “evet”, “hayır” cevaplarınızı değerlendiriniz. Eksiklerinizi faaliyete dönerek tekrarlayınız. Tamamı “evet” ise diğer öğrenme faaliyetine geçiniz.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-5

## AMAÇ

Bu öğrenme faaliyetiyle transistör devre elemanını tanıyacak, günümüzde kullanılan transistör türlerini karşılaştırmalı olarak göreceksiniz ve ihtiyaca uygun eleman seçimini öğreneceksiniz.

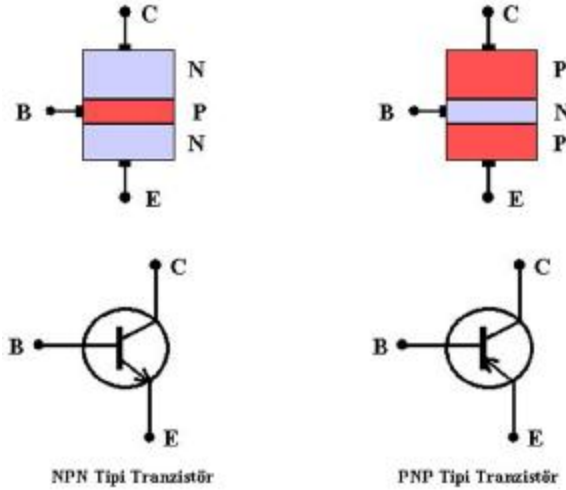
## ARAŞTIRMA

- Ø Çeşitli elektronik devre kartları temin ederek bu kartlar üzerindeki transistörlerin yerlerini belirleyiniz. Transistörün bozulması sonucu ortaya çıkan bir arıza çeşidi bulmaya çalışınız. Arızanın yol açtığı sonuçları ve transistörün önemini sınıf arkadaşlarınızla tartışınız. Elde ettiğiniz sonuçları öğretmeninizin yönergeleri doğrultusunda raporlayınız.

## 5. TRANSİSTÖRLER

### 5.1. Çift Kutup Yüzeyli Transistörler (BJT)

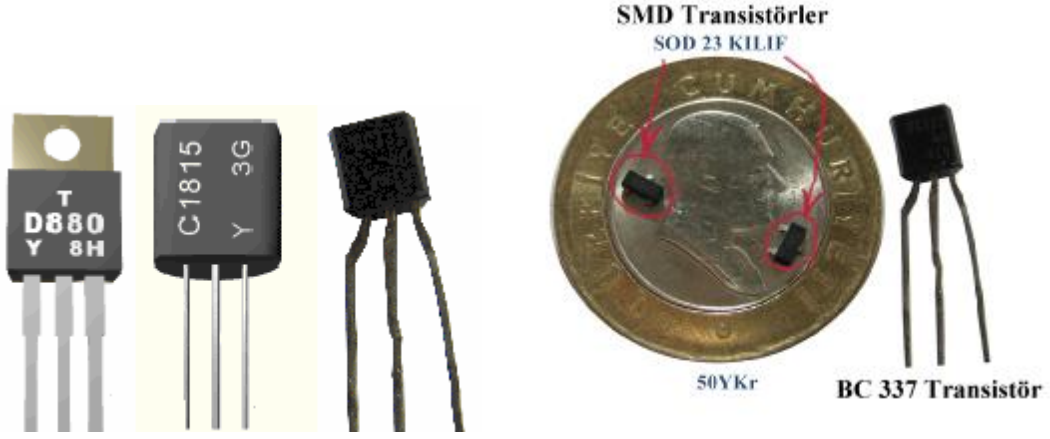
BJT (Bipolar Junction Transistor ) çift birleşim yüzeyli transistördür. İki N maddesi, bir P maddesi ya da iki P maddesi, bir N maddesi birleşiminden oluşur.



Şekil 5.1: NPN ve PNP transistörlerin yapısı ve devre sembolleri

Şekil 5.1’de de görüldüğü gibi NPN ve PNP olarak iki çeşidi vardır.

Girişine uygulanan sinyali yükselterek gerilim ve akım kazancı sağlayan, gerektiğinde anahtarlama elemanı olarak kullanılan yarı iletken bir elektronik devre elemanıdır. Uygulamada farklı kullanım alanlarına sahip çok sayıda transistör çeşidi vardır.



Şekil 5.2: Farklı kılıf yapılarında transistörler

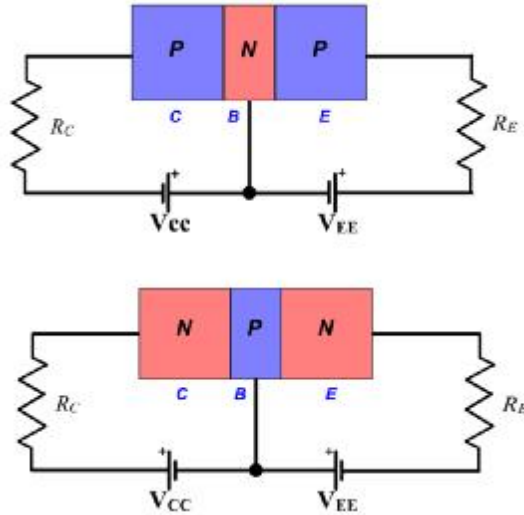
Şekil 5.3: SOD 23 kılıflı SMD transistör ve TO-92 kılıflı transistörün 50YKr ile fiziksel karşılaştırması

### 5.1.1. Transistörün Doğru ve Ters Kutuplanması

Transistör üç kutuplu bir devre elemanıdır. Devre sembolü üzerinde orta kutup beyz (B), okun olduğu kutup emiter (E), diğer kutup kollektör(C) olarak adlandırılır. Beyz akımının şiddetine göre kollektör ve emiter akımları ayarlanır.

Transistörün çalışması için doğru yönde kutuplanması gerekir.

Şekil 5.4'te NPN ve PNP transistörlerin doğru kutuplama yönleri gösterilmiştir.



Şekil 5.4: NPN ve PNP transistörlerin doğru kutuplanması

### Ø Transistörü Doğru Kutuplama Şartı

Beyz-emiter arasının doğru yönde kutuplanması gerekir. B-E arasını kutuplayan gerilim kaynağı VEE olarak adlandırılır.

Beyz-kollektör arasının ters kutuplanması gerekir. B-C arasını kutuplayan gerilim kaynağı VCC olarak adlandırılır.

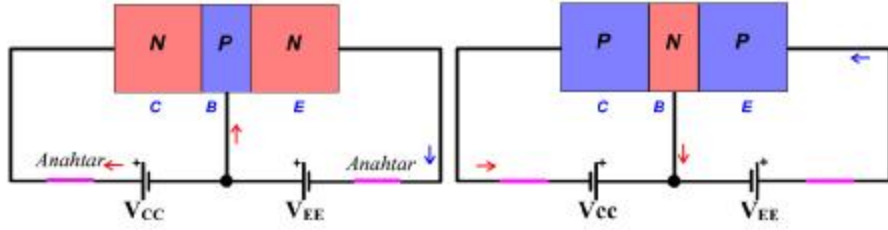
Silisyum transistörler için B-E arası gerilimin ( $V_{BE}$ ) en az 0,7V olması gerekir. Transistörün ilettime geçebilmesi için B-E bölgesinin uygun seviyede gerilimlenmesi gerekir.

### Ø Transistörün Ters Kutuplanması

B-E arasının ters kutuplanmasıyla transistör kesime gider. NPN transistörde beyz kutbu, emiter kutbuna göre daha alçak seviyede kutuplanacak olursa transistörün ters kutuplanması gerçekleşir.

#### 5.1.2. NPN ve PNP Transistörde Akım Yönleri

Transistör çalışmaya başladığında  $I_B$  (beyz akımı),  $I_C$  (kollektör akımı) ve  $I_E$  (emiter akımı) olmak üzere üç akım oluşur.



Şekil 5.5: NPN ve PNP transistörde akım yönleri

Şekil 5.5'ten de görüldüğü gibi transistörün en temel akım denklemini elde edebiliriz:

$$I_E = I_B + I_C \quad \text{Denklem 5.1}$$

#### 5.1.3. Transistörlerin Yükselteç Olarak Kullanılması

Transistörün en önemli özelliğidir. Transistörün akım kontrollü akım kaynağı olarak çalışması neticesinde akım ve gerilim yükseltme işlemi gerçekleşir. Transistörün kuvvetlendirici olarak kullanılmasında en önemli iki parametresi  $\alpha$  (alfa) ve  $\beta$  (beta)'dır.

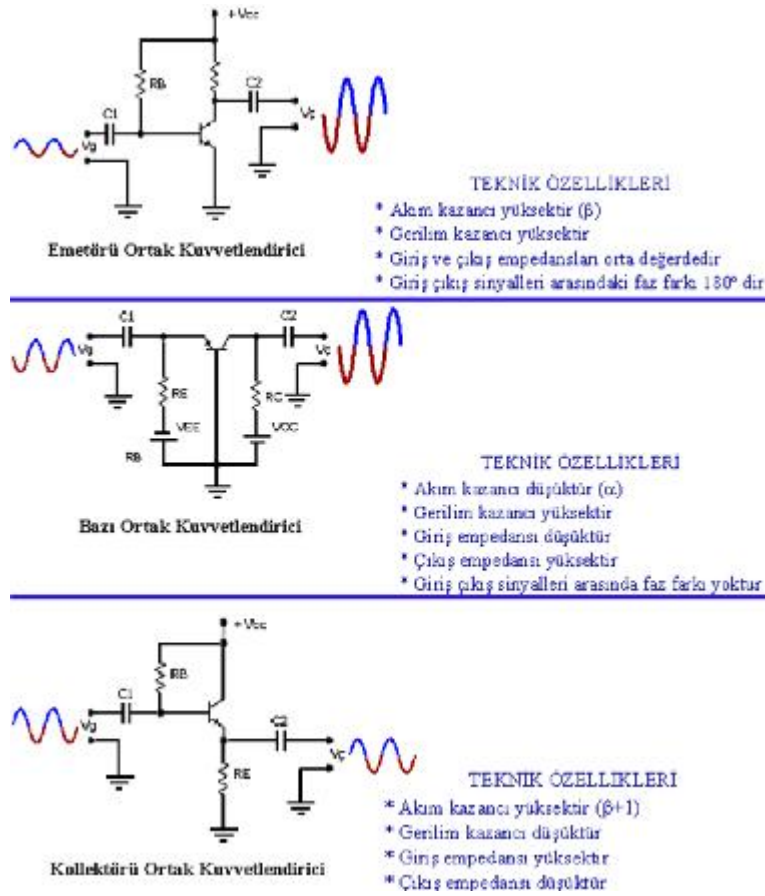
$\beta = \frac{I_C}{I_B}$	<b>Denklem 5.2</b>	$\alpha = \frac{I_C}{I_E}$	<b>Denklem 5.3</b>
---------------------------	--------------------	----------------------------	--------------------

**Not:** Ayrıntılı bilgi için internetten ve piyasada mevcut meslek kitaplarından ve kaynaklardan yararlanabilirsiniz.

Şekil 5.6’da transistörün akım ve gerilim yükselteci olarak kullanıldığı üç farklı devre modeli verilmiştir.

**Not:** Transistörler aktif çalışma bölgesinde kuvvetlendirici olarak çalıştırılırlar.

**Araştırma Ödevi 5.1:** Transistörlerin kuvvetlendirici olarak çalışmasını etkileyen unsurları araştırınız. Q noktası (çalışma noktası)’nın nasıl hesaplandığını ortak emiter bağlantılı kuvvetlendiriciyi araştırarak bir sayfayı geçmeyecek şekilde raporlayınız.



**Şekil 5.6: Transistörlü kuvvetlendirici modelleri**

#### 5.1.4. Transistörlerin Çalışma Kararlılığını Etkileyen Unsurlar

Transistörlerin çalışma kararlılığı bağlantı yöntemi, transistör kılıf tipi ve buna benzer pek çok değişkenden etkilenmektedir.

**Araştırma Ödevi 5.2:** Transistörlerin çalışma kararlılığını etkileyen değişkenleri araştırınız ve Tablo 5.1'i edindiğiniz tecrübe ve bilgi ışığında kısa bir özet halinde yalnızca temel bilgileri vererek doldurunuz.

Değişkenler	AÇIKLAMA
Ortam sıcaklığı	
Beta değeri ve beyz akımı	
Bağlantı türü	
Çalışma noktası (Q noktası) stabilizasyonu	
Kılıf yapısı (SMD, plastik, metal vb.)	

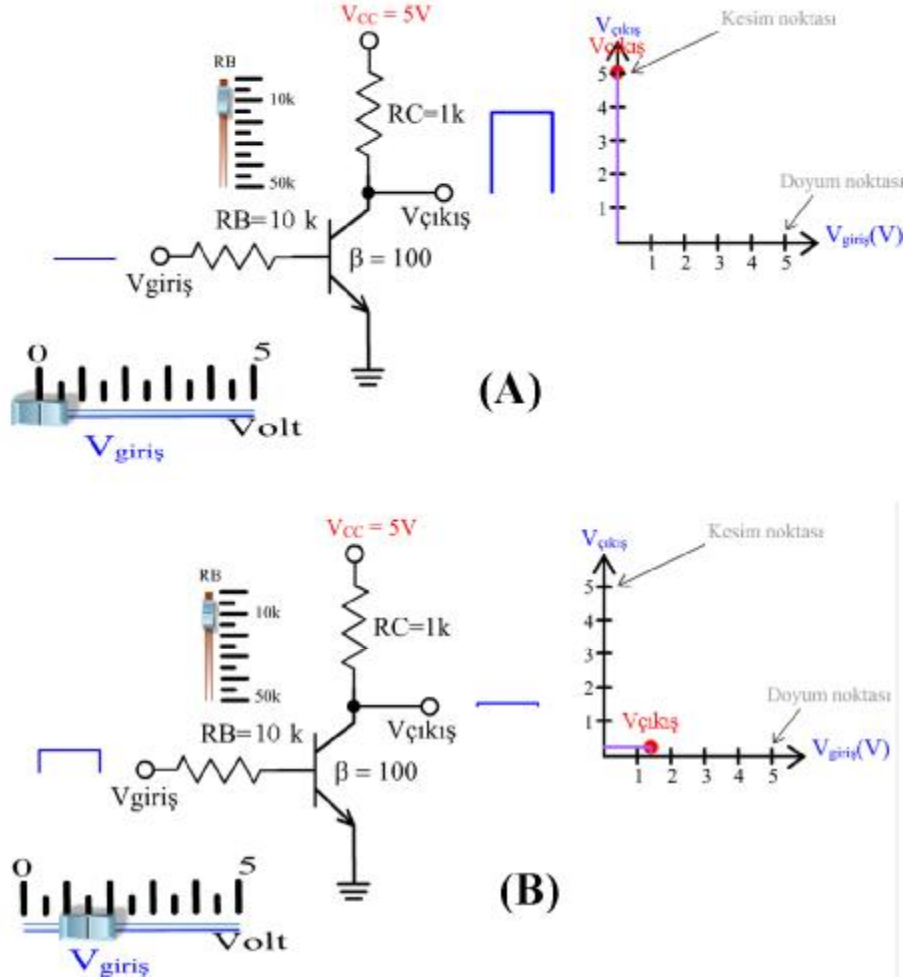
Tablo 5.1: Transistörün çalışma kararlılığını etkileyen unsurlar

#### 5.1.5. Transistörün Anahtarlama Elemanı Olarak Kullanılması

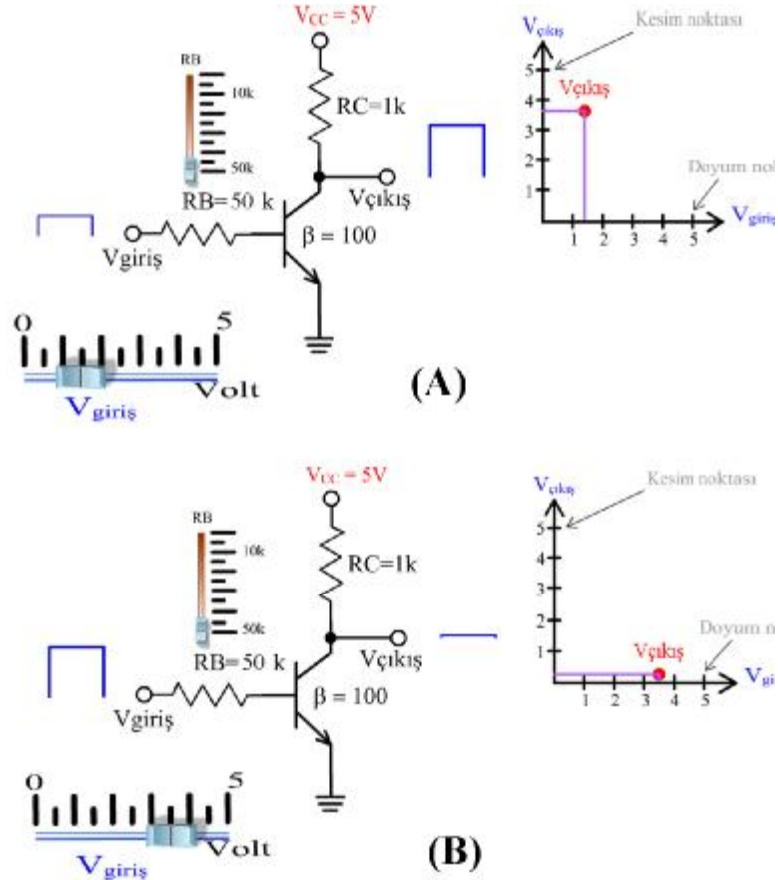
Transistörlerin anahtarlama elemanı olarak kullanılması oldukça yaygındır. Anahtarlama elemanı olarak kullanılmasında iki önemli nokta vardır: Kesim noktası ve doyum noktası.

İyi bir anahtarlayıcı bu iki nokta arasında çok hızlı gidip gelebilmelidir. Diğer bir ifadeyle giriş düşük voltajda olduğu zaman çıkış yüksek voltaja çıkabilmeli, giriş yüksek voltajda olduğu zaman çıkış düşük voltaja inebilmelidir.

Şekil 5.7’de ve Şekil 5.8’de  $R_B$  (beyz direnci) direncinin değerine göre çıkışın girişe göre verdiği tepki canlandırılmıştır. Şekilleri dikkatlice inceleyiniz.



Şekil 5.7:  $R_B$  direnci 10k değerindeyken anahtarlayıcının tepkisi; (A) Giriş gerilimi 0V(düşük) çıkış gerilimi 5V(yüksek), (B) Giriş gerilimi 1,5V(yüksek) çıkış gerilimi 0,2V(düşük)



**Şekil 5.8:  $R_B$  direnci  $50k$  değerindeyken anahtarlayıcının tepkisi; (A) Giriş gerilimi  $1,5V$  çıkış gerilimi  $3,7V$ , (B) Giriş gerilimi  $3,5V$  çıkış gerilimi  $0,2V$  (düşük)**

Şekilleri karşılaştırdığımızda Şekil 5.7'deki devrenin Şekil 5.8'deki devreye göre daha çabuk tepki verdiğini (daha hızlı çalıştığını) görürüz.

Şekil 5.7'de giriş gerilimi  $1,5$  volttaiken çıkış  $0$  volt olmaktadır. Bu sebeple  $1,5V$ 'luk giriş gerilimi bu uygulamada yüksek voltajın başlangıç seviyesidir.

Ancak Şekil 5.8'de giriş gerilimi  $1,5$  volttaiken çıkış  $3,7$  voltta. Transistör bu durumda aktif bölgeye girmiştir ve anahtarlayıcı olarak istenmeyen bir durumdur.

## Ø Uygulama İçin Gerekli Malzemeler

Devre Elemanları	Değerleri
Tablo 5.2'deki dirençler	10K, 1K, 56K
1 adet ayarlı gerilim kaynağı	0V-5V arası ayarlı
1 adet sabit gerilim kaynağı	5V
1 adet transistör	BC237 NPN

Transistör Modeli	Kılıf Tipi	Beta değeri (hfe) en az (min) - en üst (maks)	Kollektör-emiter en az kırılma voltajı (VCEO)	Beyz-emiter en az kırılma voltajı (VBEO)	25Co'de kollektör güç tüketimi (PC)	Kullanım Amacı (model ismine göre belirlenecek)
BC 237A						
BC 239C						
BD 243						
2N 5884						
2N 3055						
BC 556						
BC 558B						

**Tablo 5.3: Transistör katalog bilgilerine göre transistör değerlerinin ve görevlerinin saptanması**



## Ø İşlem Basamakları

Şekil 5.7’deki anahtarlayıcıyı kurun.

Tablo 5.2’de verilen değerlere göre tabloyu doldurun.

RB	RC	Giriş	Çıkış
10K	1K	1V	
10K	1K	3V	
10K	1K	5V	
56K	1K	1V	
56K	1K	3V	
56K	1K	5V	

Tablo 5.2: Transistörün anahtarlama elemanı olarak incelenmesi

### 5.1.6. Transistörlerin Katalog Bilgilerinin Okunması, Kılıf Tiplerinin Belirlenmesi, Transistör Rakamlarının Okunması

Transistörlerin katalog bilgilerinden yararlanarak bacak isimleri, en üst çalışma gerilimleri, en üst çalışma akımları, termal karakteristikleri, gürültü değerleri gibi çok sayıda bilgi rahatlıkla öğrenilebilir.

Ayrıca üzerlerinde yazılı harf ve rakamlar çeşitli ülkelerin kendi standartlarına göre belirlemiş oldukları kodlardır. Bu kodların ne anlama geldiği malzeme üreticisi firmaların kataloglarında ve devre elemanı kataloglarında belirtilmiştir.

**ÖNEMLİ:** Katalog bilgileri yardımıyla hangi devrede hangi transistörün kullanılması gerektiğini rahatlıkla saptayabiliriz. Ya da arızalanmış ve elimizde mevcut olmayan bir transistörün yerine uygun karşılığını koyabiliriz.

Tablo 5.3’te bazı transistörler verilmiştir. Gerekli araştırmayı yaparak tabloda boş bırakılan yerleri uygun şekilde doldurunuz.

Transistör katalog bilgilerini internetten ya da bölüm kütüphanenizden temin edebilirsiniz. Örnek olarak Philips Semiconductor, SGS Thomson, Motorola, Fairchild Semiconductor gibi firmaların transistör kataloglarından yararlanabilirsiniz.


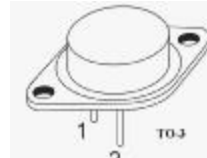
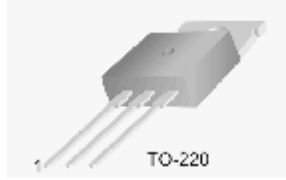



### 5.1.7. Analog ve Dijital Avometreyle Transistörün Sağlamlık Testi ve Uçlarının Bulunması

Şekil 5.9’da transistörlerin iç yapısı diyot eş değer karşılıklarıyla gösterilmiştir. Diğer bir ifadeyle transistör testi yaparken bu eş değer modeller göz önünde bulundurularak test işlemi yapılabilir. Diyot testi konusunu gözden geçirmeniz tavsiye edilir.



Şekil 5.9: Transistörün eşdeğer modelleri

Tablo 5.4’te verilen kılıf yapılarına sahip istediğiniz transistör modelini temin ederek sağlamlık testlerini yapınız ve uçlarını belirleyiniz.

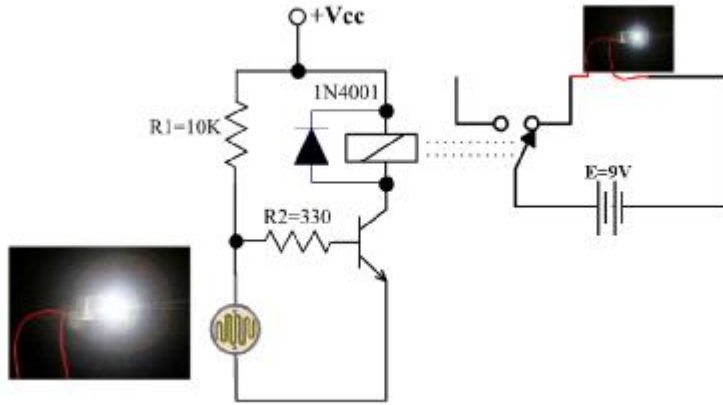
Transistör Kılıf Tipi	Seçilen Transistör Modeli	Ayaklar	Analog Avometreyle Yapılan Ölçümler
 TO-92		1=	BE ( $\Omega$ )= BC ( $\Omega$ )=
	hfe=	2=	Dijital Avometreyle Yapılan Ölçümler
		3=	BE ( $\Omega$ )= BC ( $\Omega$ )=
 TO-18		1=	BE ( $\Omega$ )= BC ( $\Omega$ )=
	hfe=	2=	BE ( $\Omega$ )= BC ( $\Omega$ )=
		3=	BE ( $\Omega$ )= BC ( $\Omega$ )=
 TO-220		1=	BE ( $\Omega$ )= BC ( $\Omega$ )=
	hfe=	2=	BE ( $\Omega$ )= BC ( $\Omega$ )=
		3=	BE ( $\Omega$ )= BC ( $\Omega$ )=
 TO-18	hfe=	1=	BE ( $\Omega$ )= BC ( $\Omega$ )=
		2=	BE ( $\Omega$ )= BC ( $\Omega$ )=
		3=	BE ( $\Omega$ )= BC ( $\Omega$ )=
 SOT-223		1=	BE ( $\Omega$ )= BC ( $\Omega$ )=
	hfe=	2=	BE ( $\Omega$ )= BC ( $\Omega$ )=
		3=	BE ( $\Omega$ )= BC ( $\Omega$ )=
 SOT-23		1=	BE ( $\Omega$ )= BC ( $\Omega$ )=
	hfe=	2=	BE ( $\Omega$ )= BC ( $\Omega$ )=
		3=	BE ( $\Omega$ )= BC ( $\Omega$ )=

Tablo 5.4: Transistörün sağlamlık testi

### 5.1.8. LDR ve Transistörle Bir Rölenin Kumandası

Transistörün beyzindeki sinyal seviyesinin kontrol edilmesiyle transistörlü kontrol devreleri tasarlanabilir. Burada önemli olan transistörlü kontrol devresinin neye göre tepki vereceğini belirlemektir. Örnek uygulamada ışığa duyarlı olarak tepki veren ve bir röleye kumanda eden devre işlenecektir.

Böyle bir devrenin ya da benzer bir devrenin ne amaçla kullanılabileceği sizin yaratıcılığınıza kalmıştır.



Şekil 5.10: LDR’li ve transistörlü röle kumanda devresi

**ÖNEMLİ:** Rölenin kumanda ayağına 9V’luk üreteçle çalışan bir lamba bağlanmıştır. Vcc kaynağının değeri ve rölenin çalışma gerilimi 12V’tur. 1N4001 diyot röle bobini üzerinde çok kısa süreli yüklenen yüksek gerilimin transistörü bozmasını engellemek için kullanılmıştır. Transistör olarak BC237 kullanabilirsiniz.

Eğer röle kontağı normalde açıksa (NA) DC üretece bağlı lamba yanmayacaktır. Normalde kapalıysa (NK) DC üretece bağlı lamba ilk durumda yanacaktır. Devreyi kurup çalıştırın ve Tablo 5.5’i LDR’nin farklı aydınlık durumlarına göre doldurunuz.

	LDR’nin Durumu		
Transistörün Durumu	Karanlıkta (LDR’nin ışığı tamamen kesiliyor)	Hafif aydınlıkta (LDR’nin üzerine gölge yapılıyor)	Aydınlıkta (LDR gün ışığı gibi yüksek aydınlığa maruz kalıyor)
Tr İletimde/Kesimde			
Lamba yanık/sönük			

Tablo 5.5: LDR’li ve transistörlü röle kumanda devresi değer tablosu

FET (Field Effect Transistor) alan etkili transistör demektir. JFET ve MOSFET olarak iki ana türü vardır. Transistör gibi üç ayaklı bir yarı iletken devre elemanıdır. Oluk (drain-D), kaynak (source-S) ve kapı (gate-G) olarak adlandırılan ayakları vardır. Kontrol ayağı olarak kapı ayağı kullanılır.

### 5.2.1.1. JFET’lerin Ölçümü Uygulaması

2N 5461 ve 2N 4393 JFET’lerini temin ediniz. Katalogdan ya da farklı kaynaklardan hangisinin N-kanallı hangisinin P-kanallı olduğunu ve ayaklarını belirleyiniz. Ardından ölçü aletinizle transistörleri ölçmeye başlayınız. Tablo 5.7’de ve Tablo 5.8’de belli bir ölçüm anında hangi probun hangi ayağa değdirileceği gösterilmiştir.

	+ probun bir defada değdiği ayak			
- probun bir defada değdiği ayak		D	S	G
	D			
	S			
	G			

**Tablo 5.7: N kanal JFET ölçüm sonuçları**

	+ probun bir defada değdiği ayak			
- probun bir defada değdiği ayak		D	S	G
	D			
	S			
	G			

**Tablo 5.8: P kanal JFET ölçüm sonuçları**

Tablolarda içi dolu kutucuklar aynı anda ölçü aletinin her iki probunun da transistörün bir ayağına değdirilmeyeceğini göstermektedir. Boş kutucukların içine ölçüm sonucu elde ettiğiniz direnç değerlerini yazacaksınız.

### 5.2.2. MOSFET’ler

MOSFET’lerin de ayakları JFET’ler gibi adlandırılmakla beraber aralarında teknik farklılıklar vardır. Kapı bölgesi gövdeden tamamen yalıtılmıştır. Bu sebeple giriş empedansları JFET’lerden de çok daha fazladır (yaklaşık  $1 \times 10^{14} \Omega$ , sonsuz olarak kabul edilebilir).

## Ø Uygulama Alanları

Bant genişliği ve çalışma frekansı JFET'lere oranla daha yüksek olan MOSFET'ler entegre yapımında ve hassas elektronik devrelerin üretiminde kullanılmaktadır. Bilgisayar teknolojilerinde yaygın olarak kullanılır.



**Dikkat:** MOSFET'lerin kapı ucundaki silisyum oksit tabakası insan bedenindeki statik elektrikten etkilenip delinebilir. Bu denenle MOSFET'lerle çalışırken daha fazla dikkat etmek gerekir. Bu devre elemanlarının lehimlenmesinde topraklı ve düşük güçlü havyalar kullanılmalıdır.

N kanallı ve P kanallı olması yanında Kanal Oluşturmalı (Enhancement) ve Kanal Ayarlamalı (Depletion) iki farklı türü vardır.

**Araştırma Ödevi 5.4:** Tablo 5.9'a N kanallı ve P kanallı kanal oluşturmalı ve kanal ayarlamalı MOSFET devre sembollerini ayak isimlerini belirterek çiziniz.

N Kanallı Kanal Oluşturmalı MOSFET'in Devre Sembolü	P kanallı Kanal Oluşturmalı MOSFET'in Devre Sembolü	N Kanallı Kanal Ayarlamalı MOSFET'in Devre Sembolü	P kanallı Kanal Ayarlamalı MOSFET'in Devre Sembolü

Tablo 5.9: MOSFET'lerin devre sembolü

### 5.2.2.1. MOSFET'lerin Ölçüm Uygulaması

Kanal ayarlamalı MOSFET ve JFET ölçümleri sonucu elde edilen değerler birbirine benzediğinden bu uygulamada yalnızca kanal oluşturmalı MOSFET'in ölçümünü yapacaksınız. IRF640 ve 3N163 MOSFET'lerini temin edin. Katalogdan ya da farklı kaynaklardan hangisinin N-kanallı hangisinin P-kanallı olduğunu ve ayaklarını belirleyin. Ardından ölçü aletinizle transistörleri ölçmeye başlayın. Tablo 5.10'da ve Tablo 5.11'de belli bir ölçüm anında hangi probun hangi ayağa değdirileceği gösterilmiştir.

	+ probun bir defada değdiği ayak			
- probun bir defada değdiği ayak		D	S	G
	D			
	S			
	G			

**Tablo 5.10: N kanal MOSFET ölçüm sonuçları**

	+ probun bir defada değdiği ayak			
- probun bir defada değdiği ayak		D	S	G
	D			
	S			
	G			

**Tablo 5.11: P kanal MOSFET ölçüm sonuçları**



## UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
Ø Transistör tipini ve çeşidini belirleyiniz.	Ø Farklı boyutlara ve işlevlere sahip transistörlerin tiplerini transistör kataloglarından öğrenebilirsiniz. Ø Transistör çeşitlerini transistör kodlamalarında kullanılan harf ve rakamları belirledikten sonra o harf ve rakamların ne anlama geldiklerini öğrenerek tanımlayabilirsiniz. İnternette transistör kodlamalarını öğrenmeniz çok kolaydır.
Ø Transistörün çalışma gerilimini belirleyiniz.	Ø Transistörlerin çalışma gerilimleri katalog bilgilerinde mevcuttur.
Ø Devreye uygun transistörü seçiniz.	Ø Çeşitli elektronik devrelerin hangi noktalarında ne tür transistörler kullanıldığını elektronik teknisyenlerine ya da tamircilerine sorarak öğrenebilirsiniz. Ø Ayrıca transistör kataloglarında transistörün hangi amaçla kullanılacağı belirtilmektedir. Kataloglar genellikle İngilizce basıldığından bu konuda yardım almanız gerekebilir.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu kısımda üçüncü öğrenme faaliyetinde verilen bilgilerle ilgili muhakeme gücünüzü ölçecek sorular vardır. Soruları dikkatlice okuduktan sonra yanıtlamanın ne kadar önemli olduğunu aklınızdan çıkartmayınız.

### ÖLÇME SORULARI

1. Aşağıdakilerden hangisi transistörün görevlerindendir?

I – Alternatif gerilimi doğrultmak için kullanılır.

II – Akım kazancı sağlamak için kullanılır.

III – Sinyal kuvvetlendirmek için kullanılır.

IV – Anahtarlama elemanı olarak kullanılır.

A) Yalnız I

B) Yalnız II

C) II ve III

D) II, III ve IV

2. Transistörün çalışması için gerekli besleme yönü hangi şıkta doğru verilmiştir?

A) B-C arası ve B-E arası doğru yönde kutuplanır.

B) B-C arası ters, B-E arası doğru yönde kutuplanır.

C) B-C arası doğru, B-E arası ters kutuplanır.

D) B-C arası ve B-E arası ters kutuplanır.

3. Bir transistörlü devrede  $I_c=100\text{mA}$  ve  $I_b=1\text{mA}$  ise  $I_e$  akımı ne kadardır?

A) 101mA

B) 99mA

C) 100mA

D) 200mA

4. Aktif bölgede çalışan bir transistörün betası 100 ve beyz akımı  $100\mu\text{A}$  ise emiter akımı  $I_e$  ne kadardır?

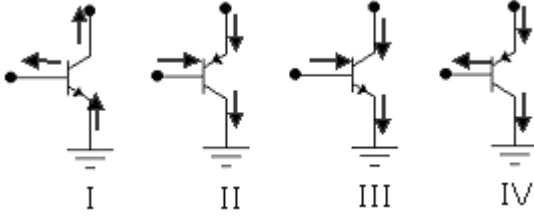
A) 10mA

B) 9,9mA

C) 10,1mA

D) 1mA

5. Aşağıdaki transistörlerin hangi ikisinin akım yönleri doğru verilmiştir?



A) I-II

B) II-III

C) I-IV

D) III-IV

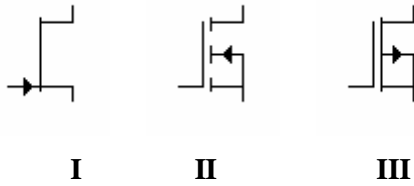
6. Bağlantı türünden bağımsız olarak transistörlü bir kuvvetlendirici devresinin akım kazancı hangi şıkta doğru verilmiştir?

- A) Giriş akımının çıkış akımına oranı
- B) Kollektör akımının emiter akımına oranı
- C) Kollektör akımının beyz akımına oranı
- D) Çıkış akımının giriş akımına oranı

7. JFET için verilen önermelerden hangisi doğrudur?

- A) VGS gerilimi uygulanmadıkça akım geçirmez.
- B) VGS gerilimiyle D-S arasında geçen akım kontrol edilir.
- C) Giriş dirençleri çok düşüktür.
- D) Besleme gerilimi yükseltildikçe D-S arası geçen akım da sürekli artar.

8. Aşağıdaki sembollerin isimleri hangi şıkta doğru verilmiştir?



- A) I: P-kanal JFET, II: P-kanal E MOSFET, III: N-kanal D MOSFET
- B) I: N-kanal JFET, II: N-kanal E MOSFET, III: P-kanal D MOSFET
- C) I: N-kanal D MOSFET, II: N-kanal JFET, III: P-kanal E MOSFET
- D) I: N-kanal JFET, II: N-kanal D MOSFET, III: P-kanal E MOSFET

9. Aşağıdakilerden hangisi FET'in anahtarlama elemanı olarak kullanımının transistöre göre daha kolay olmasının bir sebebidir?

- A) Düşük giriş gerilimiyle yüksek akım kontrolü sağlanabilmesi
- B) Sıcaklık değişiminden daha az etkilenmesi
- C) Boyutlarının daha küçük olması
- D) Radyasyon etkisinin olmaması

10. Aşağıdakilerden hangisi PNP bir transistördür?

- A) BD 135                      B) BD243                      C) 2N5884                      D) J111

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı, cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Unutmayın kendinizi deniyorsunuz. Eğer eksikliğini hissettiğiniz bir konu ile karşılaşırsanız bilgi sayfalarına tekrar dönebilirsiniz. Araştırma yaparak, uygulama faaliyetlerini tekrar gerçekleştirerek eksiklerinizi giderebilirsiniz. Ayrıca konu ilginizi çektiyse daha fazla bilgi edinmek için araştırma yapmaktan çekinmeyiniz.

## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
Transistör devre sembollerinin çizilmesi		
BJT transistörün ayaklarının belirlenmesi		
BJT transistörün sağlamlığının belirlenmesi		
Fet'in sağlamlığının belirlenmesi		
Transistör tipinin belirlenmesi		
Transistör çeşitlerinin belirlenmesi		
Transistör çeşitlerinin çalışma voltajlarının belirlenmesi		
Transistörün anahtarlama elemanı olarak kullanılması		

### DEĞERLENDİRME

Performans değerlendirme sonucu “evet”, “hayır” cevaplarınızı değerlendiriniz. Eksiklerinizi faaliyete dönerek tekrarlayınız. Tamamı “evet” ise modül değerlendirmeye geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

## YETERLİK ÖLÇME

Bu bölümde modül sonu değerlendirmesi yapılmaktadır. Soruların bir kısmı okul ya da okul dışı ortamlarda o konuyla ilgili birebir uygulama ve araştırma yapmış olmayı gerektirmektedir. Soruları kesinlikle ezberci bir anlayışla ya da hazırca bir yaklaşımla çözmeye kalkmayınız.

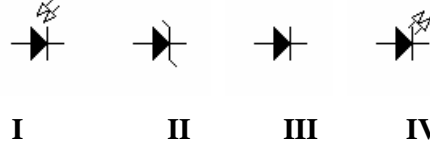
Bu bölümle modülde işlenen, sizlere araştırma konusu olarak verilen konular hakkında piyasa şartlarına uygun yeterliliğe ulaşp ulaşmadığınız sınıanmaktadır. Soruları bu bilinçle yanıtlayınız.

Soruları yanıtlayamadığınız yerlerde mutlaka modül içinde ilgili konuya geri dönünüz. Sizden yapmanız istenen uygulamaları imkanlarınız ölçüsünde yeniden tekrarlayın. En son aşamada arkadaşlarınıza, konuyla ilgili bilgi sahibi kişilere, yazılı-görsel materyallere ve öğretmenlerinize danışınız.

## ÖLÇME SORULARI

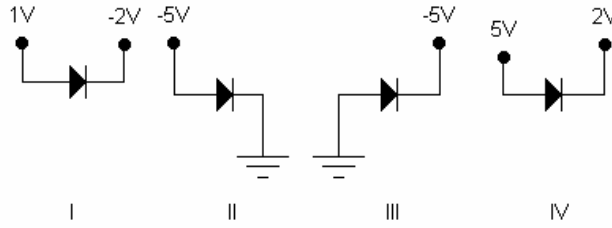
1. %5 toleranslı 33k $\Omega$ 'luk direncin renk bantlarını bulunuz?
  - A) Kırmızı, Kırmızı, Turuncu, Altın
  - B) Turuncu, Turuncu, Turuncu, Altın
  - C) Turuncu, Turuncu, Kırmızı, Altın
  - D) Turuncu, Kırmızı, Kırmızı, Altın
2. Renkleri kırmızı, kırmızı, altın, altın olan bir direncin değeri ve toleransı nedir?
  - A) 22 $\Omega$ %5
  - B) 220 $\Omega$ %5
  - C) 2,2 $\Omega$ %5
  - D) 0,22 $\Omega$ %5
3. %10 toleranslı 1K'lık 3 adet seri bağılı direnç düzeneğinin direnci ölçülmüş ve 2,25K çıkmıştır. Bu durumda aşağıdaki önermelerden hangisi kesinlikle söylenebilir?
  - A) Ölçülen değeri hata payı sınırları içindedir.
  - B) Ölçü aleti yanlış ölçüm gerçekleştirmiştir.
  - C) Düzenekteki dirençlerden biri hatalı üretilmiştir.
  - D) Ölçülen değeri hata payı dışındadır.

4. Aşağıdaki diyot çeşitlerinin sembolleri hangi şıkta doğru sıralamada verilmiştir?



- A) Yüzey birleşimli diyot, Zener diyot, LED, Foto diyot  
B) Zener diyot, Yüzey birleşimli diyot, LED, Foto diyot  
C) Foto diyot, Zener diyot, LED, Yüzey birleşimli diyot  
D) Foto diyot, Zener diyot, Yüzey birleşimli diyot, LED

5. Aşağıdaki devrelerde hangi diyotlar ilettime geçer.



- A) Yalnız II      B) I-III ve IV      C) Yalnız I      D) III ve IV

6. Ortak emiter şase bağlantılı transistörün akım kazancı (hfe) hangi şıkta doğru verilmiştir?

- A) Giriş akımının çıkış akımına oranı  
B) Kollektör akımının beyz akımına oranı  
C) Beyz akımının emiter akımına oranı  
D) Kollektör akımının emiter akımına oranı

7. Sağlam bir dijital avometreyle yapılan diyot ölçümünde bir yönde 570 değeri diğer yönde 4500 değeri okunmuştur. Buna göre aşağıdaki önermelerden hangisi doğrudur?

- A) 4500 değerinin okunduğu durumda problemlerin doğru yönde bağlanmış olma olasılığı daha yüksektir.  
B) Diyot sağlamdır.  
C) Ölçü aleti yanlış ölçüm gerçekleştirmiştir.  
D) 4500 değeri sağlam bir diyot için normal değildir.

8. Transistör testi için aşağıda söylenen önermelerden hangileri doğrudur?

- I- B-E arası doğru yönde yapılan ölçüm değeri B-C arası doğru yönde yapılan ölçüm değerinden küçüktür.
- II- E-C arasının her iki yönde yapılan ölçümünde küçük değer okunur.
- III- E-B ve B-C arası yapılan ters yönde ölçümler sonucu çok yüksek değer okunur (ölçme sınırının dışında kalır).

A) I ve III      B) Yalnız II      C) Yalnız I      D) Hepsi

9. Transistörlü bir anahtarlama devresi için RB direnci hakkında söylenenlerden hangisi doğrudur?

- A) RB direnci küçüldükçe transistörün düşük (low)-yüksek (high) değerler arası geçişi daha yavaş olur.
- B) RB direnci küçüldükçe anahtarlayıcı devrenin çıkışı daha büyük giriş genliklerinde yüksek olur.
- C) Anahtarlayıcı çıkışından daha büyük giriş genliklerinde düşük genlik alınabilmesi için RB direnci değerinin büyütülmesi gerekir.
- D) Anahtarlayıcı devreler transistörün aktif bölgesinde çalışır.

10. FET devre elemanında VGS kaynağının görevi nedir?

- A) D-S arası geçen akımı kontrol eder.
- B)  $V_p$  (pinch-off gerilimi) değerinin büyümesini sağlar.
- C) D-S arası geçen akımı kontrol yükseltir.
- D) FET'in doyum bölgesinin küçülmesini sağlar.

11. JFET'in doyuma gittiği andaki akım ve o andaki gerilimin adı hangi şıkta doğru verilmiştir?

- A)  $I_C$ ,  $V_c$
- B)  $I_D$ , VGS
- C)  $I_E$ , VEE
- D)  $I_{DSS}$ ,  $V_p$

12. Kanal oluşturmali MOSFET ve kanal ayarlamali MOSFET ile ilgili söylenenlerden hangisi doğrudur?

- A) Kanal oluşturmali MOSFET'te VGS gerilimiyle D-S arası akım azaltılır.
- B) Kanal ayarlamali MOSFET'te VGS gerilimiyle D-S arası akım çoğaltılır.
- C) Kanal ayarlamali MOSFET'te VGS gerilimi kanalın genişlemesini sağlar.
- D) Kanal oluşturmali MOSFET'te VGS gerilimi kanalın genişlemesini sağlar.



**13.** Avometrenin ohm kademesinde bir bobin ölçülmüş ve ekranda  $120\Omega$  okunmuştur. Bobin hakkında verilen önermelerden hangileri kesinlikle doğrudur?

**I-** Bobin arızalıdır.

**II-** Bobin sargısında kopma yoktur.

**III-** Bobin endüktansı çok düşüktür.

A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) I ve III      D) II-III

**14.** Analog avometreyle yeni alınmış bir  $10\mu F$ 'lık kondansatör testi yapılmış, ibrenin yüksek direnç noktasından alçak direnç noktasına saptığı ve uzun bir süre beklendiğinde o noktada kaldığı görülmüştür. Kondansatör hakkında verilen önermelerden hangileri kabul edilebilir?

**I-** Kondansatör plakaları arasında kısa devre vardır.

**II-** Kondansatör sağlamdır.

**III-** Kondansatör güvenle kullanılabilir.

**IV-** Kondansatör hatalı üretilmiştir.

A) II-III      B) Yalnız I      C) I ve III      D) I-IV

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı, cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Unutmayın kendinizi deniyorsunuz. Eğer eksikliğini hissettiğiniz bir konu ile karşılaşırsanız bilgi sayfalarına tekrar dönebilirsiniz. Araştırma yaparak, uygulama faaliyetlerini tekrar gerçekleştirerek eksiklerinizi giderebilirsiniz. Ayrıca konu ilginizi çektiyse daha fazla bilgi edinmek için araştırma yapmaktan çekinmeyiniz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

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

## ÖĞRETİM FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

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

### ÖĞRETİM FAALİYETİ-3 CEVAP ANAHTARI

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

### ÖĞRETİM FAALİYETİ-4 CEVAP ANAHTARI

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

### ÖĞRETİM FAALİYETİ-5 CEVAP ANAHTARI

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

## MODÜL DEĞERLENDİRME CAVAP ANAHTARI

<b>1</b>	<b>B</b>
<b>2</b>	<b>C</b>
<b>3</b>	<b>D</b>
<b>4</b>	<b>D</b>
<b>5</b>	<b>B</b>
<b>6</b>	<b>C</b>
<b>7</b>	<b>D</b>
<b>8</b>	<b>A</b>
<b>9</b>	<b>C</b>
<b>10</b>	<b>A</b>
<b>11</b>	<b>D</b>
<b>12</b>	<b>D</b>
<b>13</b>	<b>B</b>
<b>14</b>	<b>D</b>

## KAYNAKLAR

- Ø MERAL, M.; H. GENÇ,: “Eğit-Bilimsel İlkeler Işığında Web Tabanlı ve Etkileşimli Elektronik Dersi Yazılımının Geliştirilmesi”, M.Ü.F.B.E. Yüksek Lisans Bitirme Tezi Çalışma Notları, İstanbul, 2005.
- Ø BOYNAK, F.; H. GENÇ,: “Java Animasyonlarıyla Web Tabanlı Elektronik Eğitimi”, M.Ü.T.E.F. Lisans Mezuniyet Tezi Notları, İstanbul, 2002.
- Ø **Elektronik Yayınlar**
- Ø <http://www.howstuffworks.com> (Erişim tarihi: Nisan 2005)
- Ø <http://www.crocodile-clips.com> (Erişim tarihi: Nisan 2005)
- Ø <http://www.centrasemi.com> (Erişim tarihi: Nisan 2005)
- Ø <http://www.hobby-elec.org> (Erişim tarihi: Nisan 2005)
- Ø <http://www.girginelektronik.com> (Erişim tarihi: Nisan 2005)
- Ø [http://www.play-hookey.com/semiconductors/junction\\_fet.html](http://www.play-hookey.com/semiconductors/junction_fet.html) (Erişim tarihi: Nisan 2005)
- Ø <http://www.elektronikhobi.com> (Erişim tarihi: Kasım 2004)
- Ø <http://www.antrak.org.tr> (Erişim tarihi: Eylül 2003)