

# Bölüm 1: Pasif devre elemanları

*"Dirençler, kondansatörler, bobinler"*

## Elektrik ve elektronik ile ilgili temel kavramlar

### 1- Elektrik

Grek dilinde kehribar ağacının adı "elektrik"tir. Adı geçen toplumun bilginleri, bu ağacın kurumuş dallarının saç kıllarına sürtülmesinden sonra saman çöplerini çektiğini belirleyince, bu tip özellik gösteren tüm diğer cisimlere "elektrik" adını vermişlerdir. Çok eski çağlarda ortaya konan elektrik kavramının kapsadığı alan statik (durgun) elektriktir. 16. Yüzyıldan itibaren hızlanan bilimsel araştırmaların sonucunda ise "durgun elektrik" kavramının ötesine geçilerek, bugün yaşantımızın her alanında yararlandığımız elektrikli ve elektronik sistemler geliştirilmiştir.

### 2- Elektronik

İleriki bölümlerde ayrıntılı olarak işlenecek olan "madde" konusunda da görüleceği gibi doğada bulunan 105 elementten bazılarının atomlarının son yörüngelerinde (*valans yörünge*) bulunan eksi (-) yüklü elektronların hareketlerinden (*davranışlarından*) yararlanarak çeşitli donanımları yapma bilimine elektronik denir.

*Başka bir tanım ise şu şekildedir: Elektronik, serbest elektron hareketinin denetimini konu edinen bilim dalıdır.*

20. Yüzyıl elektronik teknolojisinin atılıma geçtiği çağ olmuştur. 21. Yüzyıl ise yaşantımızın her diliminin elektronik düzeneklerle donandığı bir asır olacaktır.

Elektronik bilim dalı hemen-hemen bütün bilim dallarıyla içiçe geçmiş durumdadır. 1930'lu yıllarda uygulamaya girmeye başlayan ilk elektronik devreler lambalıydı. (*Lambalı devre elemanı: Havası boşaltılmış elektron lambasıdır*).

1950'li yıllardan itibaren ise transistörlü devreler kullanılmaya başlandı.

1960'lı yılların ortalarından sonra ise, transistörlerin yerine küçük ama çok işlevli devre elemanları, yani entegreler ön plana çıktı. Entegre (*tümleşik devre, yonga, chip*) olarak adlandırdığımız elemanlar, devrelerin yapısını basitleştirmekte, çalışma hızını arttırmakta ve doğru çalışmayı sağlamaktadır.

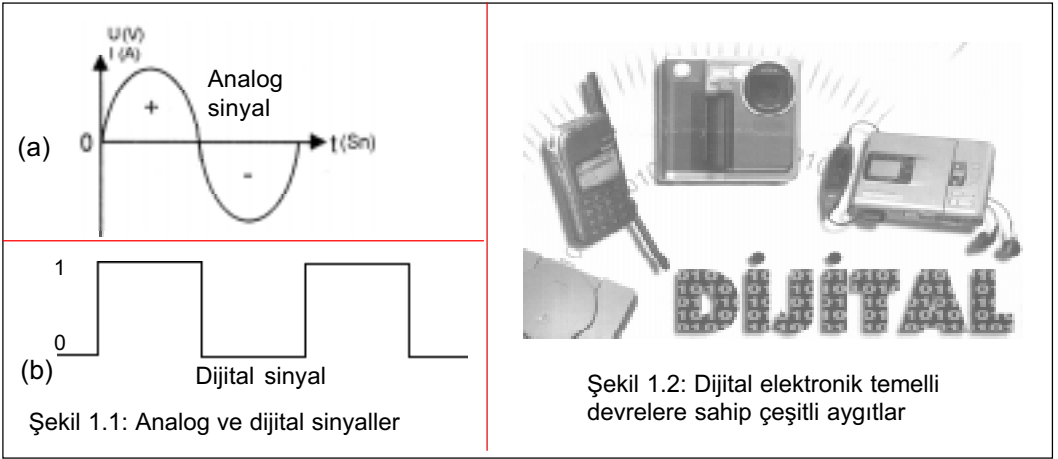
Günümüzde elektronik, çok çeşitli dallara (*görüntü sistemleri, bilgisayar, tıp elektroniği, endüstriyel elektronik, dijital elektronik, seslendirme, iletişim, güvenlik...*) ayrılabilir duruma gelmiştir.

***Ancak temel olarak elektronik, iki kısımda incelenebilir***

**I-** Analog elektronik.

**II-** Dijital (sayısal) elektronik.

Analog esaslı devrelerde sinyallerin kontrolü ve değişimi küçük zaman aralıklarında yapılmaktadır. Her "an", sinyalin değerleri farklıdır ve sonsuz sayıda ara değerler söz konusudur. Örneğin sinüsoidal biçimli işaret (*dalga*), analog sinyale iyi bir örnek olarak



Şekil 1.1: Analog ve dijital sinyaller

Şekil 1.2: Dijital elektronik temelli devrelere sahip çeşitli aygıtlar

verilebilir. (Şekil 1.1-a'ya bakınız.)

Dijital özellikli devrelerde, gerilimin yavaş değişmesi, ona bağlı olarak devre akımının yavaş değişmesi söz konusu olamaz.

Dijital temelli devrelerde iki durum söz konusudur. Yani, devreden akım "geçmekte" ya da "geçmemektedir". Anlatımlarda akımın geçme anı "1" ile, geçmeme anı ise "0" ile ifade edilir. (Şekil 1.1-b'ye bakınız.) Sonuç olarak dijital devreler "sayar", analog devreler "ölçer ve örnekler".

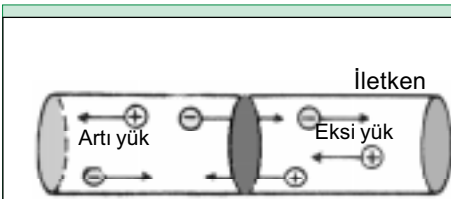
Özetlersek, dijital devrelerde sadece "kare dalga"lar kullanılır. Bu özelliğiyle dijital elektronik düzenekler analog esaslı sistemlerden ayrılır.

### 3- Elektrik akımı (akım şiddeti)

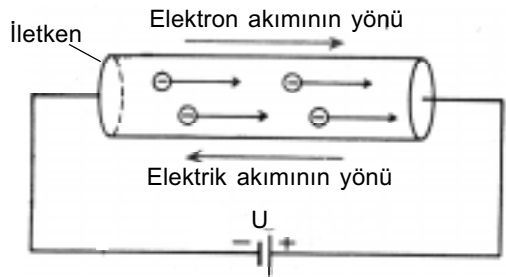
İletkenden (ya da alıcıdan) birim zamanda geçen elektrik yükü (elektron) miktarına akım denir.

Akım, elektronların hareketiyle ortaya çıkar. Ancak eskiden akımın artı (+) yüklü oyuklar tarafından taşındığı sanıldığından, bugün de eski (klasik) teorem kabul edilmektedir.

Başka bir deyişle, bir pilde akım, artı (+) uçtan eksi (-) uca doğru gider deriz. Ancak gerçekte akım eksi (-) uçtan artı (+) uca doğru akmaktadır. Şekil 1.3'de iletken içindeki artı (+) ve eksi (-) yüklü parçacıkların hareket yönleri gösterilmiştir. Şekil 1.4'de ise pilin eksi (-) ucundan çıkan elektronların artı (+) uca doğru hareketi görülmektedir.



Şekil 1.3: Artı (+) ve eksi (-) yüklerin iletken içindeki hareketi

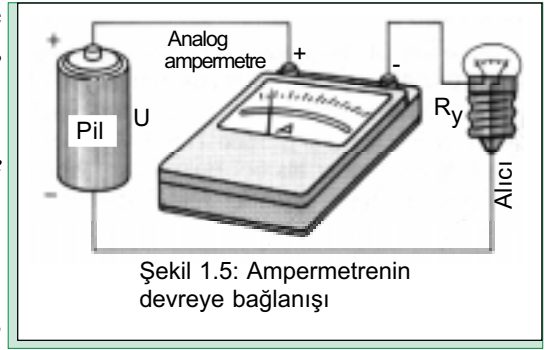


Şekil 1.4: Elektrik akımının iletken geçişinin basit olarak gösterilişi

Akım, ampermetreyle ölçülür ve "I" ile gösterilir. Akımın birimi Amper (A), denklemi:

$$I = U/R [A] \text{ şeklinde yazılır.}$$

Şekil 1.5'de ampermetrenin devreye bağlantısı görülmektedir.



### Akımın ast katları

Piko amper (pA), nano amper (nA), mikro amper (mA), mili amper (mA).

### Akımın üst katları

Kilo amper (kA), mega amper (MA), giga amper (GA)'dir.

**Not 1:** Mega amper (MA) ve giga amper (GA) uygulamada pek kullanılmamaktadır.

**Not 2:** Akımın ast ve üst katları biner-biner büyür ve küçülür.

### Örnekler

-100 mA kaç Amper'dir? : 0,1 A.

-220 pA kaç nano Amper'dir? : 0,22 nA.

-1 kA kaç Amper'dir? : 1000 A.

### 4- Gerilim (elektromotor kuvvet, emk, potansiyel fark)

Bir üreticinin iki ucu arasındaki potansiyel farka gerilim denir.

Gerilim, voltmetreyle ölçülür ve "U", "E", "V" ya da "e" ile gösterilir. Birimi Volt (V), denklemi:

$$U = I.R [V] \text{ şeklinde yazılır.}$$

**Gerilimin ast katları:** pV, nV, mV, mV.

**Gerilimin üst katları:** kV, MV, GV'dur.

Gerilimin ast ve üst katları biner-biner büyür ve küçülür.

**Not:** Mega volt (MV) ve giga volt (GV) uygulamada kullanılmamaktadır.

### Örnekler

-200 mV kaç Volt'tur? : 0,2 V.

-1 kV kaç Volt'tur? : 1000 V.

### 5- Ohm yasası

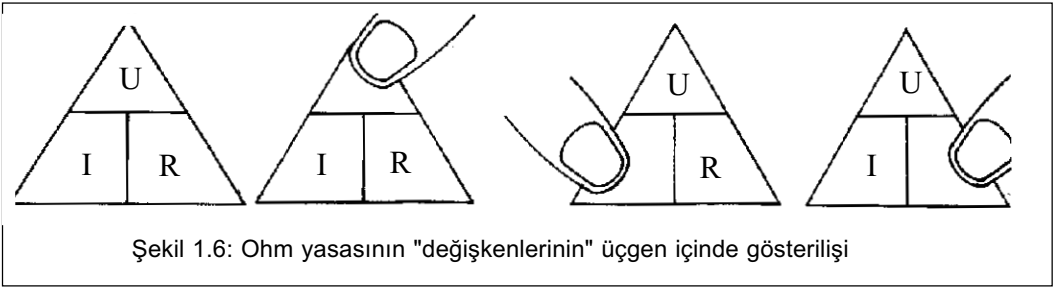
1828 yılında **George Simon Ohm** tarafından ortaya konan denkleme göre, bir alıcıya uygulanan gerilim arttıkça, devreden geçen akım da artmaktadır. Alıcının direnci artırıldığında ise geçen akım azalmaktadır.

*Başka bir deyişle,*

**1 Ohm:** 1 V uygulanmış devreden 1 A'lık akım geçmesine izin veren direnç miktarıdır.

Ohm yasasında ortaya konan değişkenlerin birbiriyle ilişkisi "ohm üçgeniyle" özetlenebilmektedir. Bu üçgene göre, hesaplanmak istenen değer "parmak ile" kapatılarak denklem kolayca çıkarılabilir. Bu anlatıma göre,

$U = I.R [V]$ ,  $I = U/R [A]$ ,  $R = U/I [W]$  eşitlikleri karşımıza çıkar. Şekil 1.6'ya bakınız.



## 6- Elektronik devre elemanlarının fonksiyon (işlev) açısından sınıflandırılması

### a- Pasif devre elemanları

Enerji kaynağı ya da etkin elektromotor kuvvetleri olmayan, ancak gerilim uygulandığında geçen akımın sonucu olarak, enerji harcayan ya da depolayan elemanlardır.

Şöyleki: Dirençler akım sınırlaması yaparken "ısı" ve "ışık" şeklinde enerji harcarlar. Kondansatörler elektrik enerjisini, elektrik yükü şeklinde, bobinler ise manyetik alan olarak depolarlar.

### b- Aktif devre elemanları

Kendileri enerji üreten ya da enerji seviyesini yükselten elemanlardır. Pil, dinamo, enerji üreten, amplifikatör, enerji "seviyesini" yükselten aktif eleman örneği olarak verilebilir.

## PASİF DEVRE ELEMANLARINA GİRİŞ

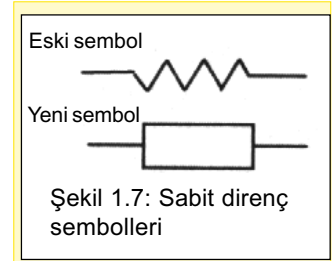
### A- Dirençler (rezistans, resistance)

Bir elektrik devresine gerilim uygulandığında, alıcıdan akım geçmektedir. Geçen akımı sınırlayan etken ise devre direncidir. Bu yaklaşıma göre, elektrik akımının geçişine karşı zorluk gösteren elemanlara direnç denir. Elektrik enerjisi direnç üzerinde "ısıya dönüşerek" kaybolur.

Direnç seçiminde iki noktaya dikkat edilir. Bunlar, "Ohm" olarak direnç değeri ve "Watt" olarak güç değeridir.

Direncin gücü *fiziksel boyutlara* bağlıdır. Direnç değeri ise üretimde kullanılan malzemelerin karışım oranları ile değişir.

Dirençlerin sembolü "R" ya da "r", denklemi,  $R = U/I$ , birimi ise W (Ohm)'dur. Şekil 1.7'de sabit direnç sembolleri görülmektedir.



**Direnç birimlerinin ast katları:** Piko ohm (pW), nano ohm (nW), mikro ohm (mW), mili ohm (mW).

**Not:** Piko ohm (pW), nano ohm (nW), mikro ohm (mW), mili ohm (mW) gibi birimlere sahip dirençler uygulamada kullanılmamaktadır.

**Direnç birimlerinin üst katları:** Kilo ohm (kW), mega ohm (MW), giga ohm (GW)'dur.

**Not:** Giga ohm'luk değere sahip dirençler uygulamada kullanılmamaktadır.

## Dirençlerin işlevleri (fonksiyonları)

- I- Devreden geçen akımı sınırlayarak aynı değerde tutmak.
- II- Devrenin besleme gerilimini bölerek, yani küçülterek başka elemanların çalışmasına yardımcı olmak.
- III- Hassas yapıllı devre elemanlarının aşırı akıma karşı korunmasını sağlamak.
- IV- Yük (alıcı) görevi yapmak.
- V- Sıcaklık (ısı) elde etmek vb.

## Dirençlerin "üretim şekline göre" sınıflandırılması

### a- Sabit değerli dirençler

Direnç değerleri sabit olan, yani değiştirilemeyen elemanlardır. Bu elemanlar, üzerlerinden geçen akım ve gerilimin değerine göre farklı direnç göstermezler. Ayrıca, dışarıdan yapılan etkiyle (*mekanik ya da elektronik*) dirençleri değiştirilemez.

Sabit değerli dirençler 0,1 W'dan 22 MW'a kadar değişik değerlerde ve çeşitli güçlerde üretilirler.

Ancak bu, her değerde direnç üretilir anlamına gelmez. Piyasada standart değerlere sahip dirençler bulunur. Eğer standart dışı bir değerde dirence gerek duyulursa seri, paralel bağlama yapılır. Ya da ayarlı direnç kullanılır.



Şekil 1.8: Çeşitli sabit dirençler

### b- Ayarlı (değişken) dirençler

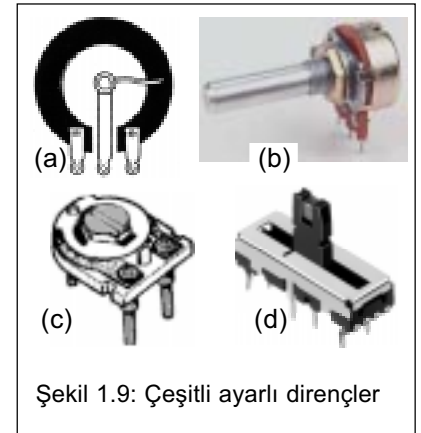
Direnç değerleri, hareket ettirilebilen orta uçları sayesinde değiştirilebilen elemanlardır. Bu elemanlar, "yüksek dirençli tel sarımlı" ya da "karbondan" yapılırlar.

Karbon tip ayarlı dirençler, metal bir gövde içinde karbon karışımı disk biçiminde yapılırlar. Direnç görevini, sıkıştırılmış kağıt ya da disk şeklindeki karbon üzerine ince bir tabaka şeklinde kaplanmış karbon karışımı yapar. (Şekil 1.9-a'da bulunan ayarlı dirence bakınız.)

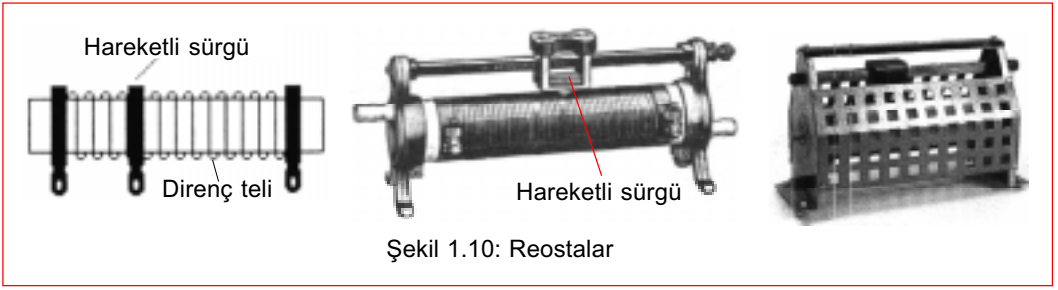
Karbon diskin "kesilerek" elde edilmiş iki ucuna bağlantı terminalleri takılır. Üçüncü uç, esnek gezer kontak biçiminde olup, disk üzerine sürtünerek döner ve istenilen direnç değerinin elde edilmesini sağlar. Bazı tiplerde gezer uç, "doğrusal kaymalı" şekilde de olabilir. (Şekil 1.9-d'de bulunan ayarlı dirence bakınız.)

Ayarlı dirençlerin büyük gövdeli, yüksek akım ve gerilimlere dayanıklı olanlarına ise "reosta" denir. Reostalar, devrede akım-gerilim ayarı yapmak için kullanılan ayarlı dirençlerdir. Bu elemanlar genellikle tel sarımlı olarak üretilirler. Şekil 1.10'da çeşitli reostalar görülmektedir.

Reosta kullanırken dikkat edilecek en önemli husus, elemanın "maksimum akıma" uygun



Şekil 1.9: Çeşitli ayarlı dirençler



Şekil 1.10: Reostalar

olup-olmadığının belirlenmesidir. Yani, etiketinde 5 Amper yazan bir reostadan 10 Amper'lik akımın geçirilmesi arızaya neden olabilir.

Özetlersek, düşük güçlü ayarlı dirençlerde, üzerinde bir gezici kontağın hareket edebildiği karbondan yapılmış bir ray vardır. Yüksek güçlü ayarlı (*değişken*) dirençler ise tel sarımlıdır.

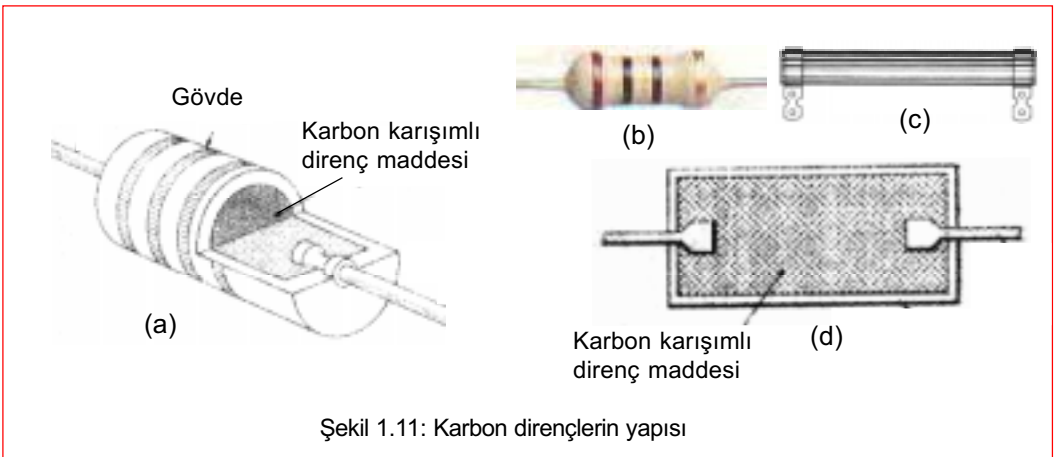
Erimiş metal/camdan (*seramik ve metalin birleşimi olan karışım yani cermet*) yapılan direnç yollarının hem karbona, hem de tel dirençlere göre pek çok üstünlüğü vardır. O nedenle, cermet tabanlı dirençler uygulamada daha çok kullanılmaya başlamıştır.

## Dirençlerin yapıldığı maddeye göre sınıflandırılması

### a- Karbon karışımı dirençler

En basit yapılı ve ucuz direnç çeşididir. Ana ham maddeleri toz halindeki karbondur. Şekil 1.11-a ve d'de görüldüğü gibi toz halindeki karbonun, dolgu maddesi ve reçineli tutkal ile karışımından "direnç elemanı" elde edilir. Yapılmak istenilen direnç, dolgu maddesi ve karbon oranı ayarlanarak üretilir. Bu tip ham maddeli dirençlerin hata oranları (*tolerans*) yüksektir ve kullandıkça (*eskidikçe*) direnç değerleri de değişir. Değişim zaman içinde  $\pm$  % 20'lere kadar yükselebilir.

Karbon dirençler yankeski ile kesildiğinde gövde kesiti kurşun kalem içi gibi görünür. Çok sağlam olan bu dirençlerin içi, karbon aşırı kızacak kadar ısındığında bozulur ve ısı nedeniyle gövde yüzeyinde kararma olur.



Şekil 1.11: Karbon dirençlerin yapısı

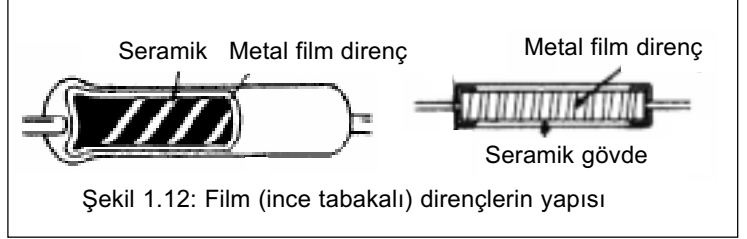
Karbon dirençler ucuz ve küçük boyutlu olduğu için, radyo, teyp, tv, telefon, video, bilgisayar vb. gibi cihazların elektronik devrelerinde, yaygın olarak kullanılmaktadır.

Karbon dirençlerin uygulamada, 0,125 Watt'tan 5 Watt'a, bir kaç ohm'dan 1 mega ohm'a kadar olan modelleri yaygındır.

### **b- Film (yüzey sıvımalı, ince tabakalı, thin-film resistor) dirençler**

Seramik bir çubuğun üzerinin elektrik akımına karşı direnç gösteren madde ile kaplanmasıyla elde edilen dirençlerdir.

Şekil 1.12'de verilen şekillerde film dirençlerin yapısı gösterilmiştir.



Şekil 1.12: Film (ince tabakalı) dirençlerin yapısı

**Uygulamada beş çeşit film direnç kullanılmaktadır: I- Karbon film dirençler. II- Metal oksit film dirençler. III- Metal cam karışımı film dirençler. IV- Cermet (ceramic-metal) film dirençler. V- Metal film dirençler.**

Film tip dirençlerin hata oranları  $\pm$  % 0,1-2 gibi çok küçük değerlere kadar indirilebilmektedir. Ayrıca bu tip dirençlerin yük altındaki kararlılıkları da çok iyidir. O nedenle hassas yapılabilecek elektronik aygıtlarda yaygın olarak kullanılırlar.

Film tip dirençlerde yüzeye sürülen direnç tabakası çok ince olduğundan eleman küçük bir akım artışında bozulabilir. *Bozulan elemanın gövde yüzeyinde hiç bir değişiklik olmadığından arıza olup-olmadığı göz muayenesiyle anlaşılabilir.* O nedenle uygulamada, bu tip dirençlerin arızası, eleman devreden sökülüp avometreyle ölçüm yapılarak belirlenir.

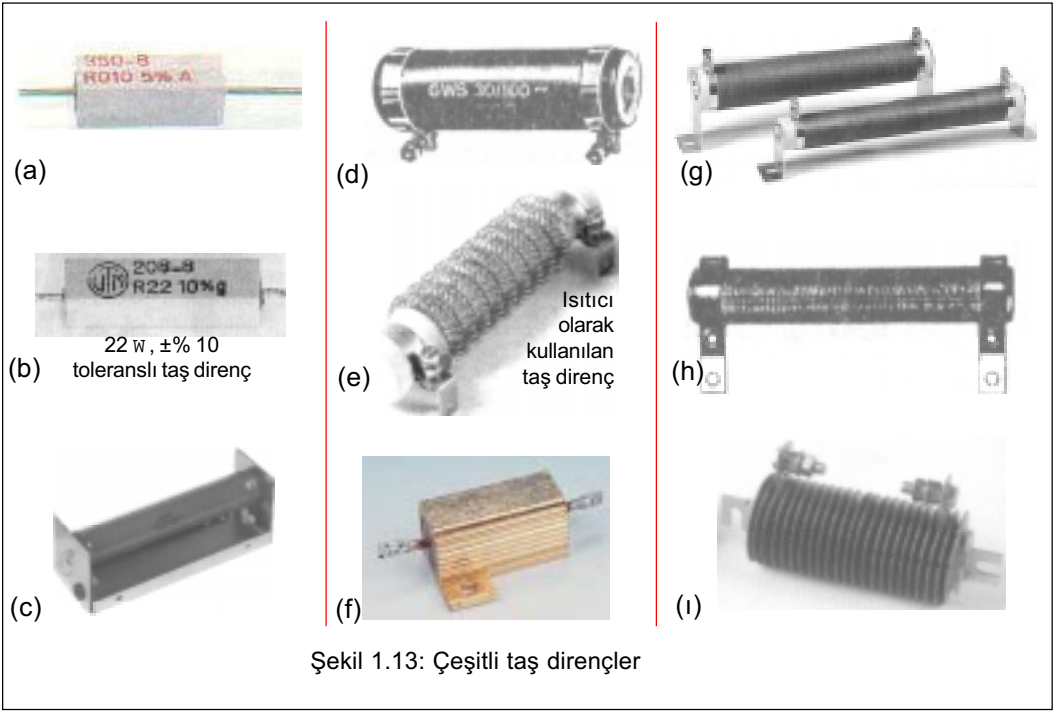
### **c- Tel sarımlı (taş) dirençler**

Krom-nikel, nikel-gümüş, konstantan, tungsten, manganin gibi maddelerden üretilmiş tellerin ısıya dayanıklı olan "porselen, bakalit, amyant" benzeri ısıya dayanıklı maddeler üzerine sarılmasıyla yapılan dirençlerdir. *Şekil 1.13'te çeşitli taş direnç örneklerine yer verilmiştir.*

Yüksek dirençli metaller kullanılarak üretilen taş dirençlerin üzerinden yüksek akım geçirilebilir. Yani, bu dirençler yüksek güçlü elemanlardır. Taş dirençlerin büyük güçlü olması bu elemanların etrafa yaydığı ısının artmasına yol açar. İşte bu nedenle, sıcağın etkilenen elektrolitik kondansatör, diyot, transistör, entegre gibi elemanlar taş dirençlerin yakınına monte edilmez.

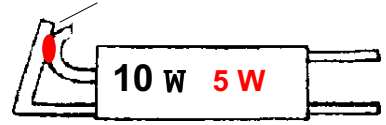
Tel dirençlerin hata (tolerans) oranları  $\pm$  % 0,1 dolayında olup çok küçüktür. Bu elemanların değerleri zamanla değişmez.

Uygulamada kullanılan bazı tel dirençlerde aşırı akım geçişi durumunda diğer devrelerin zarar görmesini engellemek amacıyla yapılmış termik düzenekler vardır. Şekil 1.14'de görüldüğü gibi direncin gövdesi üzerindeki "basit yapılmış termikte", aşırı akım geçmesi



durumunda oluşan yüksek sıcaklık bağlantıyı sağlayan lehimini eritir, direnç gövdesindeki iki uç birbirinden ayrılır ve akım geçişi durur. Sigortanın atması (lehimin erimesi) dirençten aşırı akım geçişi olduğunu gösterir. Onarım yapılırken ayrılan kısmı "tel" kullanarak birbirine bağlamak çok sakıncalıdır. Bu yapıldığı zaman koruma düzeneği bir daha görev yapamayarak devrenin başka kısımlarının bozulmasına yol açar.

*Direnç ısınınca lehimli bağlantı erir ve kontaklar birbirinden ayrılır*



Şekil 1.14: Termik düzeneekli taş dirençler

## Karbon ve tel sarımlı dirençlerin teknik özellikler bakımından karşılaştırılması

### a- Karbon dirençler

- Büyük değerli direnç yapmaya uygundur.
- Küçük akımlı devrelerde kullanılır.
- Direnç değeri renk koduyla belirtilir.
- Güçleri 1/10 W-5 W arasında değişir.

### b- Tel sarımlı (taş) dirençler

- Küçük değerli dirençleri yapmaya uygundur.
- Büyük akımlı devrelerde kullanılır.
- Direnç değeri gövde üzerinde yazılıdır.
- Güçleri 2 W-225 Watt arasındadır.



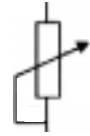
## Uygulamada yaygın olarak kullanılan dirençlerin omaj (W) değerleri

0,1 W	5,6 W	47 W	390 W	3,3 KW	27 KW	220 KW	2,2 MW
0,47 W	6,8 W	56 W	470 W	3,9 KW	33 KW	270 KW	3,3 MW
1 W	8,2 W	68 W	560 W	4,7 KW	39 KW	330 KW	3,9 MW
1,2 W	10 W	82 W	680 W	5,6 KW	47 KW	390 KW	4,7 MW
1,5 W	12 W	100 W	820 W	6,8 KW	56 KW	470 KW	5,6 MW
1,8 W	15 W	120 W	1 KW	8,2 KW	68 KW	560 KW	6,8 MW
2,2 W	18 W	150 W	1,2 KW	10 KW	82 KW	680 KW	8,2 MW
2,7 W	22 W	180 W	1,5 KW	12 KW	100 KW	820 KW	10 MW
3,3 W	27 W	220 W	1,8 KW	15 KW	120 KW	1 MW	12 W
3,9 W	33 W	270 W	2,2 KW	18 KW	150 KW	1,2 MW	15 W
4,7 W	39 W	330 W	2,7 KW	22 KW	180 KW	1,8 MW	22 MW

### Ayarlı direnç çeşitleri

#### a- Potansiyometreler (pot)

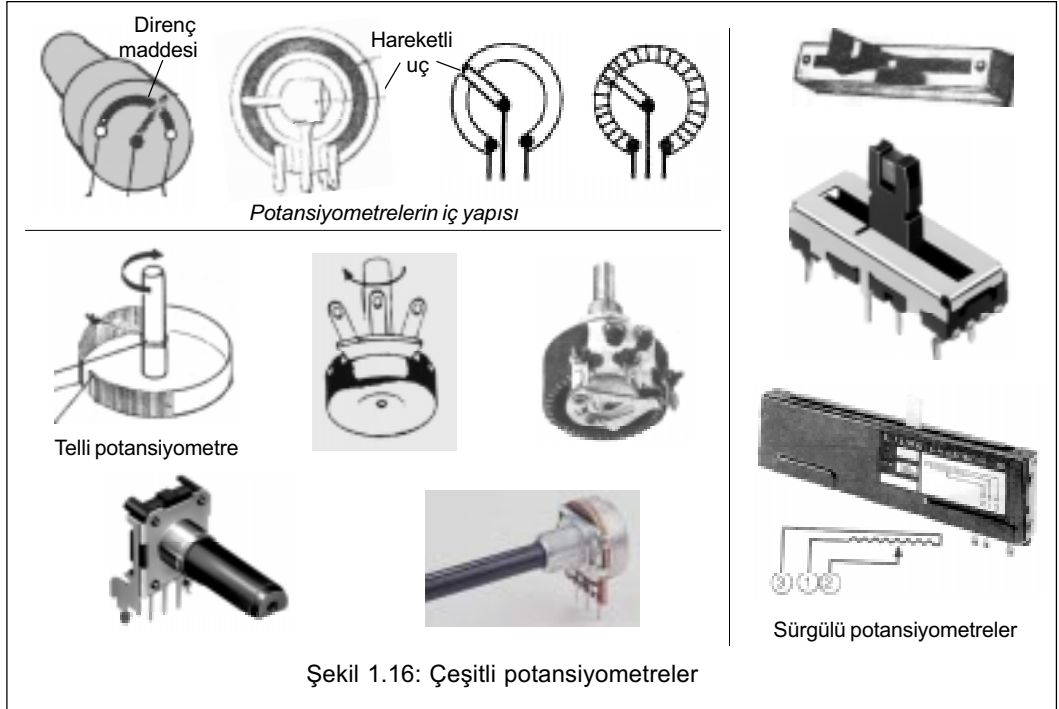
Direnç değerleri, dairesel olarak dönen bir mil ya da sürgü kolu aracılığıyla değiştirilebilen elemanlardır. Bu elemanlar kullanım yerine göre çeşitli modellerde yapılmaktadır. Şekil 1.15'de potansiyometre sembolü görülmektedir.



Şekil 1.15: Potansiyometre sembolü

#### b- Anahtarlı potansiyometreler

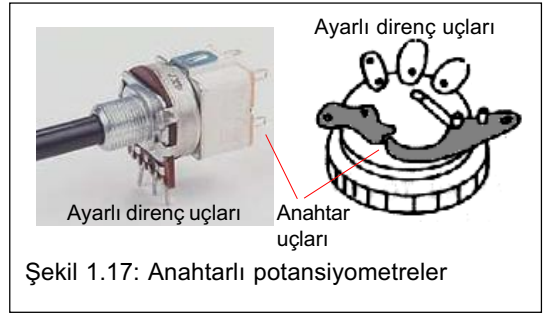
Radyo, oto radyo-teyp, dimmer vb. gibi aygıtlarda açma kapama (on-off) anahtarıyla potansiyometre bir gövdede birleştirilip daha işlevsel (fonksiyonel) bir eleman elde edilmektedir. Bunların açma kapama kontakları tek ya da çifttir. Çift kontaklı



Şekil 1.16: Çeşitli potansiyometreler

olanlar aynı anda iki ayrı devreyi kumanda edebilir. Anahtarlı tip potların on-off kontak uçları ohmmetreyle ölçerek ya da gövdeye bakılarak anlaşılabilir.

Şekil 1.17'de anahtarlı potansiyometre örnekleri görülmektedir.



### c- Stereo (steryo) potansiyometreler (tandem potansiyometre)

İki potansiyometrenin bir gövde içinde birleştirilmesiyle yapılmış olup, stereo (steryo, iki yollu, iki çıkışlı) ses devrelerinde kullanılan elemanlardır. Şekil 1.18'de stereo potansiyometre örnekleri görülmektedir.

### d- Oto radyo-teyp potansiyometreleri

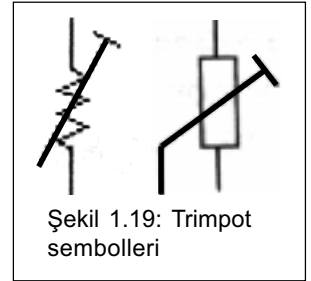
Araçlardaki radyo-teyplerde kullanılan potlar "çoklu" yapıdadır. Yani bir mil üzerine bir kaç adet (2-6) pot ve on-off anahtarı monte edilerek üretilmişlerdir. Bu potlar, "ses, balans, fader (ön-arka)" fonksiyonlarını yerine getirirler. Balans (sağ-sol) ve ses kontrolü yapan potlar anfi girişine bağlıdır. Fader (ön-arka) ayarı yapan potlar ise çıkış katına bağlıdır.

### e- Trimpotlar (trim, trimer direnç)

Direnç değerinin ara sıra değişmesinin gerektiği devrelerde kullanılan elemandır. Yapı olarak potansiyometrelere benzerler.

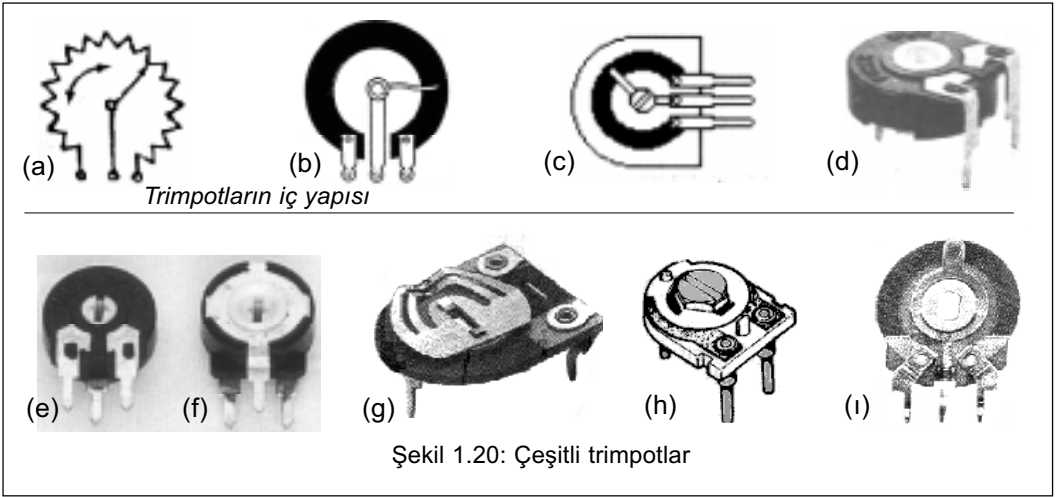
Direnç değerleri düz ya da yıldız uçlu tornavidayla değiştirilebilir. Trimpotlar radyo, teyp, tv, video, kamera vb. gibi aygıtların iç devrelerinde çok karşımıza çıkar.

Bunun yanında, bir devreye standart direnç değerlerinin dışında kalan direnç gerektiğinde trimpotlar kullanılabilir. Şekil 1.20'de çeşitli trimpotlar görülmektedir.



### f- Vidalı tip (çok turlu) ayarlı potansiyometreler

Sonsuz dişli özellikli vida üzerinde hareket eden bir tırnak, kalın film yöntemiyle oluşturulmuş direncin üzerinde konum değiştirerek direnç ayarının yapılmasını sağlamaktadır. Hareketli olan tırnak potansiyometrenin orta ucudur. Bu tip ayarlı dirençlerle çok hassas direnç ayarı yapmak mümkün olmaktadır. Şekil 1.21'de vidalı tip ayarlı dirençler görülmektedir.



### Ayarlı dirençlerin "direnç değişim" karakteristikleri

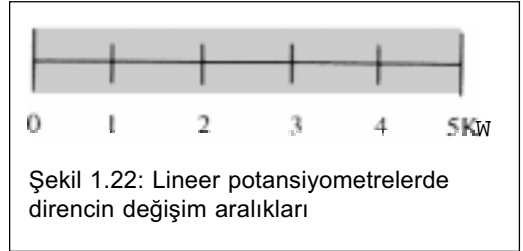
Ayarlı dirençler, kullanılacakları devreye göre üç ayrı özellikte üretilirler.

#### a- Direnç değerleri lineer (doğrusal) olarak değişen ayarlı dirençler

Direnç değerleri sıfırdan itibaren doğrusal (*eşit adım-eşit direnç*) olarak artar. Gövdelerinde "LIN" sözcüğü bulunur. LIN yazılı dirençlerde değişim düzgün olmaktadır.

Lineer potansiyometrelerde direncin değişim şeklini anlayabilmek için şekil 1.22 ve 1.23'e bakınız.

Lineer potansiyometreler, güç kaynağı, zamanlayıcı vb. devrelerinde kullanılırlar.



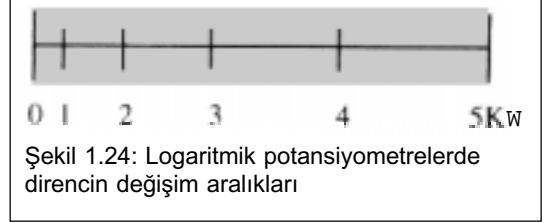
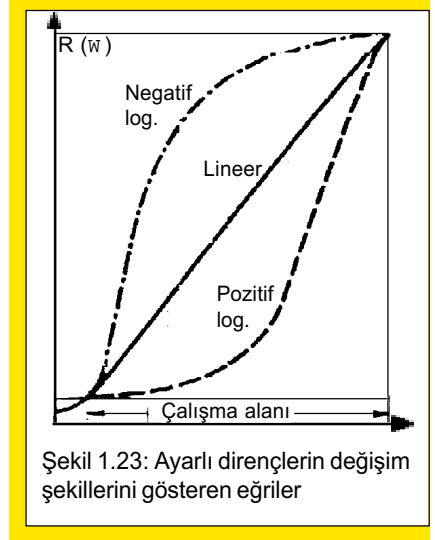
**Örnek:** Pot gövdesinde bulunan 220 K LIN yazısının anlamı nedir?

**Çözüm:** 220 KW lineer tip potansiyometre.

## b- Direnç değerleri yükselen eksponansiyel (logaritmik, poz.log) olarak değişen ayarlı dirençler

Direnç değerleri sıfırdan itibaren logaritmik (eğrisel) olarak artar. Ayar milinin ileri hareketiyle direncin değişiminin logaritmik olabilmesi için karbon maddesinin yoğunluğu da logaritmik olarak değişecek şekilde ayarlanmıştır. İnsan kulağı "logaritmik yapıda" olduğundan sesle ilgili elektronik devrelerde (radyo, tv, anfi vb.) bu tip dirençler kullanılır. Gövdelerinde "LOG" ya da "POZ. LOG" sözcüğü bulunur. Bu tiplerde direnç değişimi 1'den 10'a kadar olan sayıların logaritmalarına benzer.

Volüm (ses) kontrolünde lineer bir pot kullanılırsa, ses yavaş-yavaş açılırken, önceleri hiç artmıyormuş gibi olur. Potun son bölümünde ise ses birden artar. Bunun nedeni insan kulağının logaritmik bir organ olmasıdır. Aslında ses lineer bir potta eşit olarak artmaktadır. Fakat insan kulağı zayıf seslere karşı hassas, kuvvetli seslere karşı giderek daha az duyduğundan algılama hatası olmaktadır. Logaritmik bir potta ise elemanın yavaş yavaş açılışı sırasında sesin yavaş-yavaş arttığını hissederiz. Gerçekte ise baş kısımlarda artma yavaş, sona doğru hızlı olmaktadır.



## c- Direnç değerleri düşen eksponansiyel (logaritmik, neg.log) olarak değişen ayarlı dirençler

Direnç değerleri sıfırdan maksimum (en yüksek) değere doğru logaritmik (eğrisel) olarak artar. Poz. log. özellikli dirençlere çok benzerler. Sadece direncin değişim şekli sıfırdan itibaren biraz daha hızlıdır. Gövdelerinde "LOG" ya da "NEG. LOG" sözcüğü yer alır.

Logaritmik potansiyometrelerde direncin değişim şeklini anlayabilmek için şekil 1.23 ve 1.24'e bakınız.

**Örnek:** Pot gövdesinde bulunan 10 K LOG yazısının anlamı nedir?

**Çözüm:** 10 KW logaritmik tip potansiyometre.

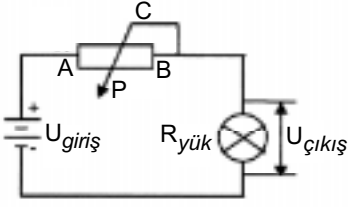
### Ayarlı dirençlerin kullanım alanları

#### a- Akım ayarlayıcı (sınırlayıcı) olarak kullanma

Ayarlı dirençler kullanılarak herhangi bir devreden geçen akımın değeri ayarlanabilmektedir. Şekil 1.25'de görülen bağlantı yapılıp, potun orta ucu hareket ettirilirse alıcıdan geçen akımın değerinin değiştiği görülür.

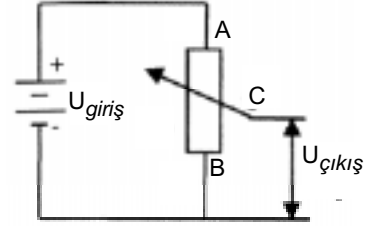
#### b- Gerilim ayarlayıcı olarak kullanma

Ayarlı dirençler kullanılarak herhangi bir devreye uygulanan gerilimin değeri



Şekil 1.25: Ayarlı dirençlerin akım ayarlayıcı olarak kullanılması

A, B: Sabit uçlar  
C: Gezici uç



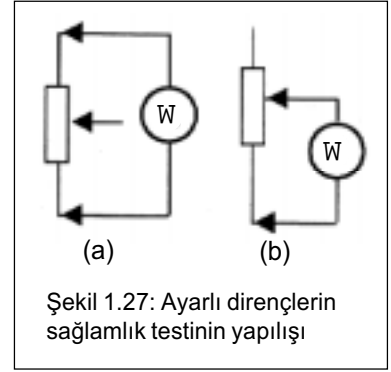
Şekil 1.26: Ayarlı dirençlerin gerilim ayarlayıcı olarak kullanılması

ayarlanabilmektedir. Şekil 1.26'da görülen bağlantı yapıldıktan sonra, ayarlı direncin orta ucu hareket ettirilirse, alıcıya uygulanan gerilimin değerinin değiştiği görülür.

### Ayarlı dirençlerin sağlamlık testi

Ohmmetrenin propları şekil 1.27-a'da görüldüğü gibi ilk önce ayarlı direncin kenar uçlarına dokundurularak eleman üzerinde yazılı direnç değerinin doğru olup-olmadığına bakılır.

Daha sonra, şekil 1.27-b'de görüldüğü gibi proplarından birisi ayarlı direncin hareketli ucuna, diğeri de sırayla kenarlarda bulunan sabit uçlara değiştirilir. Orta ve kenar uçlara proplar değiştirilirken ayarlı direncin mili çevrildiğinde (ya da sürgüsü hareket ettirildiğinde) direnç değerinde değişim görülürse eleman sağlamdır.



Şekil 1.27: Ayarlı dirençlerin sağlamlık testinin yapılışı

### Kademeli dirençler

Bir gövde içine yerleştirilmiş dirençten çok uç çıkarılarak yapılan dirençlerdir. Uygulamada iki tip kademeli direnç kullanılmaktadır.

Şekil 1.28'de kademeli direnç sembolleri, şekil 1.29'da sekiz uçlu kademeli direnç örneği, şekil 1.30'da ise uygulamada kullanılan kademeli direnç örneklerine yer verilmiştir.

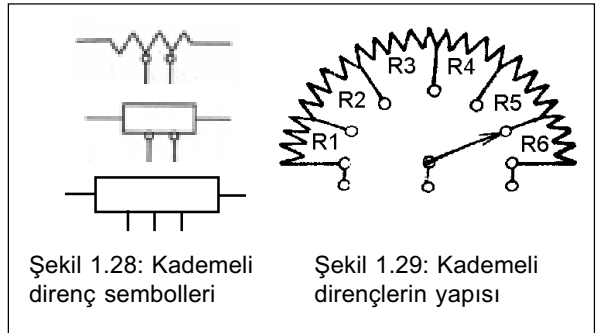
### Kademeli direnç çeşitleri

#### a- Çok ayaklı kademeli dirençler

Bir gövde içine yerleştirilmiş birkaç adet dirençten oluşurlar. Çok ayaklı olup, bir kaç farklı değerde direnç elde etmeye yararlar. Bu tip dirençler çeşitli elektronik devrelerde gerilim bölücü olarak, fırınüstü aspiratörlerde kullanılan motorların devir ayarını yapmada vb. kullanılır.

#### b- Direnç kutuları

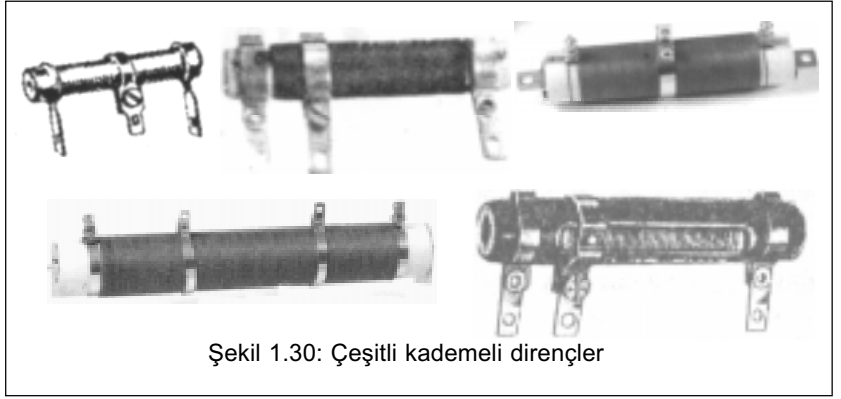
Kalibrasyon (ayar) işlerinde ve deney yapmada kullanılan elemanlardır. Bir kutu



Şekil 1.28: Kademeli direnç sembolleri

Şekil 1.29: Kademeli dirençlerin yapısı

içine yerleştirilmiş olan dirençlerin değeri ayar düğmeleriyle değiştirilerek istenilen değerde direnç elde edilebilmektedir. Örneğin 10'lu direnç kutularında herbiri 1-10 arasında adımlandırılmış 5 kademe komütatörü vardır.



Şekil 1.30: Çeşitli kademeli dirençler

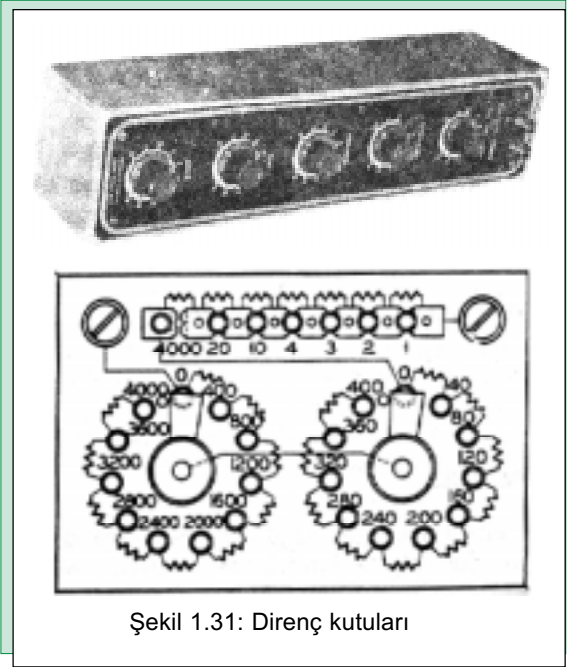
Komütatörlerin adımları, eşit değerlikli dirençleri, sıralı olarak devreye alır ya da çıkarır. Komütatörün kontrol ettiği 10'lu direnç grupları da birbirine seri bağlıdır.

Direnç kutusu üzerinde bulunan komütatörlerin her biri "bir direnç değerini" ifade eder. Şöyleki: Birinci komütatörde dirençler birer-birer artar. Yani 6 W elde etmek için komütatör 6. konuma getirilir. İkinci komütatörde ise kademeler 10'ar 10'ar yükselir. 30 W elde etmek için bu komütatörü 3. kademeye getirmek gerekir.

Bu sisteme göre 33257 W'luk direnç elde etmek için komütatörler şu kademelere getirilir:

5. Komütatör: 3x10.000
4. Komütatör: 3x1000
3. Komütatör: 2x100
2. Komütatör: 5x10
1. Komütatör: 7x1

Şekil 1.31'de kademeli direnç örnekleri görülmektedir.



Şekil 1.31: Direnç kutuları

### Entegre tipi dirençler

Çok karmaşık devrelerde bir çok direnç bir gövde içinde toplanarak montaj kolaylığı sağlayan direnç modülleri kullanılır. Bu tip dirençlerin bağlantısını doğru yapabilmek için üretici firmaların kataloglarına bakmak gerekir.

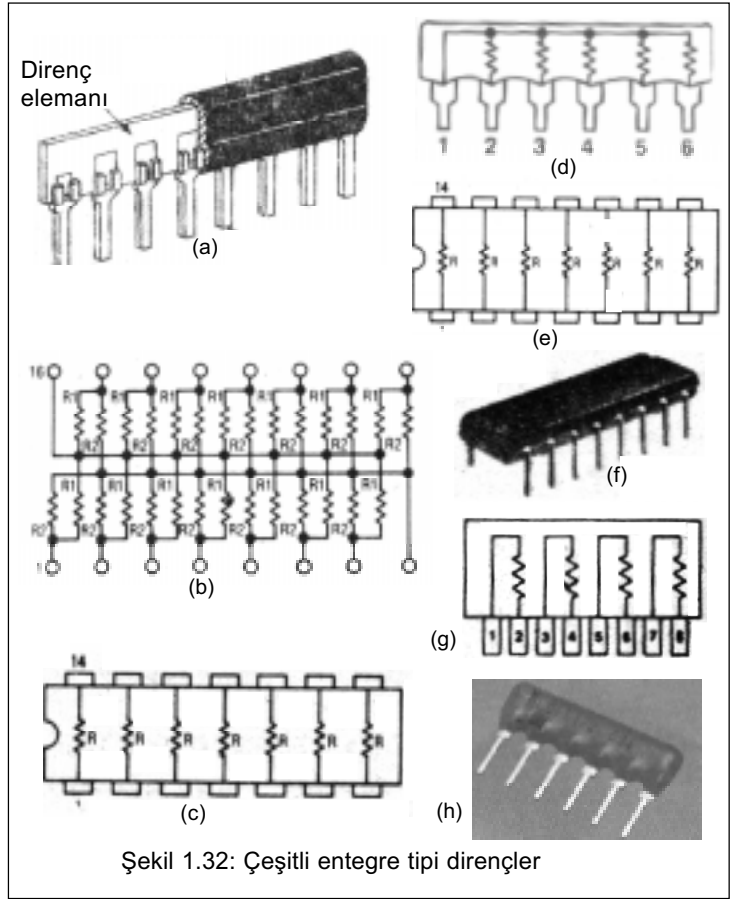
Şekil 1.32'de entegre tipi direnç örneklerine yer verilmiştir.

**SMD tip (chip, surface mounted device, yüzeye monte edilmiş eleman) dirençler**

SMT (surface mount technology, yüzey montaj teknolojisi) yöntemiyle üretilmiş küçük boyutlu elemanlardır.

Bu elemanların güç ( $1/8 W$ ) ve akım değerleri çok küçük olduğundan düşük akım çeken devrelerde (osilatör, tuner, kumanda devreleri) kullanılmaya uygundur.

SMD tip dirençler yüksek teknolojiyle üretilmiş cihazlarda (bilgisayar, tv, video, kamera, CD çalar vb.) kullanılırlar. Bu tip dirençleri söküp takmak için hassas çalışmak ve ince uçlu kaliteli havyalar kullanmak gerekir. Şekil 1.33'de SMD direnç örnekleri verilmiştir.



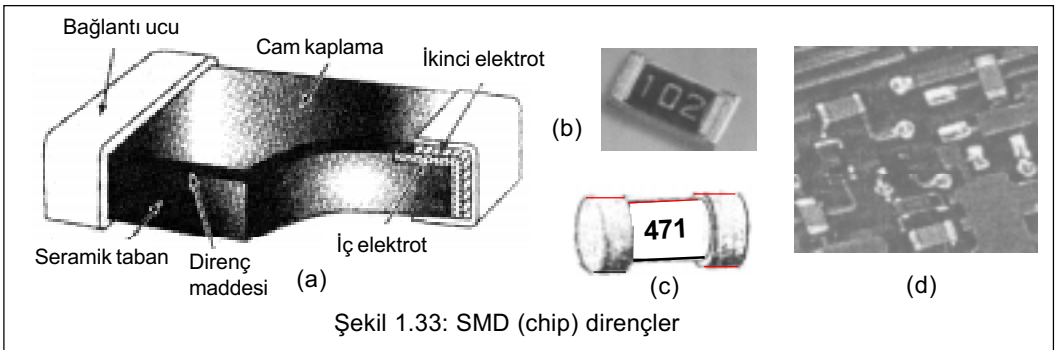
Şekil 1.32: Çeşitli entegre tipi dirençler

**SMD tipi dirençlerinin değerinin belirtilişi:** Bu elemanların direnç değeri rakamlarla belirtilir. Gövde üzerinde en sağdaki rakam "çarpandır". Şekil 1.33-c'ye bakınız.

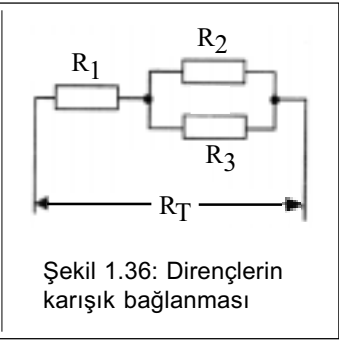
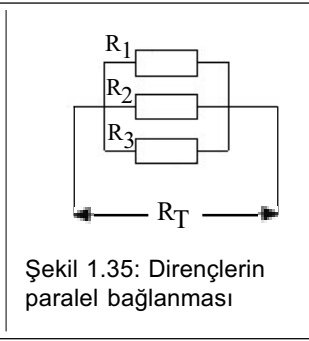
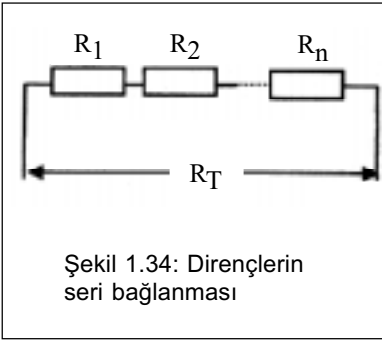
**Örnekler:** 180 = 18 W

332 = 3300 W

471 = 470 W



Şekil 1.33: SMD (chip) dirençler



## Dirençlerin bağlantı şekilleri

Elektronik devrelerde kullanılan dirençler, seri, paralel ya da karışık olarak bağlanarak çeşitli değerlerde dirençler elde edilebilir.

### a- Dirençlerin seri (ard arda) bağlanması

Dirençler seri bağlandığında **toplam direnç** artar. İstenilen değerde direnç yoksa seri bağlantı yapılır. Örneğin, iki adet 220 W'luk direnç seri bağlanarak 440 W'luk direnç elde edilir. Şekil 1.34'de dirençlerin seri bağlantısı verilmiştir. Bu tip bağlantıda toplam direncin bulunmasında kullanılan denklem:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \text{ [W]} \quad \text{şeklindedir.}$$

**Örnek:** Değerleri  $R_1 = 12 \text{ W}$  ve  $R_2 = 10 \text{ W}$  olan iki direnç birbirine seri olarak bağlanmıştır. Devrenin toplam direnç (*eşdeğer direnç*) değerini bulunuz.

**Çözüm:**  $R_T = R_1 + R_2 = 12 + 10 = 22 \text{ W}$ .

### b- Dirençlerin paralel bağlanması

Paralel bağlantıda toplam direnç azalır. Ancak, daha yüksek akım geçirebilen güçlü bir direnç elde edilir. Örneğin, 1500 W'luk ve 1/4 Watt'lık iki direnç paralel bağlanacak olursa, 750 W ve 1/2 W'lık direnç elde edilir. Şekil 1.35'de dirençlerin paralel bağlantısı verilmiştir.

Paralel bağlamada toplam direncin bulunmasında kullanılan denklem:

$$\frac{1}{R_T} = \left(\frac{1}{R_1}\right) + \left(\frac{1}{R_2}\right) + \left(\frac{1}{R_3}\right) + \dots + \left(\frac{1}{R_n}\right) \text{ [W]} \quad \text{şeklindedir.}$$

**Örnek:** Değerleri  $R_1 = 6 \text{ W}$  ve  $R_2 = 4 \text{ W}$  olan iki direnç birbirine paralel olarak bağlanmıştır. Devrenin toplam direnç değerini bulunuz.

**Çözüm:**  $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{4} = 2,4 \text{ W}$ .

### c- Dirençlerin karışık (seri-paralel) bağlanması

Karışık bağlantıda dirençler seri ve paralel durum arz ederler. Şekil 1.36'da dirençlerin karışık bağlantısına örnek devre verilmiştir.

Karışık bağlı direnç devrelerinde toplam (*eşdeğer*) direnç bulunurken, devrenin paralel ve seri kısımları ayrı-ayrı hesaplanarak sadeleştirme yapılır. Sadeleştirme yapıldıkça devre "seri" hale gelir.

**Örnek:** Değerleri  $R_1 = 2 \text{ W}$ ,  $R_2 = 5 \text{ W}$ ,  $R_3 = 5 \text{ W}$  olan üç direnç karışık olarak bağlanmıştır. (Şekil 1.37). Devrenin toplam direncini (*eşdeğer direnç*) bulunuz.

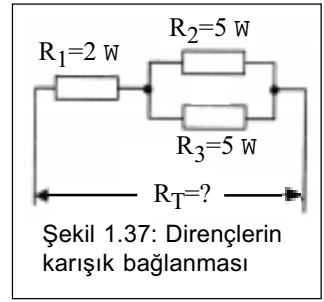


**Çözüm:**  $1/R_{T1} = 1/R_2 + 1/R_3 = 1/5 + 1/5 = 2/5$

$$R_{T1} = 5/2 = 2,5 \text{ W}.$$

$$R_T = R_1 + R_{T1} = 2 + 2,5 = 4,5 \text{ W}.$$

**Seri, paralel ve karışık bağlı dirençli devrelerde yapılan hesaplamalarda kullanılan denklemlerin incelenmesi**



Şekil 1.37: Dirençlerin karışık bağlanması

Yukarıda verilen denklemlerle, dirençli devrelerin toplam değeri hesaplanabilir. Kirchoff tarafından ortaya konan denklemler kullanılarak ise, seri, paralel ve karışık bağlı devrelerin akım, gerilim değerleri belirlenebilir.

**a- Kirchoff (Kirşof)'un gerilim yasası**

Seri olarak bağlanmış dirençlerin üzerine düşen gerilimlerin değerlerinin toplamı, devreye uygulanan gerilime eşittir. Yani,

$$U_T = U_1 + U_2 + \dots + U_n \text{ [V]} \text{ 'dur.}$$

$$U = I.R \text{ olduğundan,}$$

$$U_T = I.R_1 + I.R_2 + \dots + I.R_n \text{ şeklinde de yazılabilir.}$$

**Örnek:** Şekil 1.39'da verilen birbirine seri olarak bağlanmış üç direncin üzerinde düşen gerilimler,  $U_{R1} = 32 \text{ V}$ ,  $U_{R2} = 28 \text{ V}$ ,  $U_{R3} = 40 \text{ V}$  olarak ölçülmüştür. Buna göre devreye uygulanan gerilimin toplam değeri nedir?

**Çözüm:**

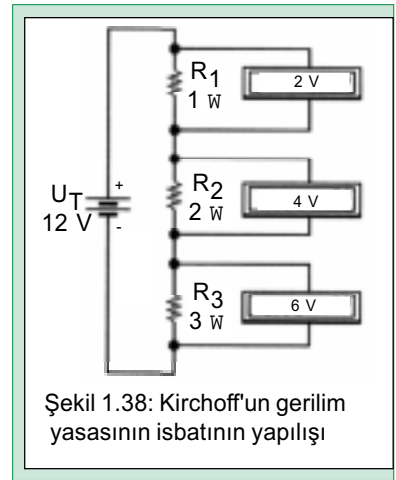
$$U_T = U_{R1} + U_{R2} + U_{R3} \\ = 32 + 28 + 40 = 100 \text{ V}.$$

**Örnek:** Şekil 1.39'da verilen devrede  $R_1 = 8 \text{ W}$ ,  $R_2 = 7 \text{ W}$ ,  $R_3 = 10 \text{ W}$  olduğuna göre,

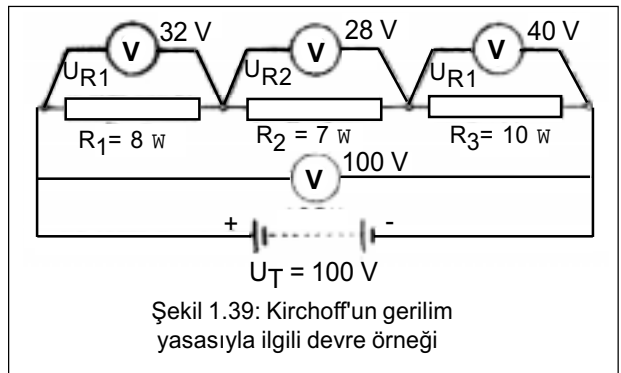
a) Devrenin toplam direncini bulunuz. b) Devreden geçen toplam akımı bulunuz.

**Çözüm:** a)  $R_T = R_1 + R_2 + R_3 \\ = 8 + 7 + 10 = 25 \text{ W}.$

b)  $I_T = U_T/R_T = 100/25 = 4 \text{ A}.$



Şekil 1.38: Kirchoff'un gerilim yasasının isbatının yapıldığı



Şekil 1.39: Kirchoff'un gerilim yasasıyla ilgili devre örneği

**b- Kirchoff'un akım yasası**

Paralel olarak bağlanmış dirençlerin üzerinden geçen akımların toplamı, devreden geçen toplam akıma eşittir.

$$\text{Yani, } I_T = I_1 + I_2 + \dots + I_n \text{ [A]} \text{ 'dir.}$$

$$I = U/R \text{ olduğundan,}$$

$I_T = U/R_1 + U/R_2 + \dots + U/R_n$  şeklinde de yazılabilir.

**Not:** Dirençler paralel bağlıyken hepsinin üzerinde de aynı değerde gerilim düşümü olur.

**Örnek:** Şekil 1.41'de verilen birbirine paralel bağlanmış iki direncin üzerinden geçen akımlar ölçülmüş ve  $I_1 = 5$  A,  $I_2 = 8$  A olarak belirlenmiştir. Buna göre devreden geçen akımın toplam değeri nedir?

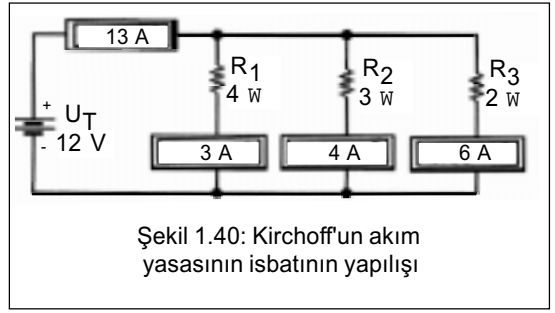
**Çözüm:**  $I_T = I_1 + I_2 = 5 + 8 = 13$  A.

**Örnek:** Şekil 1.41'de verilen devrede birbirine paralel bağlı iki direncin değerleri  $R_1 = 4$  W,  $R_2 = 6$  W, devreden geçen toplam akım 13 A olduğuna göre,

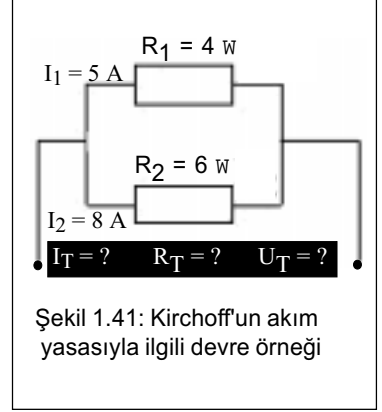
- Devrenin toplam direncini bulunuz.
- Devreye uygulanan gerilimin değerini bulunuz.

**Çözüm: a)**  $1/R_T = 1/R_1 + 1/R_2 = 1/4 + 1/6$   
 $= (6 + 4)/24 = 24/10 = 2,4$  W.

**b)**  $U_T = I_T \cdot R_T = 13 \cdot 2,4 = 31,2$  V.



Şekil 1.40: Kirchoff'un akım yasasının isbatının yapılışı



Şekil 1.41: Kirchoff'un akım yasasıyla ilgili devre örneği

## Elektrikte güç

DC (doğru akım) ile çalışan alıcılarda akım ile gerilimin çarpımı gücü vermektedir. Başka bir deyişle güç, birim zamanda yapılan iş olarak tanımlanır.

Güç denklemleri:  $P = U \cdot I = I^2 \cdot R = U^2/R$  [Watt] dır.

### a- Elektronik devrelerde kullanılan dirençlerde güç (P, power)

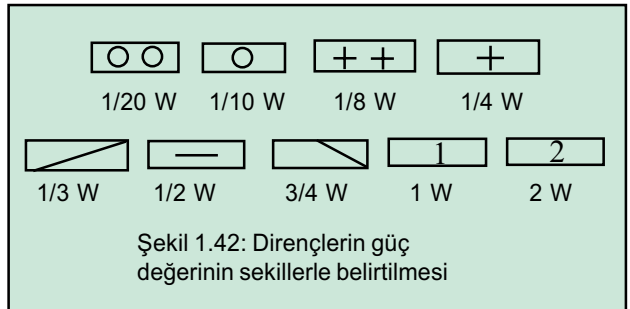
Standart omaj değerlerindeki dirençler çeşitli güçlerde üretilmektedirler.

Devrelerde kaç watt'lık direnç kullanılacağı verilen şemalarda "şekil" ya da "yazı" ile belirtilmektedir.

Şekil 1.42'de dirençlerin güç değerinin şekillerle gösterilişine ilişkin örnekler verilmiştir.

Elektronik cihazlarda çoğunlukla (tv, radyo, video, müzik seti vb.) 1/6 W ve 1/4 Watt'lık (çeyrek watt) sabit dirençler kullanılmaktadır.

**Sabit dirençlerin standart güç değerleri:** 1/20-1/10-1/8-1/6-1/4 (çeyrek Watt)-1/3-1/2 (yarım Watt) -3/4-1-2-3-4-5-6-9-10-11-17-20-50-100 Watt...



Şekil 1.42: Dirençlerin güç değerinin şekillerle belirtilmesi

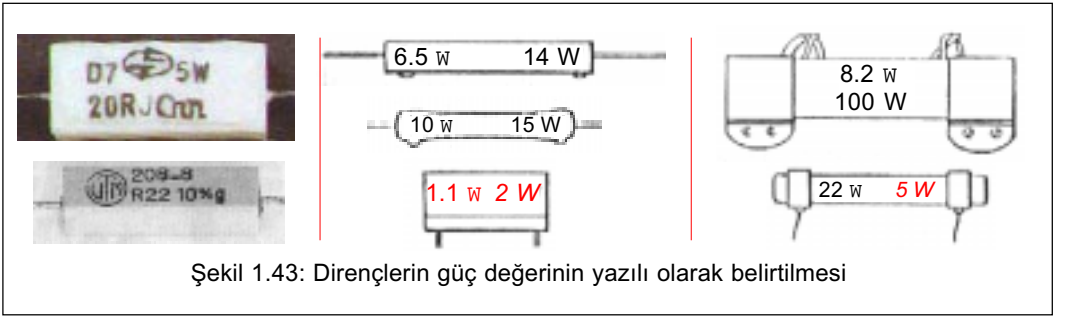
**Ayarlı dirençlerin (pot, trimpot) standart güç değerleri:** 0,1 (1/10) - 0,125 - 0,15 - 0,20 (1/5) - 0,25 - 0,3 - 4 - 20 - 40 - 60 - 100 - 225 Watt.

Küçük güçlü elektronik cihazlarda kullanılan dirençlere “watt'sız direnç” de denir. Bunlar düşük akımlı olduklarından boyutları da küçüktür.

Elektronik devrelerde rastgele direnç kullanılamaz. Direnç seçiminde omaj (W) değerinin yanında, güç değerinin uygunluğuna da dikkat edilmelidir.

Mini radyo, walkman (volkmen) gibi az akım çekerek çalışan aygıtlarda minik boyutlu, yani küçük güçlü ayarlı dirençler kullanılırken, müzik seti, dimmer, akü şarj cihazı vb. gibi aygıtlarda büyük boyutlu dirençler kullanılır. İşte bu nedenle, düşük güçlü bir ayarlı direnci yüksek akımlı bir devreye bağlayamayız. Bağlama yapıldığında eleman bozulur.

Şekil 1.43'de dirençlerin güç değerinin yazıyla gösterilişine ilişkin örnekler verilmiştir.



Şekil 1.43: Dirençlerin güç değerinin yazılı olarak belirtilmesi

### Dirençlerin omaj (W) değerinin belirtilmesi

Uygulamada kullanılan yüzlerce değişik modeldeki dirençlerin omaj değeri çeşitli biçimlerde belirtilmektedir. Bunlardan "rakam" ve "renk" bandlarıyla yapılan kodlama çok yaygındır.

Dirençlerin renk kodlaması **EIA** (Electronics Industries Association, Elektronik Endüstrisi Birliği) tarafından standartlaştırılmıştır.

### Dirençlerde omaj değerini belirtme yöntemleri

#### a- Dirençlerin değerinin "yazılı" olarak belirtilmesi

Dirençlerin omaj değeri bazı modellerin üzerinde rakam olarak yazılıdır. Bu yöntemde,

-1000 w'dan küçük değerli dirençlerde "R" harfi, ondalıklı sayılardaki virgül gibi kullanılır.

-1 kW'dan 999 kW'a kadar olan dirençlerde "K" harfi kullanılır.

-1 Mw'dan 999 Mw'a kadar olan dirençlerde "M" harfi kullanılır.

**Yani, R: Ohm, K: Kilo ohm, M: Mega ohm anlamına gelir.**

## Örnekler

R10 = 0,10 w .

R33 = 0,33 w .

R47 = 0,47 w

1R33 = 1,33 w .

100R = 100 w

K91 = 0,91 Kw .

1K = 1 Kw

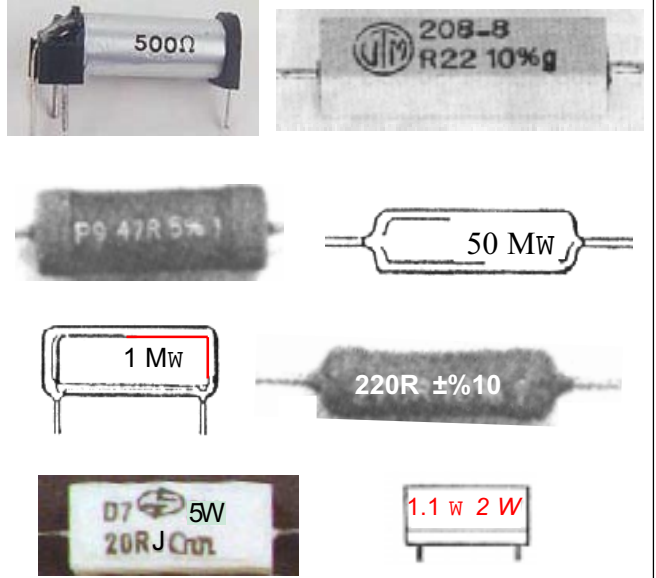
1K0 = 1 Kw

2K7 = 2,7 Kw .

10 K = 10 Kw .

47 K = 47 Kw .

10M = 10 Mw .



Şekil 1.44: Dirençlerin omaj (w) değerinin yazıyla belirtilmesi

## Değeri rakam ve harflerle belirtilen dirençlerin tolerans değerleri ise şu harflerle belirtilir

B: ± % 0,1

C: ± % 0,25

D: ± % 0,5

F: ± % 1

G: ± % 2

J: ± % 5

K: ± % 10

M: ± % 20

N: ± % 30.

## Tolerans değerli rakamsal kodlama örnekleri

R33M : 0,33 w ± % 20.

R47J : 0,47 w ± % 5.

6K8F : 6,8 w ± % 1.

10R5D : 10,5 w ± % 0,5.

330F : 330 w ± % 1.

2200J : 2200 w ± % 5.

2K6J : 2,6 Kw ± % 5.

6R8M : 6,8 w ± % 20.

57KK : 57 Kw ± % 10.

## b- Dirençlerin değerinin "renk bantlarıyla" belirtilmesi

Karbon ve metal filmden yapılmış dirençlerin çoğunda renk halkalarıyla yapılmış kodlama kullanılır. Bu yöntemde direnç devreye nasıl takılırsa takılsın kodlama renk halkalarıyla yapıldığından değer kolayca belirlenebilir.

Kodlamada **3, 4, 5 ve 6 renk halkası** kullanılır.

Hassas dirençlerde kararlılık faktörünün belirtilmesi renk bantlarıyla yapıldığından bunlarda 6. renk bandı da bulunur. Bu bölümde, "az karşılaşıldığı için" 6 renk halkalı kodlama üzerinde durulmayacaktır.

## DİRENÇLERDE RENK KODLAMASI TABLOSU

Renk	Sayı	Tolerans	Çarpan
Siyah	0	-	- (10 <sup>0</sup> )
Kahve	1	±% 1	0 (10 <sup>1</sup> )
Kırmızı	2	±% 2	00 (10 <sup>2</sup> )
Turuncu	3	-	000 (10 <sup>3</sup> )
Sarı	4	-	0000 (10 <sup>4</sup> )
Yeşil	5	±% 0.5	00000 (10 <sup>5</sup> )
Mavi	6	±% 0.25	000000 (10 <sup>6</sup> )
Mor	7	±% 0.1	0000000 (10 <sup>7</sup> )
Gri	8	±% 0.05	00000000 (10 <sup>8</sup> )
Beyaz	9	-	000000000 (10 <sup>9</sup> )
Altın	-	±% 5	0,1 (10 <sup>-1</sup> )
Gümüş	-	±% 10	0,01 (10 <sup>-2</sup> )
Renksiz	-	±% 20	-

Renk kodlarını kolayca

öğrenebilmek için kullanılan şifre

**"SoKaKtA SaYaMaM GiBi"**

dir. Burada büyük harflerin herbiri bir

renge ifade etmektedir. **Şöyleki, S:**

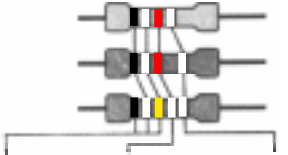
Siyah. K: Kahverengi. K: Kırmızı. T:

Turuncu. S: Sarı. Y: Yeşil. M: Mavi. M:

Mor. G: Gri. B: Beyaz.

### Dirençlerde kullanılan renk bandlarının İngilizce karşılıkları

**0: Black 1: Brown 2: Red 3: Orange 4: Yellow 5: Green 6: Blue 7: Violet 8: Gray 9: White Silver: Gümüş Gold: Altın**



Rakamlar Çarpan Tolerans  
Şekil 1.45: Dirençlerin renk bandlarıyla kodlanmasında renklerin sayısal karşılıkları



1 2 3  
Şekil 1.46: Üç renk halkalı kodlama

## Dirençlerde renk kodlaması çeşitleri

### 1- Üç renk halkalı (bandlı) kodlama

Eski tip sabit dirençlerde kullanılan kodlamadır. Uygulamada nadiren karşılaşılr.

#### **Renk bandlarının anlamları**

**1. Band: Sayı. 2. Band: Sayı. 3. Band: Çarpan** (eklenecek sıfır sayısıdır).

Direnç üzerinde dördüncü renk bandı olmadığından (*renksiz*), tolerans ± % 20 olarak kabul edilir.

**Not:** Renk bandları direncin gövdesinin hangi kenarına yakınsa, o taraf birinci banddır.

**Örnek 1:** Yeşil, mavi, siyah, renksiz : 56 W ± % 20.

Dirençin toleranssız (hatasız) değeri : 56 W.

Dirençin hata payı : 56.0.20 = 11,2

+ Toleranslı direnç değeri : 56+11,2 = 67,2 W.

- Toleranslı direnç değeri : 56-11,2 = 44,8 W.

Örnek olarak verilen 56 W'luk direncin gerçek değeri toleransı ile birlikte düşünüldüğünde 44,8-67,2 W arasında bir değer olabilir.

**Örnek 2:** Gri, kırmızı, kahverengi, renksiz : 820 W  $\pm$  % 20.

**Örnek 3:** Kahve, siyah, kırmızı, renksiz : 1000 W  $\pm$  % 20.

**Örnek 4:** Kırmızı, mor, turuncu, renksiz : 27 000 W : 27 KW  $\pm$  % 20.

**Örnek 5:** Kahve, yeşil, sarı, renksiz : 150 000 W : 150 KW  $\pm$  % 20.

**Örnek 6:** Kırmızı, mor, sarı renksiz : 270 000 W : 270 KW  $\pm$  % 20.

## 2- Dört renk halkalı (bandlı) kodlama

### *Renk bandlarının anlamları*

1. Band: Sayı. 2. Band: Sayı.  
3. Band: Çarpan. 4. Band: Tolerans.

**Örnek 1:** Kahverengi, yeşil, altın, gümüş:  
1,5 W  $\pm$  % 10.

**Örnek 2:** Kahverengi, gri, altın, altın:  
1,8  $\pm$  % 5.

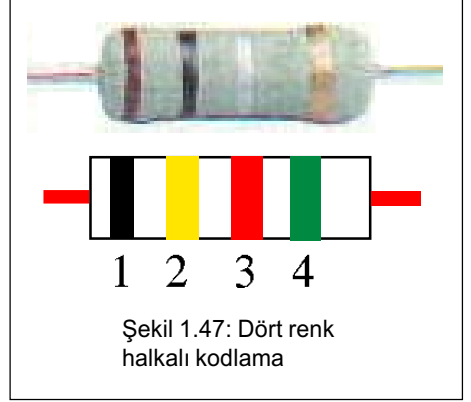
**Örnek 3:** Kahve, siyah, siyah, altın:  
10 W  $\pm$  % 5.

**Örnek 4:** Gri, kırmızı, siyah, gümüş : 82 W  $\pm$  % 10.

**Örnek 5:** Beyaz, kahverengi, siyah, gümüş : 91 W  $\pm$  % 10.

**Örnek 6:** Kırmızı, mor, kahverengi, altın : 270 W  $\pm$  % 5.

**Örnek 7:** Yeşil, mavi, kahve, altın : 560 W  $\pm$  % 5.



## 3- Beş renk halkalı (bandlı) kodlama

### *Renk bandlarının anlamları*

1. Band: Sayı. 2. Band: Sayı. 3. Band: Sayı.  
4. Band: Çarpan. 5. Band: Tolerans.

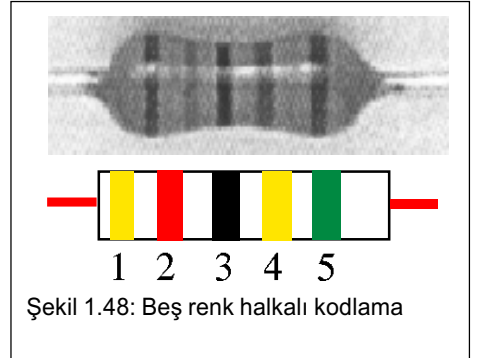
**Örnek 1:** Kahverengi, kırmızı, yeşil, gümüş, kahverengi: 1,25 W  $\pm$  % 1.

**Örnek 2:** Kırmızı, yeşil, turuncu, gümüş, kahverengi: 2,53 W  $\pm$  % 1.

**Örnek 3:** Kırmızı, mor, yeşil, altın, gümüş

**Örnek 4:** Sarı, mor, yeşil, altın, altın

**Örnek 5:** Kırmızı, sarı, beyaz, siyah, altın



: 27,5 W  $\pm$  % 10.

: 47,5 W  $\pm$  % 5.

: 249 W  $\pm$  % 5.

## Dirençlerde tolerans (hata oranı)

İstenilen değerde direnç yapılması oldukça güçtür. O nedenle pratikte kullanılan dirençler, üzerlerinde belirtilen değerden biraz farklıdır. Yani 100 W olarak bilinen bir direncin değeri tam olarak 100 W olamamaktadır. İşte bu durum üretici firmalar tarafından direncin üzerinde belirtilir.

**Tolerans kavramı, direncin üretim hatasının yüzdesel olarak ifade edilmesi olarak tanımlanabilir.** Dirençlerde hata oranı % 0,05-20 arasında değişmektedir. Pratikte yaygın olarak kullanılan direnç çeşitleri ise % 5-10 toleranslıdır.

Değeri belli olan herhangi bir direncin gerçekte kaç ohm olduğu hassas bir ohmmetreyle (*analog ya da dijital tip*) ölçülecek olursa tolerans değeri tam olarak bulunabilir. Örneğin bir direncin üzerinde "**kırmızı, mor, kırmızı, gümüş**" renkleri bulunsun. Buna göre direncin değeri 2700 W, toleransı ise  $\pm$  % 10'dur. Yapılan ölçümde direncin değeri 2160 W olarak bulunursa direncin değerinin % 20 oranında değişiklik göstermiş olduğu anlaşılır. Yani, % 10 dolayında olması gereken tolerans % 20'ler düzeyine yükselmiştir.

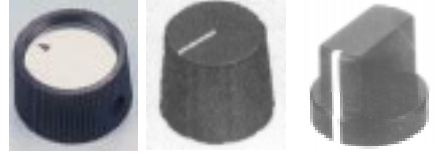
Bir direncin tolerans değerinin yüksek olması (*ya da yükselmesi*) istenmeyen bir durumdur. Düşük toleranslı dirençlerle yapılan devrelerin kararlılığı iyi olacağından, bu tip eleman kullanılarak yapılan cihazların ömürleri de uzun olmaktadır. O nedenle tolerans değeri yüksek olan kalitesiz dirençlerle hassas devre üretmekten kaçınılmalıdır.

### **Ayarlı dirençlerin bakımı**

"Nem, toz, aşırı akım ve aşınma" zamanla ayarlı direncin özelliklerinin bozulmasına yol açar ve devre arızalanır. Bu durumdaki ayarlı dirençler, kontak temizleme spreyi ya da başka bir maddeyle (*alkol, ispirto vb.*) temizlenir. Hareketli ayaklar kıvrılarak dirençli kısma iyice temas etmesi sağlanır. Düzellemezse, eleman değiştirilir. Özellikle tv, radyo, ve teyp gibi cihazlarda kullanılan ayarlı dirençler yıpranmadan dolayı sık-sık arızaya neden olurlar.

### **Ayarlı direnç başlıkları**

Uygulamada kullanılan potansiyometrelerin kolayca kumanda edilebilmesi için çeşitli modellerde pot başlıkları üretilmektedir. Potun miline kumanda eden çubuk şeklindeki kısma geçirilerek kullanılan başlıkların kimisi sadece **geçmeli** kimisi ise **vida ile sıkıştırılmalı** tiptedir.



Şekil 1.49: Ayarlı direnç başlıkları

### **Direnç üretim serileri**

Dirençler, özel üretimler hariç, "**standart**" değerlerde üretilirler.

Bu durumda, yapılan bir elektronik devrede kullanılacak direnç, "standart değerlerin" dışındaysa piyasada bulmamız mümkün değildir.

Ancak, bazı üretici firmalar, geliştirdikleri devrenin çok kararlı çalışmasını istediklerinde standart dışı değere sahip direnç imal ettirerek cihazlarında kullanırlar.

Uygulama yaparken piyasada bulunmayan bir dirence gereksinim duyarsanız bir kaç adet direnci seri ya da paralel bağlayarak amacınızı gerçekleştirebilirsiniz.

### **IEC: International Electrotechnical Commission standartlarına göre üretim serileri**

**E6 serisi:** 1,0-1,5-2,2-3,3-4,7-6,8. Tolerans değerleri  $\pm$  % 20'dir.

**E-6 serisinin anlamı:** 1-10-100-1000-10.000-100.000-1000.000 W ve 1,5-15-150-1500 15.000-150.000-1500.000 W şeklinde değere sahip dirençler üretilmektedir.

**E-12 serisi:** 1,0-1,2-1,5-1,8-2,2-2,7-3,3-3,9-4,7-5,6-6,8-8,2-9,1. Toleransları  $\pm$  % 10'dur.

**E-24 serisi:** 1,0-1,1-1,2-1,3-1,5-1,6-1,8-2,0-2,2-2,4-2,7-3,0-3,3-3,6-3,9-4,3-4,7-5,1-5,6  
6,2-6,8-7,5-8,2-9,1. Toleransları  $\pm \% 5$ 'tir.

**Not:** Yukarıda verilen standart üretim serileri kondansatörler için de geçerlidir.

### Arızalı direncin belirlenmesi

Gözle bakıldığında karbondan yapılmış bir direncin **orta kısmı kararmışsa** direnç aşırı akıma maruz kalarak tahrip olmuş demektir. Gözle bir şey anlaşılamazsa ohmmetreyle ölçüm yapılır ve hiç değer okunamazsa direnç içinden kopmuştur. Eğer "0 W" okunuyorsa direnç içinden kısa devre olmuştur. (Film dirençlerin gövdesi kararmadığı halde yine de arızalanmış olabilir).

### Sınırlama ve denetleme (kontrol) dirençleri

### "Özel dirençler"

Elektronik devrelerde **sabit** ve **ayarlı** dirençlerin yanı sıra **ışık, ısı, gerilim, manyetik alan, basınç** vb. gibi unsurlara göre değerleri değişen dirençler de kullanılmaktadır.

Bu bölümde ışığa, ısıya ve gerilime duyarlı dirençler hakkında temel bilgiler verilecektir.

### a- Işığa duyarlı dirençler

(LDR, Light dependent resistance, foto direnç, foto rezistans)

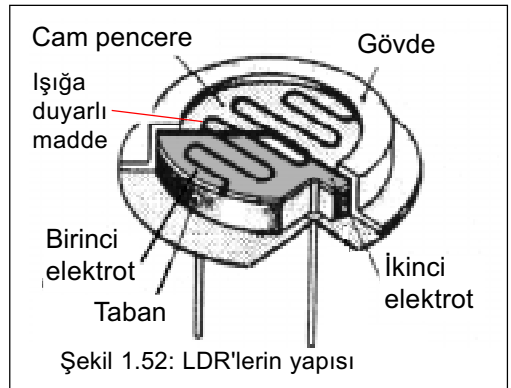
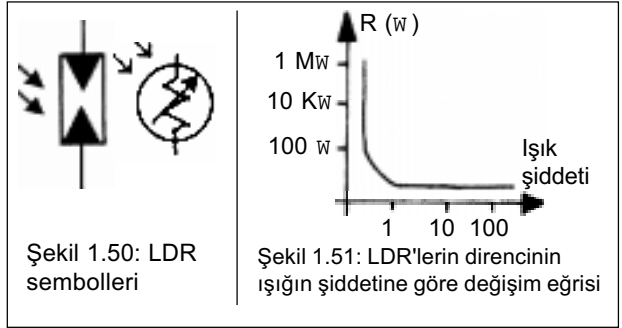
Işıқта az direnç, karanlıkta yüksek direnç gösteren devre elemanlarına LDR denir. Başka bir deyişle aydınlıkta LDR'lerin üzerinden geçen akım artar, karanlıkta ise azalır.

LDR'lerin karanlıktaki dirençleri bir kaç MW (yaklaşık 1 MW), aydınlıktaki dirençleri ise 100 W-5 KΩ düzeyindedir. Şekil 1.51'de LDR'lerin direncinin ışığa göre değişimine ilişkin eğri verilmiştir.

LDR'ler, CdS (kadmiyum sülfür), CdSe (kadmiyum selenür), selenyum, germanyum ve silisyum (silikon) vb. gibi ışığa karşı çok duyarlı maddelerden üretilmektedir. Şekil 1.52'de LDR'lerin iç yapısı verilmiştir.

LDR yapımında kullanılan madde, algılayıcının hassasiyetini ve algılama süresini belirlemekte, oluşturulan yarı iletken tabakanın şekli de algılayıcının duyarlılığını etkilemektedir. LDR'ye gelen ışığın odaklaşmasını sağlamak için üst kısım cam ya da şeffaf plastik kaplanmaktadır.

LDR'ler çeşitli boyutlarda üretilmekte olup, gövde boyutları büyüdükçe güç değeri





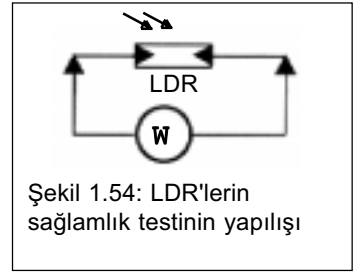


Şekil 1.53: Çeşitli LDR'ler

yükselmekte ve geçirebilecekleri akım da artmaktadır.

**Uygulamada yaygın olarak kullanılan LDR tipleri:** LDR03, LDR05, LDR07, OPR60...

LDR'ler, endüstriyel kumanda sistemlerinde, otomatik gece lambalarında, dijital sayıcılarda, brülörlerde, kanın renk yoğunluğunu belirleyen tıbbi cihazlarda, flaşlı fotoğraf makinalarında, hareket dedektörlerinde, zil butonlarında vb. kullanılırlar.



Şekil 1.54: LDR'in sağlamlık testinin yapılışı

**LDR'lerin sağlamlık testi:** Ohmmetre kullanılarak şekil 1.54'de verilen bağlantı ile yapılan ölçümde, LDR, aydınlıkta az direnç, karanlıkta yüksek direnç göstermelidir.

### **b- Isıya duyarlı dirençler (termistör, th, termo eleman, termistans)**

Ortam sıcaklığına bağlı olarak direnç değerleri değişen elemanlara **termistör** adı verilir.

Termistörler, nikel oksit, kobalt, strontium, manganer oksitleri, bakır, demir, baryum titanit vb. maddelerden yapılmış elemanlar olup, boncuk, disk, rondela vb. şeklinde üretilirler.

Uygulamada kullanılan termistörler çeşitli direnç değerlerinde üretilmektedir.

**Örneğin:** 10 W, 100 W, 500 W, 1000 W, 3000 W, 5 Kw 10 Kw, 20 Kw gibi.



Şekil 1.55: Uygulamada kullanılan çeşitli PTC ve NTC'ler

## 1- PTC (positive temperature confient)

Sıcaklık arttıkça direnç değerleri artan ve üzerinden geçirdikleri akımı azaltan elemanlara PTC denir.

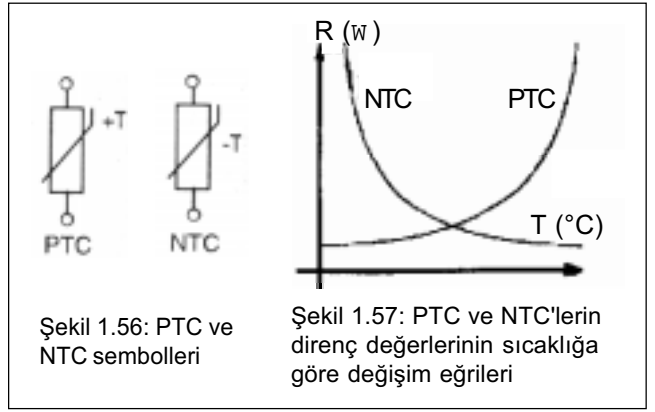
PTC'ler, otomatik ısı kontrol cihazlarında, sıcaklık ölçme aletlerinde, renkli tv'lerin tüplerinde, dış manyetik alanlardan dolayı ortaya çıkan renk karışmalarının önlenmesinde vb. kullanılırlar.

**PTC'nin sağlamlık testi:** Ohmmetreyle yapılan ölçümde soğukta düşük direnç, ısıtıldığında ise yüksek direnç değeri okunmalıdır.

## 2- NTC (negative temperature confient)

Yapı olarak PTC'ye benzer. Isındıkça direnci azalır ve üzerinden geçirebildiği akım artar.

**NTC'nin sağlamlık testi:** Ohmmetreyle yapılan ölçümde soğukta yüksek direnç, ısıtıldığında ise düşük direnç değeri okunmalıdır.



## PTC ve NTC'lerin kullanım alanları

- Isıya duyarlı devre yapımı.
- Akım darbelerinde koruyucu.
- Demanyetizasyon (*televizyon ekranlarında görüntü bozulmasının önlenmesi*) işlemi.
- Sıcaklık ölçümü.
- Transistörlü devrelerde sıcaklık dengeleme.
- Ölçü aletlerinin korunması.
- Buzdolaplarında sıcaklık kontrolü.
- Zaman geciktirme.
- Elektrikli motorların (özellikle yüksek güçlü) korunması.

## PTC ve NTC'lerin direnç değerinin renk halkalarıyla belirtilmesi

- |                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| 1. Band: 1. Sayı. | 2. Band: 2. Sayı.  |
| 3. Band: Çarpan.  | 4. Band: Tolerans. |

Şekil 1.58'de direnç değeri renk bantlarıyla belirtilmiş termistör örnekleri verilmiştir.

**Örnek:** Gövdesi üzerinde turuncu, beyaz, turuncu renkleri bulunan termistörün değerini bulunuz.



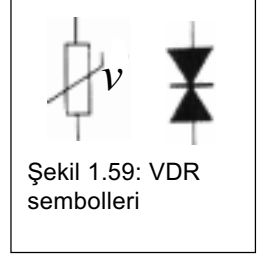
**Çözüm:** Turuncu: 3. Beyaz: 9. Turuncu: 3. Termistörün direnç değeri:  $3900 \Omega = 3,9 \text{ k}\Omega$

## c- Gerilime duyarlı dirençler (VDR, varistör, thyrit, voltage dependent resistor)

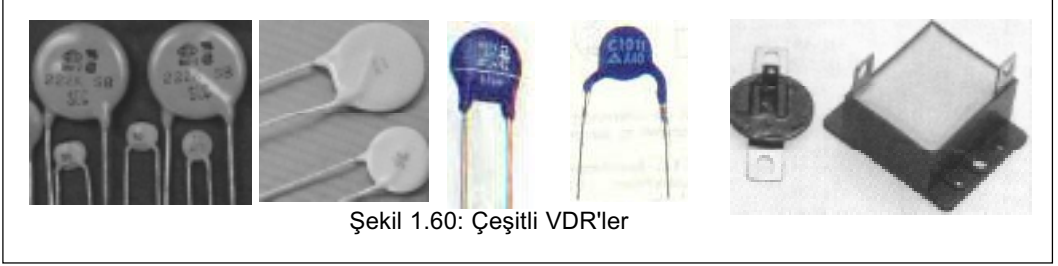
Gerilim yükselince direnci hızla azalarak geçirdiği akım artan elemanlardır.

Başka bir deyişle, gerilim düşükken VDR'nin direnci çok yüksektir. Gerilim değeri yükseldiğinde ise direnci hızla azalır.

Özellikle imal edildikleri gerilim değerinin üzerinde bir gerilimle karşı karşıya kaldıklarında dirençleri hızla küçülerek üzerlerinden geçirdikleri akımı arttırırlar. İşte bu özellikleri sayesinde bağlandıkları devreyi aşırı gerilimden korurlar.



Şekil 1.59: VDR sembolleri



Şekil 1.60: Çeşitli VDR'ler

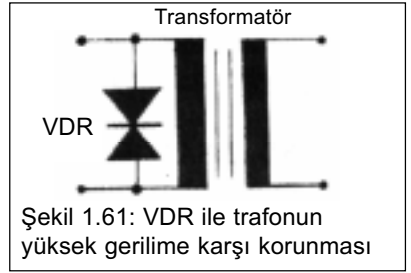
VDR'ler yüksek sıcaklıkta sıkıştırılmış silisyum karpit tozlarından yapılırlar. Gövdeleri genellikle disk biçimlidir. Bobinleri, röleleri, trafoları, transistör, tristör, anahtar vb. gibi elemanları ani gerilim artışlarının getirdiği zararlı etkilere karşı korumak için, adı geçen elemanlara paralel bağlanarak kullanılır.

### VDR'lerin kullanım alanlarına ilişkin örnekler

I-AC ve DC şebeke gerilimindeki ani darbe gerilimlerini bastırmak.

II-Röle, bobin gibi elemanların bobinlerini aşırı gerilimlere karşı korumak.

III-Yarı iletken esaslı devre elemanlarını (diyot, transistör vb.) aşırı gerilimlere karşı korumak.



Şekil 1.61: VDR ile trafonun yüksek gerilime karşı korunması

### Bazı varistörlerin teknik özellikleri

**SO5K130:** AC'de iletme geçme değeri: 130 V, DC'de iletme geçme değeri: 170 V.

**SO5K275:** AC'de iletme geçme değeri: 275 V, DC'de iletme geçme değeri: 350 V.

**S10K460:** AC'de iletme geçme değeri: 460 V, DC'de iletme geçme değeri: 615 V.

## B- KONDANSATÖRLER

### (KAPASİTÖR, KAPASİTANS, MEKSEFE, SIGA, CAPACITY)

Elektrik yüklerini kısa süreliğine depo etmeye yarayan elemanlara kondansatör denir. Kondansatörün sembolü "C", birimi Farat'tır.

#### a- Kondansatörlerin yapısı

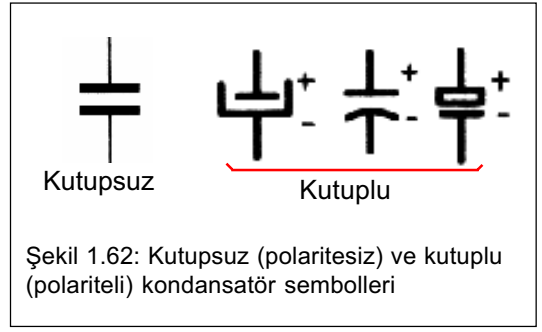
İki iletken levha (plaka) arasına konulmuş bir yalıtıcıdan oluşur. Yalıtıcıya elektriği geçirmeyen anlamında "dielektrik" adı verilir. Günümüzde çeşitli yalıtıcı (*mika, seramik,*

kağıt, polyester, styrofleks, elektrolitik, tantal, hava, yağ...) ve iletkenler kullanılarak değişik yapıda kondansatörler üretilmektedir.

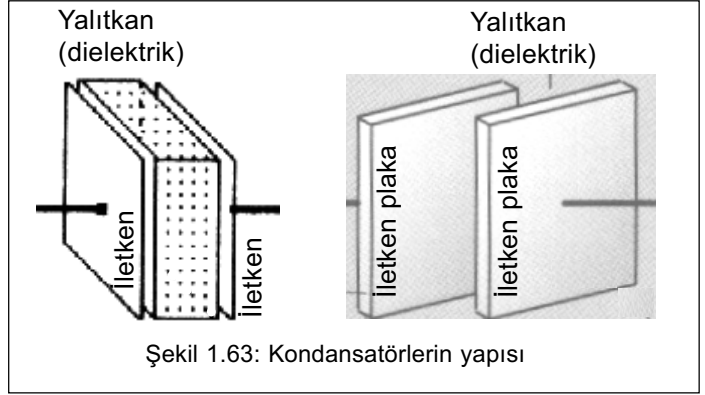
Şekil 1.63'de kondansatörlerin yapısına ilişkin şekiller verilmiştir.

Elektrolitik ve tantal tip kondansatörlerde (+) ve (-) uçlar belirtilmiştir. Yani bunlar kutupludur. O nedenle bu elemanlar sadece DC ile çalışan devrelerde kullanılırlar. Kutupsuz (*polaritesiz*) tip kondansatörler ise DC ve AC ile çalışabilirler. Son yıllarda kutupsuz tip (*bipolar*) elektrolitik kondansatörler de üretilmeye başlanmıştır.

Yüksek değerli kondansatörler iletken levha ve yalıtkanın üstüste katmanlar halinde yerleştirilmesiyle üretilirler. Ayrıca levhalar arasındaki boşluğun çok az olması da kapasitenin yüksek olmasını sağlayan önemli bir unsurdur.



Şekil 1.62: Kutupsuz (polaritesiz) ve kutuplu (polariteli) kondansatör sembolleri



Şekil 1.63: Kondansatörlerin yapısı

### **b- Kondansatörlerin elektrik enerjisini depolama kapasitesi**

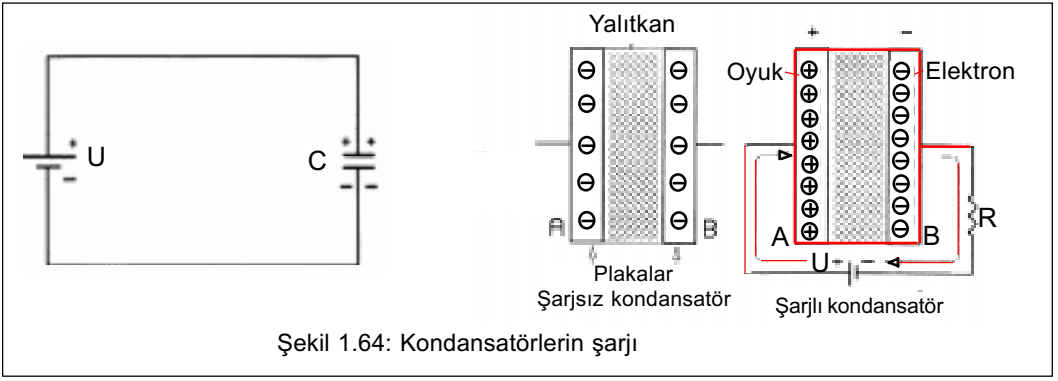
I- Plakaların yüzey alanına. II- Plakaların birbirine yakınlığına. III- Araya konan yalıtkanın cinsine göre değişir.

İletken levha arasındaki dielektrik maddenin kalite durumuna göre, kondansatör herhangi bir devreye ya da alıcıya bağlı olmasa dahi zamanla boşalır. Yani bu elemanlar pil gibi elektrik yüklerini uzun süre depolayamazlar.

### **c- Kondansatörlerin şarjı (dolması)**

Şarj, kondansatör plakalarının yük bakımından farklı duruma gelerek yüklenmesi ya da levhalar arasında potansiyel farkının meydana gelmesi demektir. **Boş bir kondansatörde iki levha eşit miktarda elektrona sahiptir.** Bu esnada kondansatör uçlarına bir pil bağlanırsa, pilin artı (+) ucunun bağlandığı levhadaki elektronlar pilin artı (+) ucuna doğru gitmeye başlarlar (+ ile - yük birbirini çeker). Bunun sonucunda elektronlarını kaybeden levha pozitif yüklü hale geçer. Bu levhanın pozitif yüklenmesi, pilin eksi (-) ucunun bağlı olduğu levhaya gelen elektronların sayısını artırır.

Sonuç olarak pilin artı (+) ucuna bağlanan levha pozitif yüklenirken, eksi (-) uca bağlanan levha negatif olarak yüklenir. İki levha arasındaki dielektrik malzeme yalıtkan olduğundan pil sürekli bir akım dolaşımını başlatamaz. Kondansatörde biriken yüklerin gerilimi pil



(*üreteç, batarya*) gerilimine eşit olduğunda geçen akım sıfıra iner. Pil ile kondansatör birbirinden ayrıldıktan sonra depolanan enerji "kısa süreliğine" levhalarda kalır. *Şekil 1.64'e* bakınız.

Kondansatörler DC enerji kaynağına bağlandığında ilk anda "şarj" olur. DC akım kesildikten sonra ise "belli bir süre" bu durumda kalır.

AC enerji kaynağına bağlandığında ise alternans değiştikçe sürekli olarak dolup boşalır. Yani, pozitif alternans yükselirken kondansatör şarj olmaya başlar. Akım maksimum değerden sıfıra doğru inerken C boşalır. Alternans negatif yönde yükselirken C bu kez ters yönlü olarak dolmaya başlar. Akım negatif maksimum değerden sıfıra doğru inerken C yine boşalır.

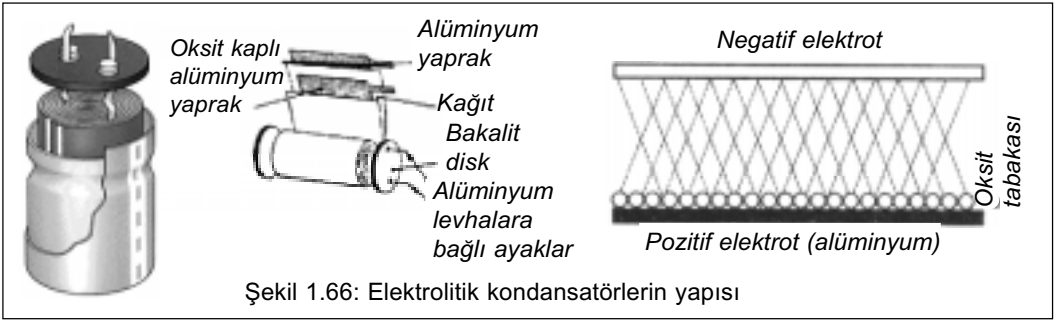
Sonuç olarak, kondansatör AC ile beslendiğinde devreye seri bağlı bir ampermetreyle gözlem yapılacak olursa kondansatörden bir akım geçişi olduğu görülür.



## Kondansatör çeşitleri *"Kullanılan dielektriğin tipine göre sınıflandırma"*

### a- Elektrolitik kondansatörler

Dielektrik (*yalıtkan*) olarak asit borik eriyiği gibi boraksız elektrolitler, iletken olarak alüminyum ya da tantalyumdan plakalar kullanılarak yapılmış kondansatör tipidir.



Elektrolitik kondansatörler kutupsuz (*polaritesiz*) ya da kutuplu olarak üretilirler.

Kutuplu tiplerin DC ile çalışan devrelerdeki bağlantısı özen göstererek yapılmalıdır. Artı (+) ve eksi (-) uç belirlenmeden rastgele yapılan bağlantı, anotta bulunan oksit tabakasının metal yüzeyi kısa devre edip yüksek ısı oluşturmaya ve elemanın patlamasına neden olmaktadır.

### **Elektrolitik kondansatörler "kullanılan malzemeye" göre iki tipte yapılırlar**

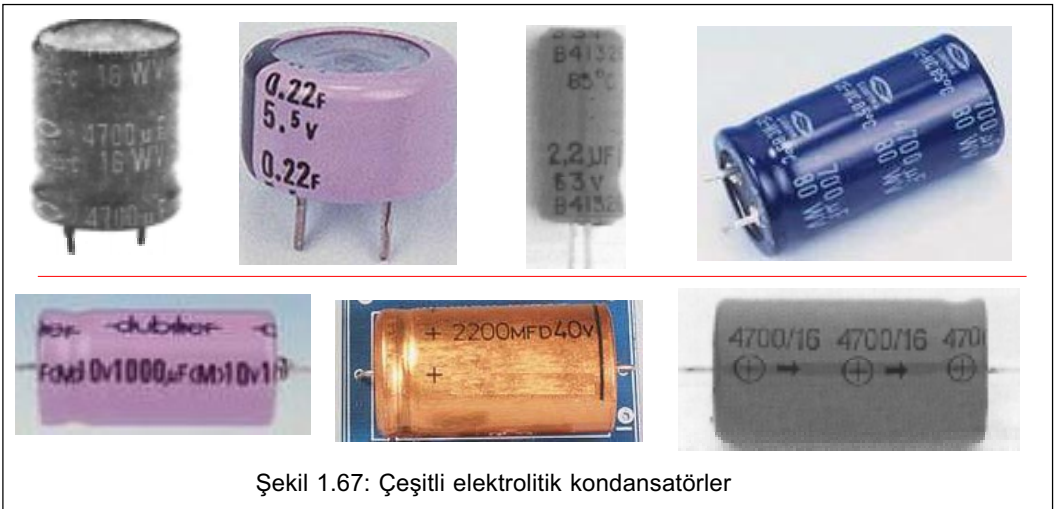
**I- Sıvılı tip elektrolitik kondansatörler:** Yalnızca DC akımlı devrelerde kullanılırlar. Pozitif levha olarak alüminyum kullanılmıştır. Kondansatöre DC uygulandığında pozitif levha üzerinde yalıtkan bir oksit tabakası oluşur. Bu tabaka dielektrik maddesi gibi davranır. Oluşan oksit tabakası çok "ince" olduğundan, kondansatörün kapasitesi de büyük olur. *Şekil 1.66'ya bakınız.*

### **II- Kuru tip elektrolitik kondansatörler**

Bu tiplerde elektrolitik sıvı yerine boraks eriyiği emdirilmiş kağıt ya da bez kullanılır.

**Elektrolitik kondansatörlerin piyasada yaygın olarak bulunan çeşitleri:** 1-2,2-3,3-4,7-10-22-33-47-100-220-330-470-1000-2200-4700-10.000-22.000-38.000 mF...

**Elektrolitik kondansatörlerin çalışma gerilimleri:** 3-6-10-12-16-25-35-40-50-63-100 250-350- 450 Volt'tur. *(Bu voltaj değerlerinin dışındaki gerilimlere sahip kondansatörler de piyasada mevcuttur.)*



### **Elektrolitik yapıli kondansatörlerde sıcaklığın önemi**

Bu kondansatörlerin içindeki elektrolitik sıvısı aşırı sıcaktan ötürü zamanla kurumaya başladığından elemanın kapasite değeri düşer. Bu da hassas devrelerin çalışma sisteminde arızalara yol açar. Özellikle tv'lerde küçük kapasiteli (2,2-3,3-4,7-10-47-100...mF) kondansatörlerin "elektrolitinin kuruması" nedeniyle bir çok arıza (*ekranın üzerinde çizgi oluşumu, görüntü daralması vb.*) ortaya çıkmaktadır.

Televizyonlarda, taş dirençler, besleme trafosu, güç transistörleri ve yüksek gerilim trafosu ısı yaydığından bunların yakınında bulunan elektrolitik kondansatörler çabuk bozulur. İşte bu nedenle yüksek sıcaklığın söz konusu olduğu yerlerde 85 °C'lik ya da 105 °C'lik iyi kalite elektrolitik kondansatörler kullanılmalıdır.

### **b- Kağıtlı kondansatörler**

Yalıtkanlık kalitesini arttırmak için parafin maddesi emdirilmiş 0,01 mm kalınlığındaki kağıdın iki yüzüne 0,008 mm kalınlığındaki kalay ya da alüminyum plakalar yapıştirılarak üretilmiş elemanlardır. *Şekil 1.68'e bakınız.*



Uygulamada, kuru kağıtlı, yağlı kağıtlı, metalize kağıtlı vb gibi modelleri bulunan kağıtlı kondansatörler uygulamada yaygın olarak karşımıza çıkmamaktadır.

Kapasite değeri genellikle 1 nF ila 20 mF arasında değışen kağıtlı kondansatörlerin çalışma gerilimleri ise, 100 Volt ila 700 Volt'tur.

*Bu elemanlar, ses frekans yükselteçlerinde, DC güç kaynaklarında vb. kullanılırlar.*

### **c- Metal-kağıtlı kondansatörler**

Şekil 1.69'da görüldüğü gibi dielektrik (yalıtkan) olarak kağıt kullanılmış ve bu madde üzerine basınç yoluyla ince alüminyum veya çinko tabakası kaplanmıştır. Böylelikle daha küçük boyutlu ama kağıtlıya oranla yüksek kapasiteli kondansatör yapılmıştır.



*Metal-kağıtlı kondansatörler kendi kendilerini onarabilme özelliğine sahiptir. Şöyleki, yüzeyin bir bölümünde kırılma olduğunda ark oluşur ve bu kısımda ince bir metal yüzey basıncı oluşarak metalsiz bir yüzey meydana gelir. Bu da kısa devreyi önler.*

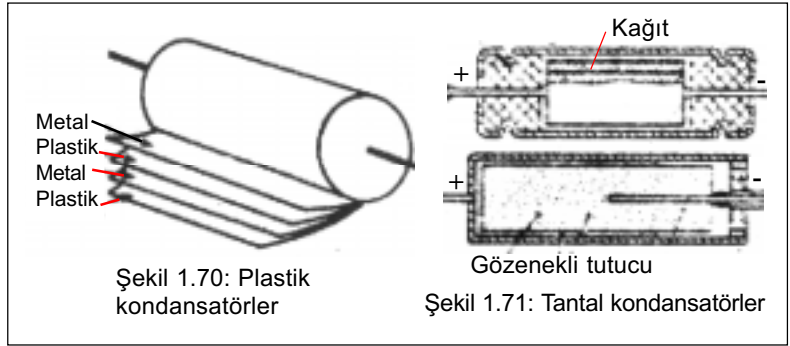
### **d- Plastik kondansatörler**

Şekil 1.70'de görüldüğü gibi yalıtkan madde olarak polypropylen, polyester, polycarbonat kullanılır. Film plastik kondansatörlerin metal kısımları alüminyum levhadır. Bu kondansatörler de kendi kendilerini onarabilirler. Kapasite değeri çok kararlıdır ve izolasyon (*yalıtkanlık*) dirençleri yüksektir.

## e- Tantal

### kondansatörler

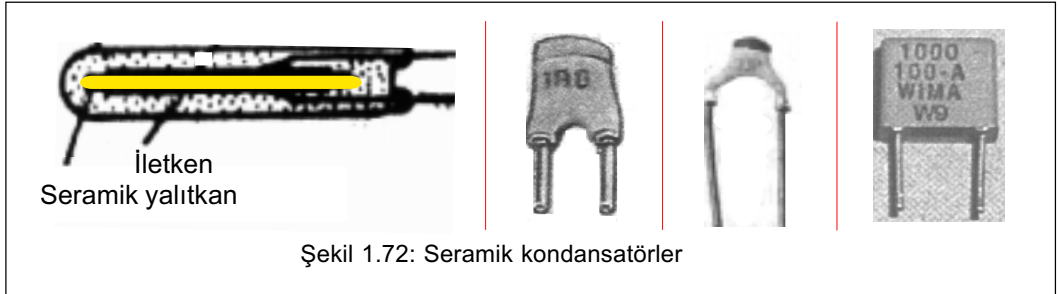
Şekil 1.71'de verilen resimde görüldüğü gibi anot olarak görev yapan oksitlendirilmiş bir tantal yaprak katot ve sargıyı tutan gözenekli tutucudan oluşur. Kapasite değerleri 0,1 mF - 68 mF arasındadır.



## f- Seramik kondansatörler

Şekil 1.72'de görüldüğü gibi dielektrik maddesi olarak seramik kullanılmıştır. İki iletken levha arasına seramik maddesi olarak baryum titanat ya da titanyum dioksit gibi maddeler konulur. *Disk şeklinde olan seramik kondansatörler uygulamada, "mercimek kondansatör" olarak da adlandırılmaktadır.*

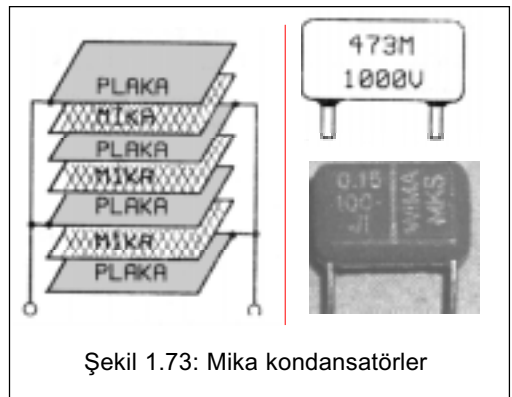
Seramik kondansatörlerin kapasite değerleri küçüktür. Toleransları  $\pm\% 20$  dolayındadır. Kapasiteleri sıcaklık ve nemden etkilenir. Enerji kayıpları çok az olduğundan daha çok yüksek frekanslı devrelerde kullanılırlar.



**Seramik kondansatörlerin piyasada bulunan çeşitleri:** 1-1,2-1,5-1,8-2,2-2,7-3,3-3,9-4,7-5,6-6,8-8,2-10-12-15-18-22-27-33-39-47-56-68-82-100-120-150-180-220-330-470-680-1000-1500-2200 pF-3,3-4,7-10-22-47-68-100-220 nF.

## g- Mika (mikali) kondansatörler

Şekil 1.73'de görüldüğü gibi dielektrik maddesi yalıtıkanlık düzeyi çok yüksek olan mikadandır. Çok ince metal folyolar arasına ince mika konularak yapılan bu elemanların kapasiteleri 1 pF - 0,1 mF, gerilimleri 100 - 2500 V, toleransları  $\pm\% 2$  -  $\pm\% 20$  arasında değişir.





## **h- SMD (surface mounted device) kondansatörler**

Küçük boyutlu baskı devrelerin üzerine monte edilmeye uygun kondansatör çeşididir. Gövde boyutları çok küçük olduğundan bakırlı plaket üzerine lehimlenmesi zordur.

Daha çok tv, video, kamera, cep telefonu, bilgisayar vb. gibi cihazlarda karşımıza çıkar. *Şekil 1.74'de SMD kondansatör örnekleri verilmiştir.*



Şekil 1.74: SMD kondansatörler

## **ı- Polyester kondansatörler**

İletken olan iki levha arasına konulmuş polyesterden oluşmuştur. Kapasite değerleri 220 pF - 0,33 mF arasında değişir. Şekil 1.75'de polyester kondansatör örneği verilmiştir.

### **Kondansatörlerin kapasite değerinin ölçülmesi**

Ohmmetre ile kondansatörün sağlam olup olmadığını anlayabilir. *Ancak kapasite belirlenemez.* Bu nedenle bir kapasite ölçere gerek vardır. Analog ya da dijital yapılı bir kapasitemetreyle kondansatörlerin değeri çok kolayca belirlenebilir. (Kondansatörün kapasite değeri ölçülürken doğru sonucu bulmak için kondansatörün uçları birbirine değiştirilerek tamamen boşalması sağlanır. Bu yapılmazsa kapasitemetre tam doğru değeri gösteremez.)



Şekil 1.75: Polyester kondansatörler

## **Kondansatörlerin kapasite açısından sınıflandırılması**

### **a- Sabit kapasiteli kondansatörler**

Kapasite değerleri değiştirilemeyen kondansatör çeşididir.

### **b- Değişken kapasiteli (ayarlı) kondansatörler**

Biri sabit, diğeri hareket edebilen iki plakaları vardır. Dielektrik, hava ya da plastik türü bir maddeden yapılır. Uygulamada bir, iki ya da üç ganklı (bölmeli) ayarlı kondansatörler kullanılmaktadır. İki ganklı kondansatör iki ayrı kondansatörün bir gövde içinde birleştirilmesiyle elde edilir. *Şekil 1.76-c'ye bakınız.*

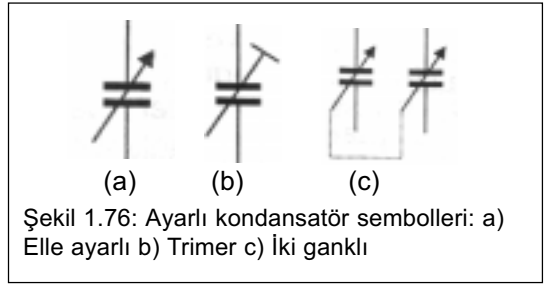
## **Değişken kapasiteli kondansatör çeşitleri**

### **1- Kapasite değeri elle değiştirilebilen (varyabl, mil ayarlı) kondansatörler**

Mil döndürüldükçe levhalar birbirinin üzerine gelir. Bunun sonucunda karşı karşıya

gelen levhaların boyutu büyür ve kapasite artmaya başlar. Levhalar arasında plastik konduğu gibi bazı eski modellerde ise dielektrik olarak hava vardır. Yani levhalar arasındaki aralığa giren "hava" dielektrik görevi yapmaktadır.

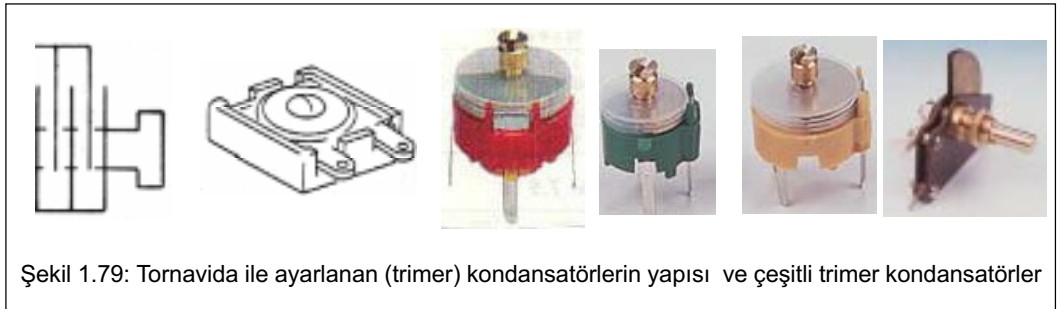
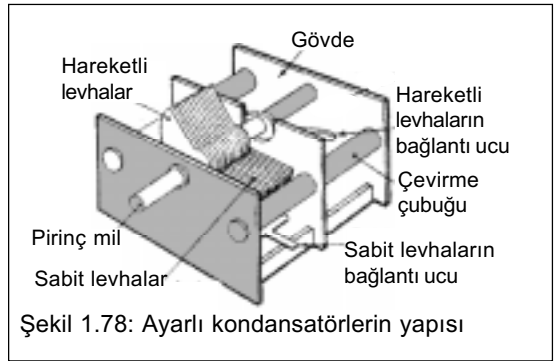
Şekil 1.77'de çeşitli ayarlı kondansatör tipleri, şekil 1.78'de ise ayarlı (varyabl) kondansatörlerin yapısı, verilmiştir.



## 2- Kapasite değeri tornavida ile değiştirilebilen (trimer, peddir) kondansatörler

Trimer kondansatörlerde ayar vidasına bağlı, 360° dönebilen plakalarla yüzey alanı değiştirilerek kapasite azaltılıp çoğaltılabilir.

Bu elemanların boyutları ve kapasite değerleri çok küçüktür. Trimer kondansatörler FM verici ve alıcı devrelerinde vb. kullanılır.



### Trimer kondansatörlerin uygulamada kullanılan tiplerinin kapasite değerleri

1,2 - 6 pF,	1,4-10 pF,	1,6-15 pF,	2-30 pF,
2,5-25 pF,	4,5-70 pF,	5-90 pF,	1,7-6,5 pF,
2,1-13,3 pF,	2,5-21 pF.		

### Kondansatör birimlerinin birbirine dönüştürülmesi

"Farat" çok büyük bir kapasite değeri olduğundan uygulamada Farat'ın askatları kullanılır. Bunlar: Piko Farat (pF), nano Farat (nF), mikro Farat (µF), mili Farat (mF) şeklindedir.

Birimler 1000'er 1000'er büyür ve 1000'er 1000'er küçülür. Büyük birim küçük birime çevrilirken değer 1000 ile çarpılır. Küçük birim büyük birime çevrilirken ise değer 1000'e bölünür.

Kondansatör birimlerinin birbirine dönüştürülmesinde izlenen kuralları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

0.000001µF	=	0.001nF	=	1pF	1 F 10 <sup>6</sup> mF 10 <sup>9</sup> nF 10 <sup>12</sup> pF
0.00001µF	=	0.01nF	=	10pF	
0.0001µF	=	0.1nF	=	100pF	
0.001µF	=	1nF	=	1000pF	
0.01µF	=	10nF	=	10000pF	
0.1µF	=	100nF	=	100000pF	1 pF 10 <sup>-3</sup> nF 10 <sup>-6</sup> mF 10 <sup>-12</sup> F
1µF	=	1000nF	=	1000000pF	
10µF	=	10000nF	=	10000000pF	
100µF	=	100000nF	=	100000000pF	

### Kondansatör birimlerinin birbirine dönüştürülmesine ilişkin örnekler

- 100 nF kaç mF'dir? : 0,1 mF.
- 220 nF kaç mF'dir? : 0,22 mF.
- 560 nF kaç pF'dir? : 560.000 pF.
- 33 mF kaç pF'dir? : 33.000.000 pF.

### Kondansatörlerde gerilim (çalışma voltajı)

Kondansatörlerin kapasitesinin yanında çalışma voltajları da çok önemlidir. Uygulamada kullanılan kondansatörler standart voltaj değerlerinde üretilirler.

12 Volt'ta çalışan bir elektronik devrede 3 Volt'luk kondansatör kullanmak doğru değildir. Özellikle elektrolitik tip kondansatörler aşırı gerilime maruz kaldıklarında ısınarak patlarlar.

**Kondansatörlerin standart voltaj değerleri:** 3 - 6,3 - 10 - 16 - 25 - 35 - 50 - 63 - 100 - 160 - 250 - 350 - 400 - 450 - 630 - 1000...V.

AC çalışma gerilimi belli bir devreye bağlanacak kondansatörün çalışma voltajı:

$$U_C = U_{etkin} \cdot 1,41 \text{ denkleminde bulunur.}$$

$$(U_{etkin} = U_{şebeke} = U_{efektif})$$

**Örnek:** 12 V çıkışlı bir doğrultmaç devresinde kullanılacak filtre kondansatörünün çalışma gerilimi kaç Volt olmalıdır?

**Çözüm:**  $U_C = U_{etkin} \cdot 1,41 = 12 \cdot 1,41 = 16,92 \text{ V.}$

Buna göre kondansatörün çalışma gerilimi en az 16 - 25 Volt'luk olmalıdır.

Bazı kondansatörlerin maksimum çalışma voltajı DC cinsinden, bazılarının ise AC cinsinden belirtilir. 250 V DC, 400 V AC gibi. Bu noktadan hareketle, üzerinde 250 V DC yazan bir kondansatörü 220 V AC devrede kullanamayız.

Zira, 220 Volt'luk AC'nin maksimum gerilim değeri:

$$U_{maks} = U_{et} \cdot 1,41 = 220 \cdot 1,41 = 310,2 \text{ Volt'tur.}$$

Bu nedenle AC 220 Volt'luk devreye bağlanacak kondansatör en az 350 - 450 Volt'luk olmalıdır.

Bazı kondansatörlerin üzerinde 250 V değerinin yanında "~" işareti bulunur. Bu işaret kondansatörün 220 Volt'luk alternatif akıma dayanabileceğini belirtir. Başka bir husus ise şudur: Üzerinde 100 V DC- (ya da =) yazan bir kondansatör ise en fazla 63 Volt'luk AC gerilime dayanabilir.

### **Ek bilgi: Etkin (efektif, RMS) değer nedir?**

Sinüsoidal özellikli olan AC, sıfır (0) ekseninin iki yanında "pozitif" ve "negatif" değerler almakta ve bunlara pozitif ve negatif alternanslar denir. AC'nin değeri her an değişmektedir. Teknik anlatımlarda akım ve gerilimin herhangi bir andaki değerine "ani değer" denilir. Pozitif ya da negatif alternansın ani değerlerinin toplamı maksimum değer  $0,707$ 'sine eşit olmaktadır. İşte bu değere, etkin, efektif ya da RMS (Root Mean Square) değer adı verilir.

Başka bir anlatımla, AC özellikli bir sinyalin DC'ye eşit olan değerine "etkin" değer denir. Ölçü aletleri elektriğin etkin değerini ölçerler. 220 Volt'luk elektriğin maksimum değeri 310,2 Volt'tur. Kullandığımız ölçü aleti etkin değeri (yani 310,2 Volt'luk gerilimin DC'ye eşit olan değerini) ölçtüğünden biz skalada 220 Volt' görürüz.

Kondansatörler ise AC'nin maksimum değerine dolarlar. Yani 220 Volt'luk şebekeye bağlanan bir kondansatör 310,2 Volt'a şarj olur. İşte bu nedenle kondansatör seçimi yapılırken AC besleme geriliminin maksimum değeri hesaplanarak "C" seçimi yapılır.

### **Kondansatörlerin kapasite değerinin "rakam", "harf" ve "renk bantlarıyla" belirtilmesi**

Kondansatörlerin kapasite değeri ve çalışma gerilimi arttıkça gövde boyutları da büyür. Büyük gövdeli kondansatörlerin üzerinde kapasite değeri ve çalışma voltajı sayısal olarak belirtilmiştir.

### **a- Rakamlarla yapılan kodlama**

Küçük gövdeli kondansatörlerin üzerinde yazı için fazla yer olmadığından bazı kısaltmalar kullanılır. Örneğin "0" yerine sadece "." konur.

### **Toleranslı rakamsal kodlamada harflerin tolerans karşılıkları**

B: $\pm \% 0,1$	C: $\pm \% 0,25$	D: $\pm \% 0,5$	F: $\pm \% 1$
G: $\pm \% 2$	J: $\pm \% 5$	K: $\pm \% 10$	M: $\pm \% 20$
N: $\pm \% 30$ .			

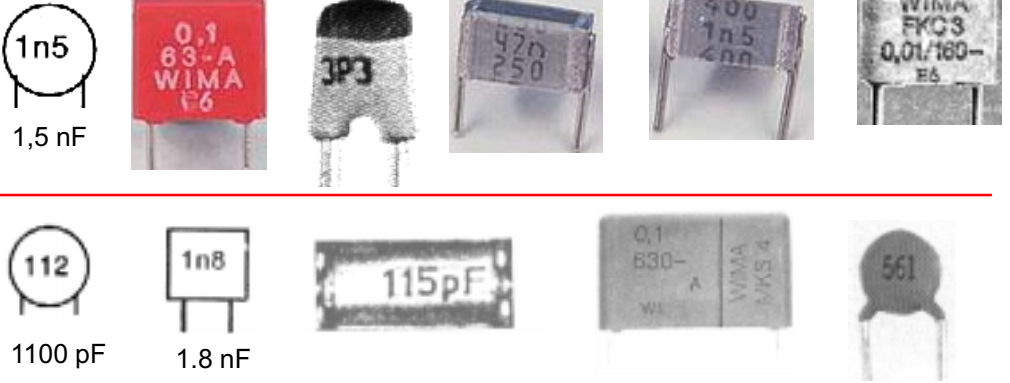
### **Toleranslı rakamsal kodlama örnekleri**

P15B kodu varsa                      C: 0,15 pF                       $\pm \% 0,1$  tolerans.

100J kodu varsa	C: 100 pF	± % 5 tolerans.
123J kodu varsa	C: 12000 pF	± % 5 tolerans.
104K kodu varsa	C: 100000 pF	± % 10 tolerans.
0,001(K) kodu varsa	C: 0,001 mF	± % 10 tolerans.
473M kodu varsa	C: 47000 pF	± % 20 tolerans.
33n3N kodu varsa	C: 33,3 nF	± % 30 tolerans.

#### Küçük gövdeli bir kondansatörde,

p68 kodu varsa	C: 0,68 pF.	1n5 kodu varsa	C: 1,5 nF.
6p8 kodu varsa	C: 6,8 pF.	5n6 kodu varsa	C: 5,6 nF.
15 kodu varsa	C: 15 pF.	6n8 kodu varsa	C: 6,8 nF.
470 kodu varsa	C: 47 pF.	33n kodu varsa	C: 33 nF.
152 kodu varsa	C: 1500 pF.	,039 kodu varsa	C: 0,039 mF.
222 kodu varsa	C: 2200 pF.	,05 kodu varsa	C: 0,05 mF.
472 kodu varsa	C: 4700 pF.	0,5 kodu varsa	C: 0,5 mF.
103 kodu varsa	C: 10.000 pF.	0,1 kodu varsa	C: 0,1 mF.
473 kodu varsa	C: 47.000 pF.	0,022 kodu varsa	C: 0,022 mF.
104 kodu varsa	C: 100.000 pF.	0,068 kodu varsa	C: 0,068 mF.
1n kodu varsa	C: 1 nF.	0,1 kodu varsa	C: 0,1 mF.
1n2 kodu varsa	C: 1,2 nF.	m47 kodu varsa	C: 0,47 mF.
		1m0 kodu varsa	C: 1 mF.

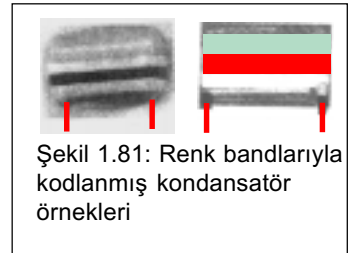


Şekil 1.80: Kondansatörlerin rakam ve harflerle kodlanmasına ilişkin örnekler

#### b- Renk bantlarıyla yapılan kodlama

Kondansatörlerin üzerindeki renk bantlarına bakılarak, kapasite, tolerans ve voltaj değerleri saptanabilmektedir. Ancak, kondansatörlerin özelliklerini renk bantlarıyla belirtme dirençlerde olduğu gibi tam bir "standardizasyonda" olmadığı için karmaşa söz konusudur. Yani çok değişik şekillerde kodlanmış kondansatörler karşımıza çıkabilmektedir.

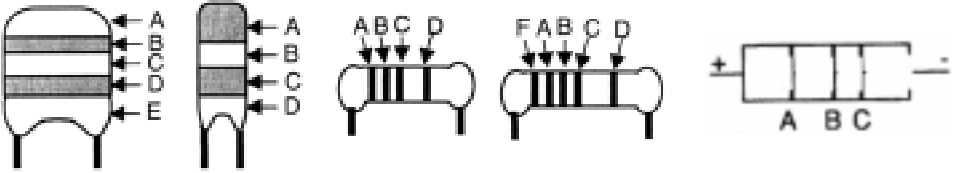
Kondansatörlerin renk kodlamasında bulunan değer pF



Şekil 1.81: Renk bantlarıyla kodlanmış kondansatör örnekleri

## Kondansatörlerde renk kodlamasında renklerin sayısal karşılıkları

Renkler	Sayı	Çarpan	Tolerans	Çalışma gerilimi (V)	Sıcaklık katsayısı
Siyah	0	-	% 20	10 V	$0.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
Kahve	1	0	% 1	100 V	$+33.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
Kırmızı	2	00	% 2	200 V	$-75.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
Turuncu	3	000	% 3	300 V	$-150.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
Sarı	4	$10^4$	% 4	400 V	$-220.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
Yeşil	5	$10^5$	% 5	500 V	$-330.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
Mavi	6	$10^6$	% 6	630 V	$-470.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
Mor	7	$10^7$	% 7	700 V	$-750.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
Gri	8	$10^8$	% 8	800 V	-
Beyaz	9	$10^9$	% 9	900 V	-
Kırmızı/mor	-	-	-	-	$+100.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
Altın	-	$10^{-1}$	% 5	-	-
Gümüş	-	$10^{-2}$	% 10	-	-



Şekil 1.82: Kondansatörlerin renk bantlarıyla kodlanmasında renk bantlarının gövde üzerindeki görünüşleri

cinsindedir. Renklerin sayısal karşılığı bulunurken gövdede bulunan renkler **üstten aşağıya** ya da **soldan sağa** doğru okunarak kapasite değeri bulunur.

### Üç renk bantıyla yapılan kodlama

1. Band (A): Sayı. 2. Band (B): Sayı. 3. Band (C): Çarpan.

### Dört renk bantıyla yapılan kodlama

1. Band (A): Sayı. 2. Band (B): Sayı. 3. Band (C): Çarpan. 4. Band (D): Tolerans.

**Örnek 1:** Mavi, gri, sarı, kahverengi:  $680.000 \text{ pF} \pm \% 1$

(Bu değer  $680 \text{ nF}$  ya da  $0,68 \text{ mF}$  olarak da yazılabilir).

**Örnek 2:** Sarı, mor, turuncu, kırmızı:  $47.000 \text{ pF} \pm \% 2 = 47 \text{ nF} \pm \% 2$ .

### Beş renk bantıyla yapılan kodlama

1. Band (A): Sayı. 2. Band (B): Sayı. 3. Band (C): Çarpan. 4. Band (D): Tolerans. 5. Band (E): Çalışma gerilimi.

**Örnek 1:** Kahve, siyah, sarı, siyah, kırmızı:  $100\ 000\ \text{pF} = 100\ \text{nF} = 0,1\ \text{mF} \pm \% 20/200\ \text{V}$ .

**Örnek 2:** Turuncu, beyaz, kahve, altın, kahve:  $390\ \text{pF} \pm \% 5/100\ \text{V}$ .

**Örnek 3:** Sarı, mor, turuncu, kırmızı, kahve:  $47\ 000\ \text{pF} \pm \% 2/100\ \text{V}$ .

### Altı renk bantıyla yapılan kodlama

- |                                |                                  |
|--------------------------------|----------------------------------|
| 1. Band (A): Sayı.             | 2. Band (B): Sayı.               |
| 3. Band (C): Çarpan.           | 4. Band (D): Tolerans.           |
| 5. Band (E): Çalışma gerilimi. | 6. Band (F): Sıcaklık katsayısı. |

**Örnek:** Üzerinde, turuncu, siyah, turuncu, kahverengi, kırmızı, mor renkleri bulunan kondansatörün kapasitesini bulunuz.

-Turuncu: 3. Siyah: 0. Turuncu: 3. Kahverengi:  $\pm \% 1$ . Kırmızı: 200 Volt. Mor:  $-750.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ .

Kondansatör:  $30.000\ \text{pF} = 30\ \text{nF} \pm \% 1 / 200\ \text{V}$

Elemanın sıcaklığa göre kapasite değiştirme katsayısı:  $-750.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ .

### Kondansatör bağlantıları

**a- Seri bağlama:** Seri bağlantıda toplam kapasite azalır, çalışma gerilimi yükselir. Şöyleki: 10 mF ve 16 Volt'luk iki kondansatör seri bağlandığında toplam kapasite 5 mF olurken, çalışma gerilimi 32 Volt olur.

*Seri bağlantıda toplam kapasiteyi hesaplamada kullanılan denklem:*

$$1/C_T = 1/C_1 + 1/C_2 + \dots + 1/C_n.$$

**Örnek:**  $C_1 = 10\ \text{mF}$ ,  $C_2 = 10\ \text{mF}$   $C_T = ?$

**Çözüm:**  $1/C_T = 1/C_1 + 1/C_2 = 5\ \text{mF}$ .

**b- Paralel bağlama:** Paralel bağlantıda toplam kapasite artar, çalışma gerilimi aynı kalır.

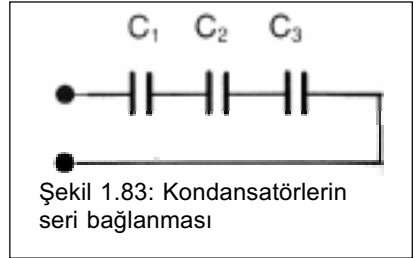
*Toplam kapasiteyi hesaplamada kullanılan denklem:*

$$C_T = C_1 + C_2 + \dots + C_n.$$

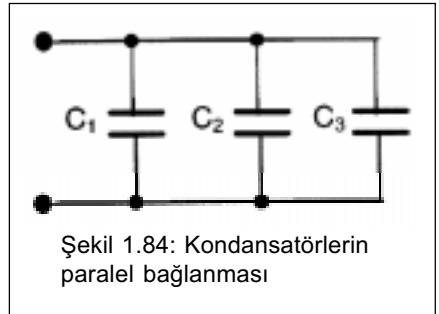
**Örnek:**  $C_1 = 22\ \text{mF}$ ,  $C_2 = 47\ \text{mF}$   $C_T = ?$

**Çözüm:**  $C_T = C_1 + C_2 = 69\ \text{mF}$ .

**c- Karışık bağlama:** Hesaplama yapılırken paralel bağlı olan kısımlar seri hale "indirgenir". Daha sonra seri devrenin toplam kapasitesi bulunur.



Şekil 1.83: Kondansatörlerin seri bağlanması



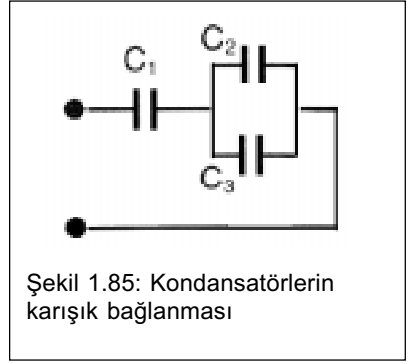
Şekil 1.84: Kondansatörlerin paralel bağlanması

**Örnek:** Şekil 1.85'te verilen devrede  $C_1 = 20 \text{ mF}$ ,  $C_2 = 10 \text{ mF}$ ,  $C_3 = 10 \text{ mF}$ 'dir. Toplam kapasiteyi ( $C_T$ ) bulunuz.

**Çözüm:** İlk önce paralel bağlı  $C_2$  ve  $C_3$  kondansatörleri seri hale indirgenir.

$$C_{T1} = C_2 + C_3 = 20 \text{ mF.}$$

$$1/C_T = 1/C_1 + 1/C_2 = 1/20 + 1/20 = 2/20 = 10 \text{ mF.}$$



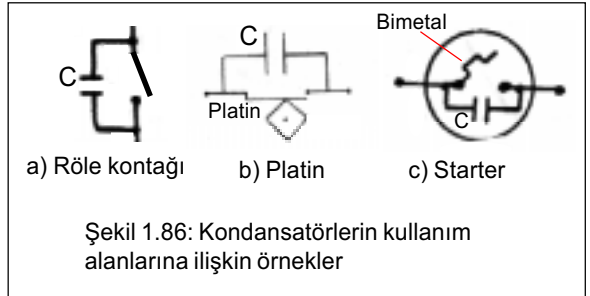
Şekil 1.85: Kondansatörlerin karışık bağlanması

### Kondansatörlerin kullanım alanlarına ilişkin örnekler

**I-** Kondansatörler DC'yi geçirmeyen, AC'yi ise geçiren bir eleman olduğundan yükselteçlerde kuplaj elemanı (*DC sinyalleri engelleyip AC sinyalleri geçirici*) olarak kullanılır.

**II-** AC'nin doğrultulmasında diyotlar kullanılır. Ancak diyotlar AC'yi tam doğru akım haline getiremezler. Diyotun çıkışına bağlanan uygun değerli kondansatör, çıkış sinyalini filtre eder (*süzer*). Yani şarj ve deşarj olarak alıcıya giden akımı düzgünleştirir.

**III-** Rölelerin kontaklarının açılıp kapanması sırasında kontak uçlarında ark oluştuğundan, birbirine değen kısımlar çabuk yıpranmaktadır. Bu nedenle rölelerin kontaklarına paralel olarak yaklaşık 0,1 mF'lık bir kondansatör bağlanır. Röle enerjilendiğinde kontaklar kapanırken kondansatör ani şarj olarak önler (*azaltır, söndürür*). Şekil 1.86-a'ya bakınız.



Şekil 1.86: Kondansatörlerin kullanım alanlarına ilişkin örnekler

Benzinli motorların ateşleme sisteminde bulunan platinde, meksefe adı verilen kondansatör ve flüoresant (flüoresan) lamba starterlerinde bimetale paralel bağlı olan kondansatör, rölelerde olduğu gibi ark söndürücü olarak çalışır. Şekil 1.86-b ve c'ye bakınız.

### Kondansatörlerin sağlamlık testi

#### a- Küçük kapasiteli kondansatörlerin (1 pF-1 mF) sağlamlık testi

Kondansatör boşaltıldıktan sonra yapılan ölçümde ohmmetre ibresi çok az kıpırdarsa ya da hiç oynamazsa ölçülen kondansatör sağlamdır. (*Ölçümlerde ohmmetre komütatörü X1K, X10K ya da X100K konumunda olmalıdır*).



Şekil 1.87: Kondansatörlerin sağlamlık testinin yapıışı



## b- Büyük kapasiteli kondansatörlerin (1-38000 mF) sağlamlık testi

Ölçme komütatörü X10, X100 kademesine alınır. Ohmmetre ibresi önce küçük bir direnç değeri gösterir sonra yavaş-yavaş büyük değere doğru yükselirse kondansatör sağlamdır.

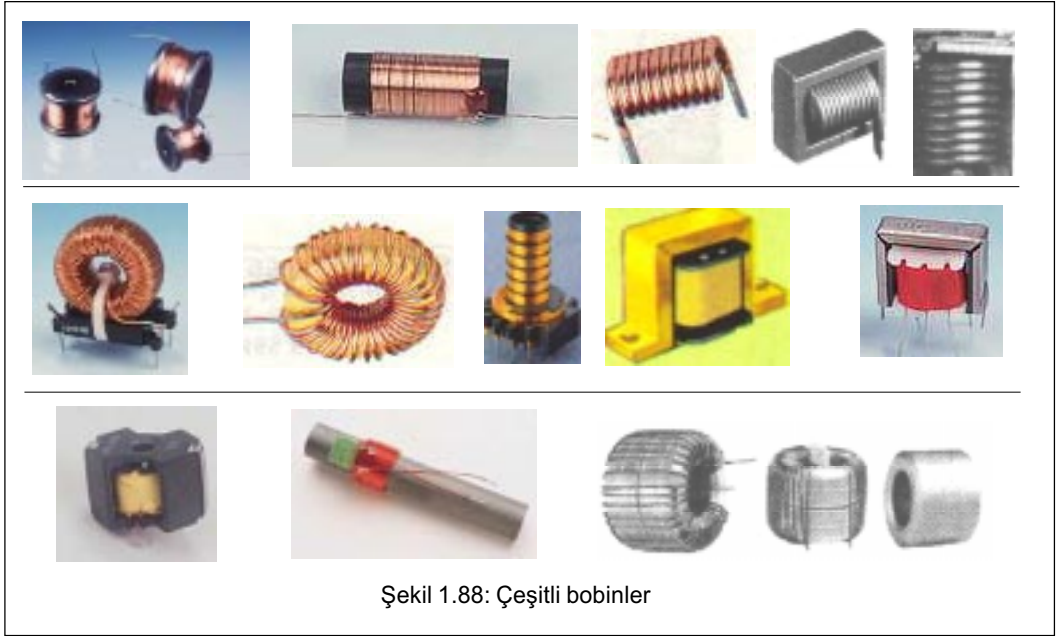
Büyük kapasiteli kondansatörleri pratik olarak şu şekilde de test edebiliriz: Kondansatör önce DC ya da AC ile şarj edilir. Sonra uçları birbirine değdirilir. Kıvılcım (*ark*) görülüyorsa kondansatör sağlamdır.

Fakat bu yöntem kondansatör açısından sakıncalıdır. Zira, kondansatörün hızlıca doldurulması ve boşaltılması plakaların tahrip olmasına yol açabilir. En sağlıklı test kapasitemetreyle yapılır. Ölçüm yapılmadan önce kondansatörün ayakları kısa devre edilerek üzerindeki elektrik yükü iyice boşaltılır. Bu yapılmazsa ölçüm tam doğru olmaz.

## Kondansatör arızaları

**a- Kısa devre:** İletken levhalar arasındaki yalıtkan (*dielektrik*) madde çeşitli nedenlerle delinir ve kondansatör özelliğini kaybeder. Bu durum ohmmetre ya da kapasitemetreyle kolayca anlaşılabilir.

**b- Devre kopukluğu:** Levhaları dış devreye bağlayan iletken ayaklar kopabilir. Bu durumda eleman değiştirilir.



Şekil 1.88: Çeşitli bobinler

## C- BOBINLER (ENDÜKTÖR, SELF, COIL)

İletken tellerin yan yana veya üst üste sarılmasıyla elde edilen devre elemanlarına bobin denir. Bobinlerin sembolü L, birimi Henry (H)'dir.

Bobinler DC ile beslenen bir devrede çalışırken akıma sadece omik direnç gösterirler. Yani, bobinin yapıldığı "metalin" akıma karşı gösterdiği zorluk söz konusudur.

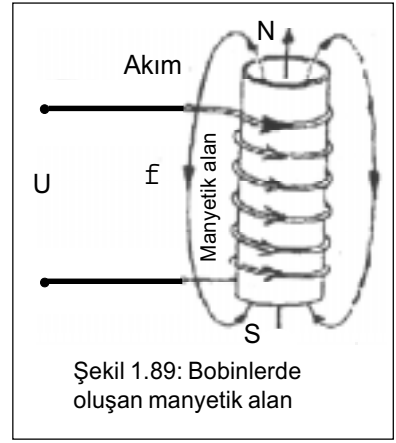
AC ile beslenen bir devrede ise, bobinin akıma gösterdiği direnç artar. Artışın sebebi bobin etrafında oluşan değişken manyetik alanın akıma karşı ilave bir karşı koyma (direnç)

etkisi oluşturmaktadır. AC sinyalin frekansı yükseldikçe oluşan manyetik alanın değişim hızı da artacağından bobinin akıma gösterdiği direnç de yükselir. Bu nedenle bobinler, dirençleri frekansla birlikte yükselen eleman olarak nitelendirilebilir.

Bobinlerin sarıldığı kısma “karkas, mandren ya da makara”, iletkenin karkas üzerinde bir tur yapmasına ise “sipir”, “tur” ya da “sarım” adı verilir.

Bobinlerde çoğunlukla dış yüzeyi izoleli (vernikli) bakır tel kullanılır.

1 Henry'den büyük endüktanslı bobinler DC güç kaynaklarında çıkış akımının düzgünleştirilmesinde (filtreleme, süzme) kullanılır. Bu bobinlere "şok", "tıkayıcı", "L filtre" gibi adlar verilir. Filtreleme işleminde kullanılan bobinlerin nüveleri ise ince çelik saclardan yapılır.



## Bobinlerle ilgili temel kavramlar

### 1- Endüktans

Bir bobinin kendi kendini etkileme derecesine endüktans denir. Başka bir deyişle, bobinden geçen 1 Amper'lik AC akımın 1 saniyedeki değişimi, 1 Volt'luk zıt emk oluşturuyorsa bu bobinin endüktansı 1 Henry'dir. Henry birimi, Joseph Henry (1797-1878) adlı bilginin soyadından alınmıştır.

Henry çok büyük bir birimdir. Uygulamada Henry'nin ast katları (*mili Henry, mikro Henry*) daha çok karşımıza çıkar.

Bobinlerin birimlerinin birbirine dönüşümünün basitçe gösterilişi şöyledir:

$$1 H = 10^3 mH = 10^6 \mu H.$$

$$1 mH = 10^{-3} H = 10^{-6} \mu H.$$

Bobinlerin AC sinyallere gösterdiği reaktans,  $X_L = \omega.L = 2\pi.f.L$  [W] denklemiyle bulunur. ( $p = 3,14$ .  $f =$  Frekans.  $\omega =$  Omega)

### 2- Reaktif devre elemanı olarak bobinler

Bobinler de kondansatörler gibi elektrik enerjisini harcamayan reaktif devre elemanıdır. Bu elemanlar elektrik enerjisini manyetik alan olarak depo ederler (*çok kısa süre*).

Kondansatörler devreye bağlıyken gerilimi geri bırakırken (*faz farkı*), bobinler, gerilimi ileri kaydırırlar. Bu özellikleriyle bobin ve kondansatör birbirinin tamamen zıttı durumundadır.

Bobin ve kondansatörlerin akım ile gerilim arasında faz farkı yaratması uygulamada çeşitli şekillerde fayda ya da zarara neden olur.

### 3- Bobinlerde zıt elektromotor kuvvet (zıt emk)

Bir bobine AC özellikli sinyal uygulandığı zaman, değişken akım bobinin etrafında “değişken manyetik alanların oluşmasını” sağlar. İşte bobin çevresinde oluşan manyetik

alan, bobin üzerinde iki etkide bulunur:

**I- Bobinlerin oluşturduğu manyetik alanın birinci etkisi:** Uygulanan alternatif akım sıfır değerinden maksimum değere doğru yükselirken, bobinin manyetik alanı kendisini oluşturan kuvvete karşı koyarak akımın artışı azaltmaya çalışır.

**II- Bobinlerin oluşturduğu manyetik alanın ikinci etkisi:** Uygulanan alternatif akım maksimum değerinden sıfır değerine doğru azalırken, bobinin manyetik alanı kendi üzerinde gerilim endükleyerek (*oluşturarak*) geçen akımın azalmasını yavaşlatmaya çalışır.

İşte bobinin oluşturduğu manyetik alanın kendi üzerinde oluşturduğu bu gerilime “zıt emk” denir. Zıt emk nedeniyle, bobinler akımın geçişini geciktirirler. Yani AC özellikli akımların  $90^\circ$  geri kalmasına neden olurlar.

#### 4- Bobinlerin endüktans değerinin değişmesine yol açan etkenler

Uygulamada kullanılan bir bobinin endüktansı çeşitli faktörlere göre azalmakta ya da artmaktadır. Bunlar: **a) Sarım sayısı.** **b) Nüve olarak kullanılan maddenin türü.** **c) Sarımlar arası aralık.** **d) Tel kesiti.** **e) Bobinin biçimi.** **f) Sargı katı sayısı.** **g) Bobinin çapı.** **h) Sargı tipi.** **ı) Uygulanan AC gerilimin frekansı.**



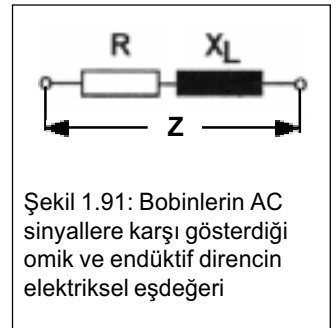
Şekil 1.90: Bobinlerde endüktansın değişmesine yol açan etkenler

#### 5- Bobinlerin DC ve AC akımlara karşı davranışı

Bir bobine DC akım uygulandığında geçen akım bobin etrafında sabit (*donuk, değişmeyen*) bir manyetik alan oluşturur. Bu alana yaklaştırılan "demir, nikel, kobalt" gibi cisimler bobin tarafından çekilir. Bobin içine nüve konmaz ise çekim gücü az olur. Nüve olarak demir, çelik, nikel gibi metaller yerleştirilirse bobinin mıknatısiyeti artar.

Bobine DC uygulanınca endüktif (indüktif) bir etki görülmez. Devreden geçen akıma yalnızca bobinin omik (R) direnci karşı koyar.

Ancak, bobine değişken gerilim (AC) uygulandığında, sarım etrafında oluşan değişken manyetik alan, akımın dolaşımına engel olucu nitelikte ikinci bir etki doğurur. Tamamen bobinin endüktansına bağlı olarak değişen karşı koyma şiddeti endüktif reaktans ( $X_L$ ) olarak



Şekil 1.91: Bobinlerin AC sinyallere karşı gösterdiği omik ve endüktif direncin elektriksel eşdeğeri

adlandırılır.

Bobinin AC akıma karşı gösterdiği iki zorluğa empedans adı verilir. Empedans değeri,  
 $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$  ile bulunur.

**Örnek:** Endüktansı 20 mH (0,02 H), omik direnci 6 W olan bobinin empedansını bulunuz. (Frekans 50 Hz'dir).

**Çözüm:**  $X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,02 = 6,28 \text{ W}$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{6^2 + 6,28^2} = \sqrt{36 + 39,43} = \sqrt{75,43} = 8,68 \text{ } \Omega$$

## Bobin çeşitleri

Bobinler kullanım yerlerine göre çeşitli modellerde üretilirler. Bu bölümde yaygın olan modeller hakkında temel bilgiler verilecektir.

### Sabit endüktanslı bobin çeşitleri

#### a- Hava nüveli bobinler

Az sipirli olup yüksek frekanslı sistemlerde kullanılırlar. (FM radyo alıcıları, telsiz, tv ve anten yükseltici devreleri vb.) Devreye bağlı olan bu tip bobinin pozisyonunun el sürerek dahi değiştirilmesi sakıncalıdır. Çünkü, bobinin endüktans değeri değişerek devrenin çalışmasını olumsuz etkiler.

Bu sebeple bazı cihazlarda kullanılan hava nüveli bobinlerin üst kısmı, mekanik zorlanmalardan etkilenmemesi için silikon benzeri yapıştırıcı maddelerle kaplanır.



Şekil 1.92: a) Hava nüveli bobin sembolleri  
b) Hava nüveli bobin örnekleri

#### b- Ferrit (ferit) nüveli bobinler

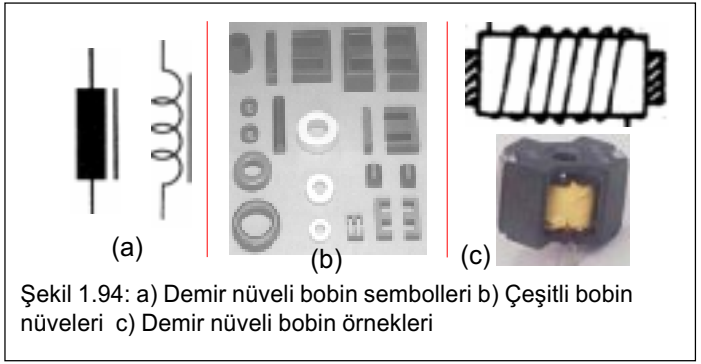
Bu tip nüveli bobinler radyo frekans ve yüksek frekanslı devrelerde kullanılır. Nüve, demir, nikel, kobalt, alüminyum, bakır ve bazı katkı maddelerinin bir araya getirilmesiyle üretilmiştir. Ferrit nüveli radyo frekans bobinleri çoğunlukla petek şeklinde sarılır. Petek sargı bobin sipirleri arasındaki kaçak kapasiteyi azaltır. Ferrit nüveler yüksek değerli bobinler üretilmesini sağlar. Bu nüvelerin bir başka yararı ise, az bir iletkenle istenilen değerde bobin yapılabilmesini sağlamasıdır.

Ferrit nüveler endüktansı artırıcı etki yaparken, manyetik kuvvet çizgilerine karşı yüksek direnç gösteren pirinç ve alüminyumdan yapılmış nüveler endüktansı düşürürler. İletken



Şekil 1.93: a) Ferrit nüveli bobin sembolleri  
b) Ferrit nüveli bobin örnekleri

olan bu tip nüvelerin üzerinden manyetik alandan dolayı yüksek değerli kısa devre akımları (*iç akımlar*) dolaşır. Özellikle MHz düzeyindeki frekanslara sahip devrelerde bobin nüveleri kısa devre akımlarının az dolaşmasını sağlayacak malzemelerden yapılır.



### c- Demir nüveli bobinler

Bu tip bobinlere “şok bobini” de denir. Uygulamada filtreleme ve ses frekans devrelerinde kullanılırlar. Şekil 1.94'de demir nüveli bobin örnekleri verilmiştir.

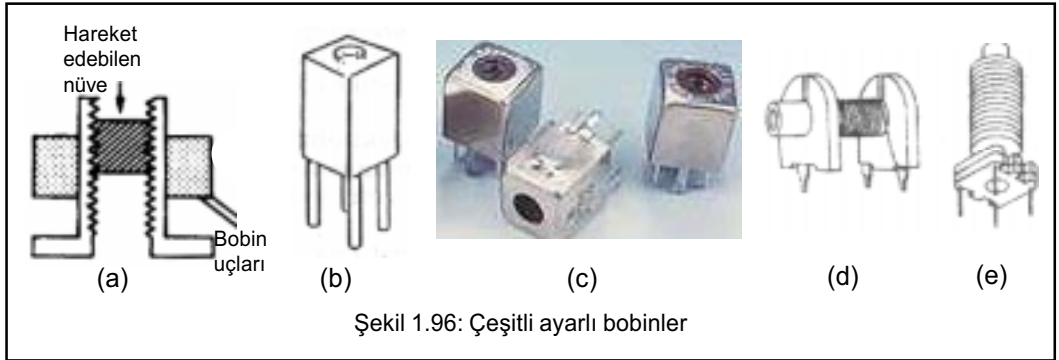
### d- Sac (laminated) nüveli bobinler

Transformatör, balast, AC ile çalışan motorlar, kontaktör vb. gibi yerlerde fuko akımlarının etkisini azaltmak için birer yüzleri yalıtılmış saclardan yapılmış nüveli bobinlerdir. Şekil 1.95'de sac nüveli bobin örnekleri verilmiştir.



### Ayarlı bobinler

Elektronik devrelerde sabit değerli bobinlerin yanında endüktans değeri değiştirilebilen bobinler de yaygın olarak kullanılmaktadır.

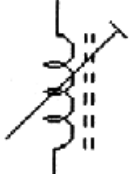
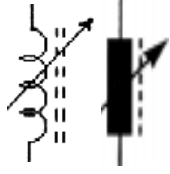

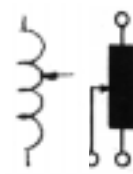
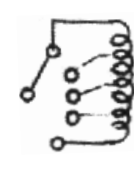


### a- Nüvesi hareketli bobinler

Şekil 1.96-a-b-c'de görüldüğü gibi bobinlerin içindeki nüve hareketlidir. Nüvenin hareket ettirilmesiyle birlikte bobinin manyetik alanı değişerek endüktans değişmektedir.

### b- Sargı ayarlı bobinler (varyometre)

Bobinin üzerine sürtünen tırnak şeklindeki bir uç aracılığıyla bobinin değeri ayarlanabilir. Şekil 1.97-d'de sargı ayarlı bobin sembolü görülmektedir.

				
a) Ferrit nüveli tornavida ayarlı (trimer) tip ayarlı bobin sembolü	b) Ferrit nüveli elle ayarlı bobin sembolleri	c) Demir nüveli elle ayarlı bobin sembolü	d) Sargı ayarlı bobin sembolleri	e) Kademeli ayarlı bobin sembolü

Şekil 1.97: Ayarlı bobin sembolleri

### c- Çok uçlu (kademeli) ayarlı bobinler

Bobinden alınan uçlar çok konumlu bir anahtara (*komütatör*) bağlanarak farklı endüktanslar elde edilebilir. *Şekil 1.97-e'de kademeli ayarlı bobin sembolü görülmektedir.*

### Bobinlerin değerinin renk kodlarıyla belirtilmesi

Bazı firmalar ürettikleri bobinlerin kaç mikro Henry olduğunu renk kodlarıyla belirtmektedir. Bu yöntem dirençlerin kodlanmasına benzerdir.

#### Örnekler

- Kahve, siyah, siyah : 10 mH.
- Kırmızı, kırmızı, altın : 0,22 mH.



**Not:** Yüksek frekanslı devrelerde (tv, video, tv anten yükselteci, FM radyo, FM verici vb.) kullanılan "bobinler", bakırlı plaket üzerine çizilmiş düz bir çizgi ya da zikzaklı bir çizgi ile de elde edilebilmektedir.

### Bobinlerin endüktans değerinin belirlenmesi

Endüktansmetre ile yapılan ölçümde bobinlerin endüktans değeri "Henry" cinsinden belirlenebilir.

### Bobinlerin sağlamlık testi

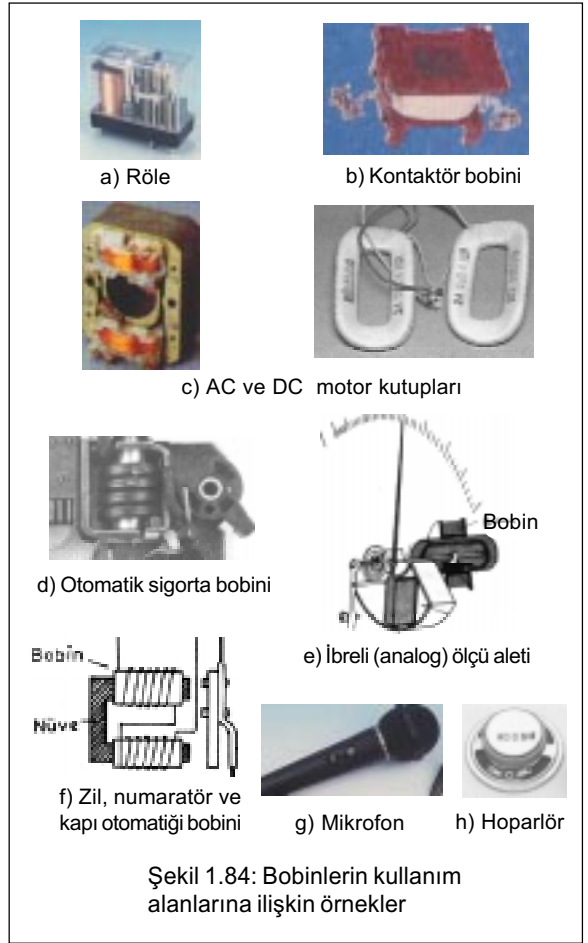
Ohmmetre ya da endüktansmetre ile yapılabilir. Ohmmetreyle yapılan ölçümde bobinin sadece DC özellikli akımlara karşı gösterdiği omik direnç değeri ve kullanılan telin kopuk olup-olmadığı ölçülmüş olur. Endüktansmetre ile yapılan ölçümde ise hem bobinin değeri, hem de sağlam olup olmadığı anlaşılabilir.

## Bobinlerin uygulamadaki kullanım alanları

- I- Röleler.
- II- Kontaktörler.
- III- AC ve DC Motorlar.
- IV- Otomatik sigortalar.
- V- İbrelili (analog) ölçü aletleri.
- VI- Zil, numarator ve kapı otomatikleri.
- VII- Dinamik tip mikrofonlar.
- VIII- Dinamik tip hoparlörler.
- IX- Doğrultmaç filtreleri.
- X- Transformatörler.
- XI- Teyp ve videoların kayıt, okuma sistemleri.
- XII- Balastlar.

## Sorular

- 1- Direnç nedir? Tanımlayınız.
- 2- 47000 KW  $\pm$  % 10 toleranslı direncin renklerini bulunuz.
- 3- Dört renkli direnç kodlaması hakkında bilgi veriniz.
- 4- Beş renkli direnç kodlaması hakkında bilgi veriniz.
- 5- Turuncu, beyaz, kırmızı, gümüş renk bandları olan direncin değerini bulunuz.
- 6- Dirençlerin seri, paralel ve karışık bağlanmasında ortaya çıkan durumları açıklayınız ve denklemleri yazınız.
- 7- Ohm yasasının tanımını yapınız.
- 8- 22 KW'luk bir dirence uygulanan gerilim 220 V olduğuna göre, elemandan geçen akımı Amper cinsinden bulunuz.
- 9- Kondansatörlerin bozulma nedenlerini yazınız.
- 10- Hava nüveli bobinler hakkında bilgi veriniz.
- 11- 330 nF kaç pF'dır?
- 12- Ayarlı kondansatörler hakkında bilgi veriniz.
- 13- Bobinler DC ve AC özellikli akımlara karşı nasıl davranırlar? Açıklayınız.



## **Ünite I: Pasif devre elemanları.**

A-Dirençler.

1-Sabit dirençler.

a) Yapısı ve çeşitleri.

b) Renk kodları.

2-Ayarlı dirençler.

a)Yapısı.

b) Çeşitleri.

B-Kondansatörler.

1-Sabit kondansatörler.

a)Yapısı ve çeşitleri.

b) Renk kodları.

2-Ayarlı kondansatörler.

a) Yapısı.

b) Çeşitleri.

C-Bobinler.

1-Sabit bobinler ve yapıları.

## **Ünite II: Yarı iletkenler.**

A-İletken, yalıtkan ve yarı iletkenin tanımı.

B-Enerji seviyeleri ve band yapıları.

C-Saf germanyumun/silisyumun kristal yapısı ve kovalent bağ.

D-Saf olmayan (katkılı) germanyumun/silisyumun kristal yapısı.

1-N tipi yarı iletken.

2-P tipi yarı iletken.

E-N ve P tipi yarı iletkenlerde elektron ve oyukların hareketi.

## **Ünite III: Diodlar.**

A-Diodun temel yapısı.

1-Polarımsız (gerilimsiz) P-N birleşimi.

2-Polarlı (gerilim uygulanmış) P-N birleşimi.

a) Doğru polarıma.

b) Ters polarıma.

B-Diod çeşitleri ve yapıları.

1-Doğrultmaç diodun ve düz-ters elektriksel karakteristik eğrisi.

2-Zener diod ve elektriksel karakteristiği.

3-Tünel diod ve elektriksel karakteristiği.

4-Led diodlar.

5-Foto diodlar.

6-Varikap diodlar.

7-Diğer diodlar.

## **Ünite IV: Transistörler.**

A-NPN ve PNP transistörlerin

1-Yapısı ve çalışması.



2-Polarmalandırılması.

a) Doğru polarma.

b) Ters polarma.

3-Akım ve gerilim yönleri.

4-Sağlamlık testinin yapılışı.

B-Transistörlerle yükseltme işleminin yapılışı.

1-Alfa ve beta akım kazançlarının bulunması.

2-Alfa ve beta akım kazançlarının birbirine dönüştürülmesi.

C-Transistörlerin anahtarlama elemanı olarak çalıştırılması.

D-Transistörlerin yükselteç olarak çalıştırılması.

E-Transistörlerin çalışma kararlılığını etkileyen unsurlar.

F-Transistörlerin çalışma noktasının kararlı (stabil) hale getirilebilmesi için kullanılan yöntemler.

G-Transistörlerin katalog bilgileri.

1-Transistör kodlamaları.

2-Katalog kullanımı ve karşılıkların bulunuşu.

## **Ünite V: Güç kaynakları.**

A-Transformatörler.

1-Yapısı ve çeşitleri.

2-Çalışma prensibi.

3-Trafo seçimi.

B-Doğrultma ve süzgeç devreleri.

1-Yarım dalga doğrultmaç devre.

2-Tam dalga doğrultma devreleri.

a) İki diodlu.

b) Köprü tipi.

3-Süzgeç devreleri.

a) Kondansatörlü.

b) Bobinli.

c) CLC tipi.

C-Regüle devreleri.

1-Zener diodun regülatör olarak kullanılması.

2-Seri regülatör devresi.

3-Şönt regülatör devresi.

4-Entegre regülatörler.

a) Pozitif çıkışlı regülatörler.

b) Negatif çıkışlı regülatörler.

c)Ayarlı çıkışlı regülatörler.

D-Gerilim katlayıcılar.

1-İkileyici.

2-Üçleyici.

3-n'leyici.

## **Ünite VI: Transistörlü yükselteçler.**

A-Polarma yöntemleri.

1-Basit (sabit) polarma.

2-Otomatik polarma (kollektör-beyz polarması).

3-İdeal (tam kararlı) polarma.

B-Temel yükselteç devreleri.

1-Emiteri ortak (şase) bağlı yükselteçler.

2-Beyzi ortak bağlı yükselteçler.

3-Kollektörü ortak bağlı yükselteçler.

C-Transistörlerin dört bölge karakteristik eğrileri.

1-I. Bölge (IC-UCE) karakteristiği ve yük doğrusunun çizimi.

2-II. Bölge (IB-IC) karakteristiği.

3-III. Bölge (UBE-IB) karakteristiği.

4-IV. Bölge (UBE-UCE) karakteristiği.

D-Yükselteçlerin çalışma sınıfları.

1-A sınıfı gerilim yükselteci.

2-Faz tersleyiciler.

3-Güç yükselteç tipleri.

a) Push-pull yükselteçler.

b) Simetrik yükselteçler.

4-Yükselteçlerde ses, ton ve balans kontrol devreleri.

5-Darlington bağlantı.

6-HI-FI stereo yükselteçler ve düzenler.

## **Ünite VII: Mikrofonlar ve hoparlörler.**

1-Mikrofonların yapısı, çeşitleri ve çalışması.

a) Dinamik (manyetik, bobinli) mikrofonlar.

b) Kapasitif mikrofonlar. c) Kristal mikrofonlar.

2-Mikrofonların özellikleri ve empedans kavramı.

B-Elektriğin sese çevrilmesi.

1-Dinamik hoparlörün yapısı ve çalışması.

2-Hoparlörlerde empedans.

3-Hoparlörlerin seri ve paralel bağlantısı.



