

# **BSM213-Elektronik Devreler ve Laboratuvarı**

## **HAFTA 1**

# KONULAR

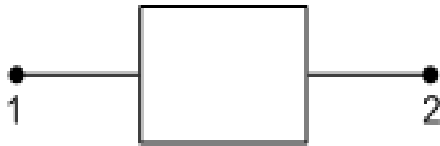
- Bir Elektrik Devresinde Akım, Gerilim ve Fonksiyonların Tanımlanması
- Devre Elemanları ve Tanım Bağlılıkları
- Devre Çözüm Yöntemleri
- Yarı İletken Malzemeler
- Diyot Uygulamaları
- İki Kutuplu Jonksiyon Transistörleri (BJT)
- Alan Etkili Transistörler (FET)

**FİZİKSEL  
VE  
ELEKTRİKSEL  
SİSTEMLER**

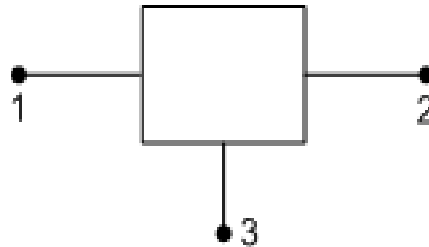
- Birbirine tesir eden fiziksel elemanların oluşturduğu sisteme veya belirli bir görevi gerçekleştirmek üzere birbirine bağlanmış fiziksel eleman ya da düzenlerin oluşturduğu kümeye fiziksel sistem denir.
- En basit fiziksel sisteme fiziksel eleman denir. O halde, bir **elektrik devresi**, bu devreyi oluşturmak üzere birbirlerine bağlanmış bulunan düzenler topluluğudur.
- Elektrik devrelerini oluşturan düzenlere bu devrenin **eleman**'ları adı verilir.

- Devre elemanları, birbirlerine, sahip oldukları **uç**'lar yardımı ile bağlanabilmektedir.
- En basit bir devre elemanının iki ucu vardır ve bu elemana **2-uçlu devre elemanı** ya da kısaca 2-uçlu denilmektedir.
- Uç sayısı ikiden fazla olan bir devre elemanına da çok-uçlu eleman ya da uç sayısı  $n(n>2)$  ise,  **$n$ -uçlu** devre elemanı adı verilmektedir.

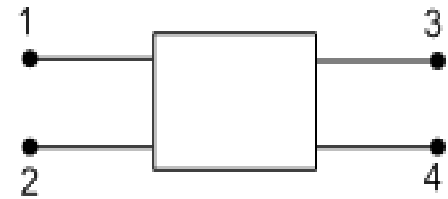
- En basit iki, üç ve dört uçlu devre elemanları aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



İki uçlu devre elemanı



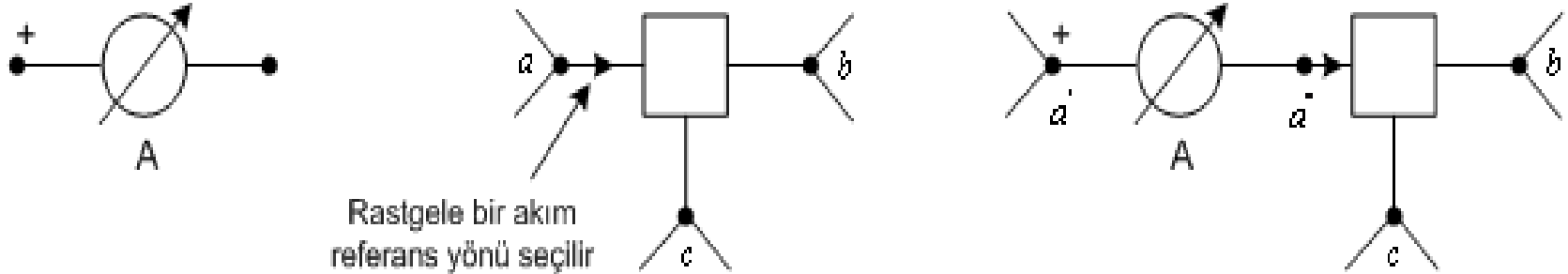
Üç uçlu devre elemanı



Dört uçlu devre elemanı

# **AKIM, GERİLİM VE FONKSİYONLARIN TANIMLANMASI**

# Akım denklemlerinin işlemsel tanımları

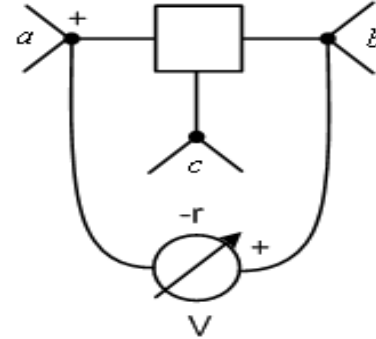
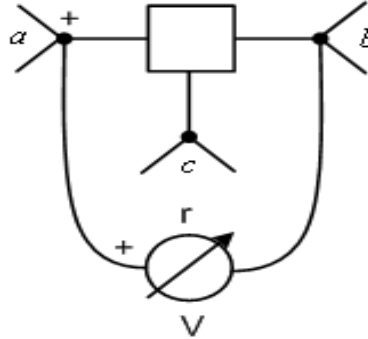
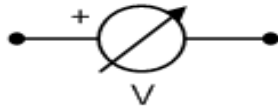


Akımın işlemsel tanımını yukarıdaki şekile bakarak şöyle verebiliriz. Akımlar devre elemanlarının uçlarında ölçülür. Bu durumda “a” ucuna ait akımı ölçelim.

- Akım ölçülecek olan uca önce bir referans yönü konur. Ölçü aletinin “+” ucu, seçilen akım referans yönüne bağlanmalıdır.
- Bu şekilde bağlanan ampermetrenin ölçtüğü değere “a” ucuna ilişkin akım denir.  $i = i(t)$  ifadesine de, akımın ani değeri denir.



# Gerilim denklemlerinin işlemsel tanımları



Gerilimin işlemsel tanımını yukarıdaki şekile bakarak şöyle verebiliriz.

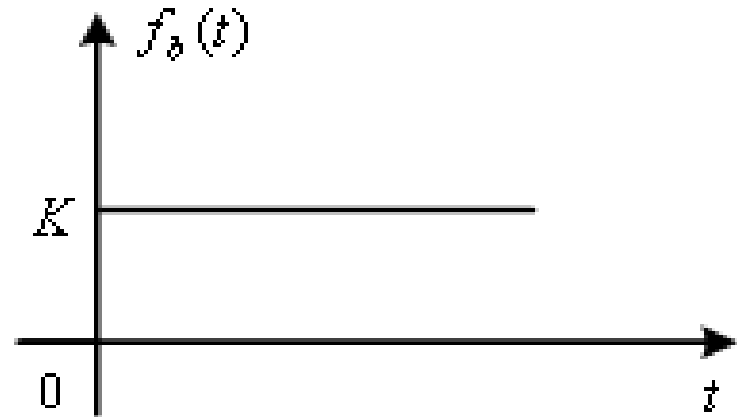
- Önce gerilimi ölçülecek elemana ait bir referans yönü seçilmelidir. Ölçü aletinin “+” ucu referans seçilen uca bağlanmalıdır.
- Bu şekilde bağlanan voltmetrenin ölçtüğü değere “a” noktasının (ucunun) “b” noktasına (ucuna) göre gerilimi adı verilir.

# Akım ve Gerilim Fonksiyonları

## Basamak Fonksiyonu

Bu fonksiyonun tanım bağıntısı aşağıdaki eşitlikle verilir ve yine aşağıdaki şekilde gösterilir.

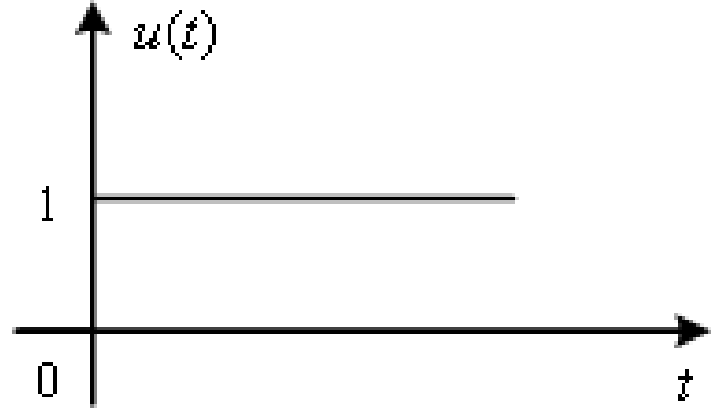
$$f_b(t) = \begin{cases} K & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$$



# Birim Basamak Fonksiyonu

Birim basamak fonksiyonunun tanım bağıntısı da aşağıdaki eşitlikle verilir ve yine aşağıdaki şekilde gösterilir. Dolayısı ile birim basamak fonksiyonunu  $f_b(t) = Ku(t)$  şeklinde yazabiliriz.

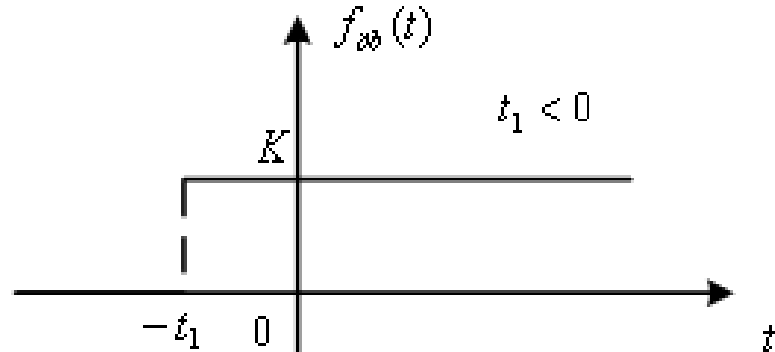
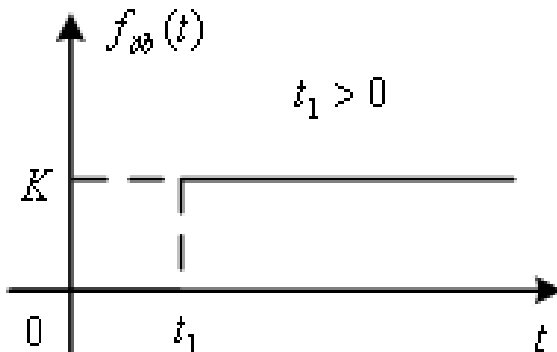
$$u(t) = \begin{cases} 1 & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$$



# Ötelenmiş Basamak Fonksiyonu

Ötelenmiş basamak fonksiyonunun tanım bağıntısı aşağıdaki gibi verilir ve yine aşağıdaki gibi gösterilir. Burada  $t_1$  negatif veya pozitif olabilir. Bu durumda ötelenmiş basamak fonksiyonu  $f_{\text{öb}}(t) = f_b(t - t_1)$  şeklinde yazılabilir. Buna göre  $t_1$  kadar ötelenmiş birim basamak fonksiyonu  $u(t - t_1)$  şeklinde verilir.

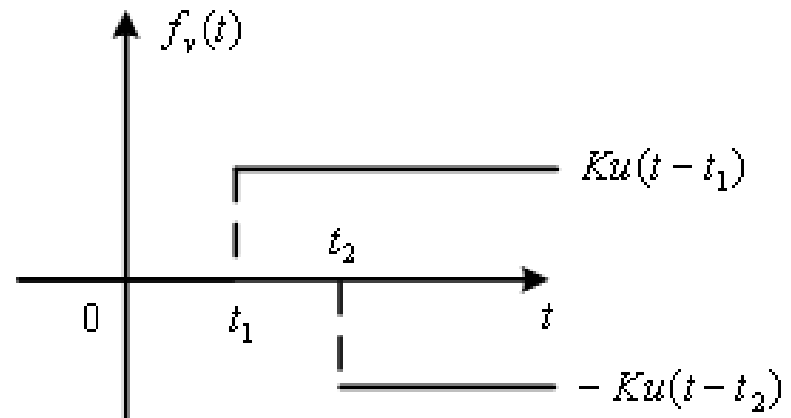
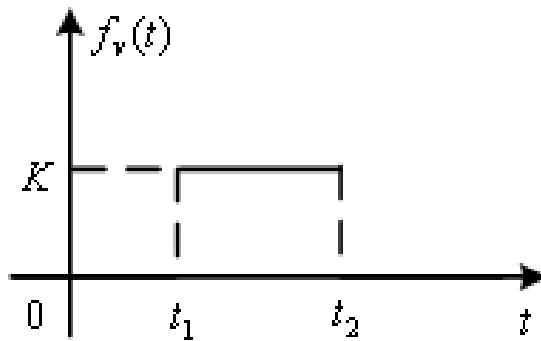
$$f_{\text{öb}}(t) = \begin{cases} K & t \geq t_1 \\ 0 & t < t_1 \end{cases}$$



# Vuru Fonksiyonu

Vuru fonksiyonunun tanım bağıntısı aşağıdaki gibi verilir ve yine aşağıdaki gibi gösterilir.

$$f_v(t) = \begin{cases} K & t \geq t_1 \text{ ve } t < t_2 \\ 0 & t < t_1 \text{ ve } t \geq t_2 \end{cases}$$

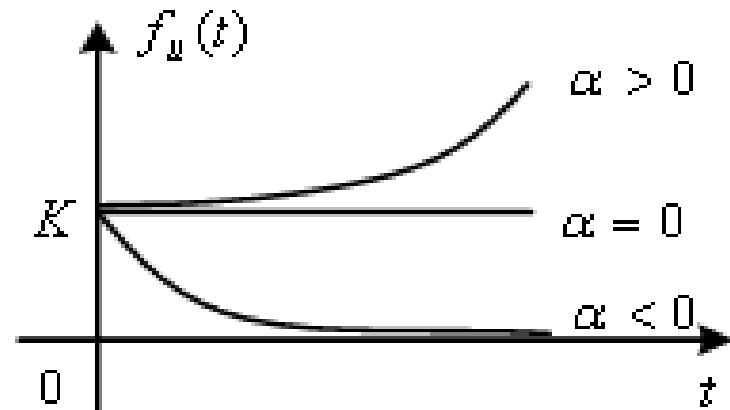


# Üstel Fonksiyon

Üstel fonksiyonun tanım bağıntısı aşağıdaki gibi verilir ve yine aşağıdaki gibi gösterilir.

Dolayısı ile üstel fonksiyon  $f_{\ddot{u}}(t)=Ke^{\alpha t}u(t)$  şeklinde yazılabilir.

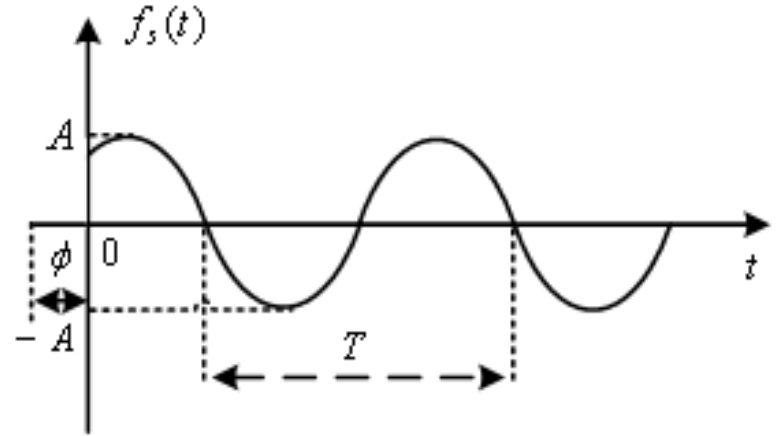
$$f_{\ddot{u}}(t)=\begin{cases} Ke^{\alpha t} & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$$



# Sinüzoidal Fonksiyon

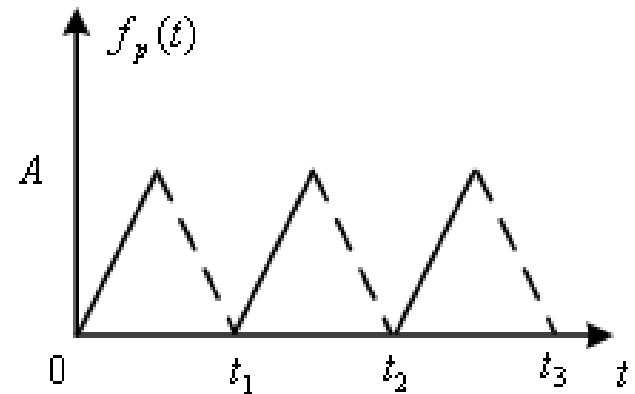
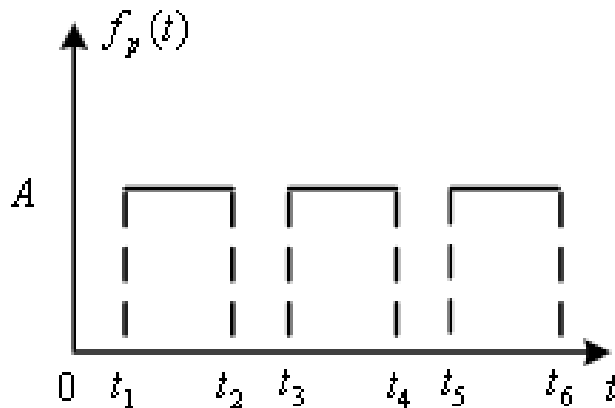
Sinüzoidal fonksiyonun tanım bağıntısı aşağıdaki gibi verilir ve yine aşağıdaki gibi gösterilir.

$$f_s(t) = \begin{cases} A \sin(\omega t + \phi) & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$$



# Periyodik Fonksiyonlar

Periyodik fonksiyonlara ait iki örnek aşağıda verilmiştir.



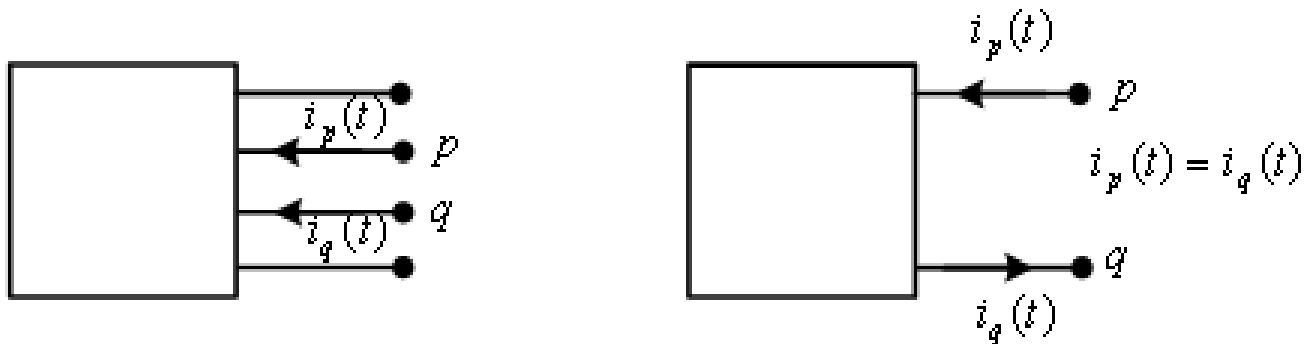


# **TANIMLANMIŞ BÜYÜKLÜKLER**

**Uyumlu referans yönleri :** Gerilim kutbu ile akım oku aynı yönde (kuyruğunda) ise bunlar uyumlu referans yönleridir.



**Kapı:**  $i_p(t) = -i_q(t)$  ise  $(p, q)$  uç çifti bir kapıdır denir. Yani iki uç yalnız bir kapı oluşturur.



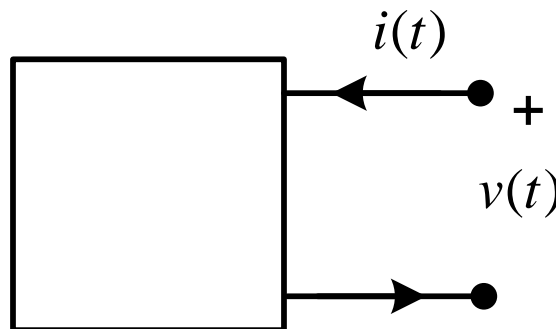
**Güç** : Güç, uyumlu referans yönleri için ve aynı zamanda herhangi bir kapi için tanımlanmıştır. Birimi ise Watt dır.

**1-kapılının ani gücü:** 1-kapılı elemanın ani gücü aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$P(t) = v(t) i(t) \quad (\text{Bu güç reel bir sayıdır.})$$

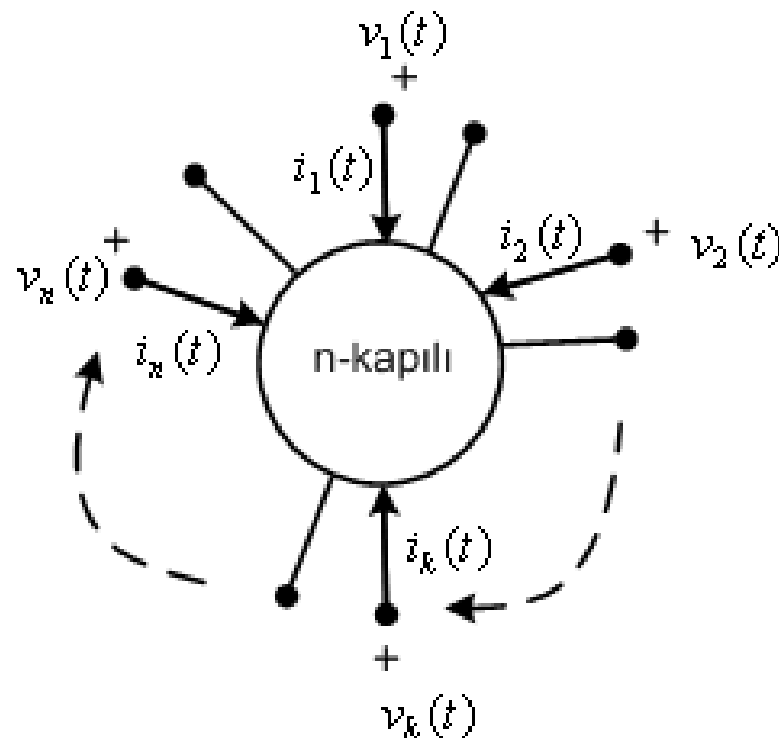
$P(t) > 0$  ise tanım uyarınca bu 1-kapılı güç alıyor demektir.

$P(t) < 0$  ise tanım uyarınca bu 1-kapılı güç veriyor demektir.



**n-kapılının ani gücü:** n-kapılı elemanın ani gücü aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$P_k(t) = v_k(t) i_k(t) \quad P(t) = \sum_{k=1}^n P_k(t) \quad P(t) = \sum_{k=1}^n v_k(t) i_k(t)$$



Kapılara ilişkin gerilim vektörü ile akım vektörü aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$v(t) = \begin{bmatrix} v_1(t) \\ v_2(t) \\ \vdots \\ v_n(t) \end{bmatrix} \quad i(t) = \begin{bmatrix} i_1(t) \\ i_2(t) \\ \vdots \\ i_n(t) \end{bmatrix}$$

Buna göre n-kapılıının ani gücü vektörel biçimde aşağıdaki gibi yazılabilir.

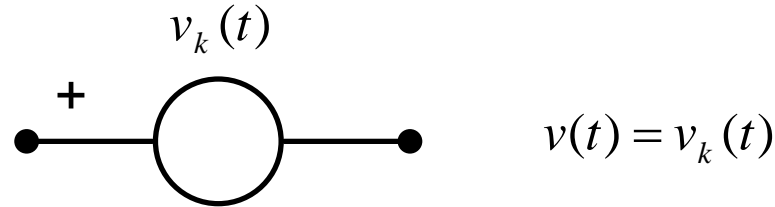
$$P(t) = v^T(t) i(t) = i^T(t) v(t)$$

# **Devre elemanları**

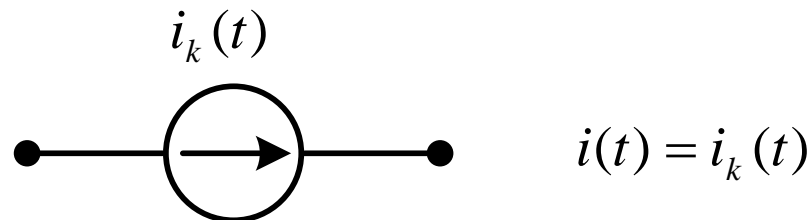
- **1-kapılı devre elemanı**
- **2-kapılı devre elemanı**
- **n-kapılı devre elemanı**

**1-kapılı devre elemanları**

**1. Bağımsız gerilim kaynağı: Birimi volt(1V) dur.**



**2. Bağımsız akım kaynağı: Birimi amper(1A) dir.**





**3. Direnç elemanı:**  $R$  harfi ile gösterilir ve birimi 1ohm( $1\Omega$ ) dur.



Direncin tanım bağıntısı aşağıdaki gibi ifade edilir.

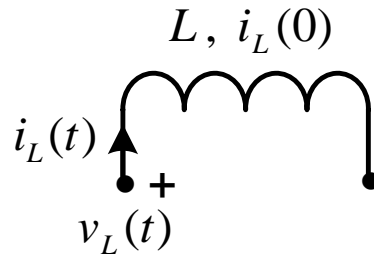
$$v(t) = R \cdot i(t) \qquad i(t) = G \cdot v(t)$$

Yukarıdaki ifadelerde  $R$  direnç ve  $G$  iletkenlik olarak adlandırılır ve iletkenliğin birimi 1 mho veya 1 siemens dir. Direncin ani gücü aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$p(t) = R \cdot i^2(t) \qquad p(t) = G \cdot v^2(t)$$

Direnç elemanı pasif bir eleman olup, üzerinde güç harcar. Yani  $p(t)$  değeri daima pozitifdir.

**4. Endüktans elemanı:**  $L$  harfi ile gösterilir ve birimi 1Henry (1H) dir.



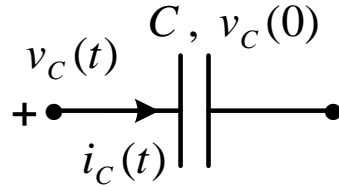
Endüktansın tanım bağıntısı aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$v_L(t) = L \cdot \frac{di_L(t)}{dt}$$

Endüktansın ani gücü ise aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$p_L(t) = v_L(t) \cdot i_L(t) = L i_L(t) \cdot \frac{di_L(t)}{dt}$$

**5. Kapasite elemanı:**  $C$  harfi ile gösterilir ve birimi 1Farad (1F) dır.



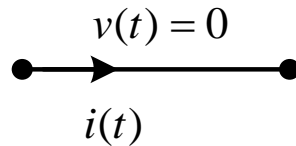
Kapasitenin tanım bağıntısı aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$i_C(t) = C \cdot \frac{dv_C(t)}{dt}$$

Kapasitansın ani gücü aşağıdaki gibi tanımlanır.

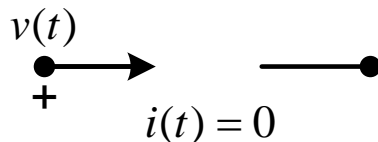
$$p_C(t) = v_C(t) \cdot i_C(t) = C \cdot v_C(t) \cdot \frac{dv_C(t)}{dt}$$

**6. Kısa-devre elemanı:** Bu kısa devre elemanının gücü sıfırdır. Bu yüzden bağlı olduğu devreye ne enerji verir ve ne de bağlı olduğu devreden enerji alırlar.



$$p(t) = v(t) \cdot i(t) = 0$$

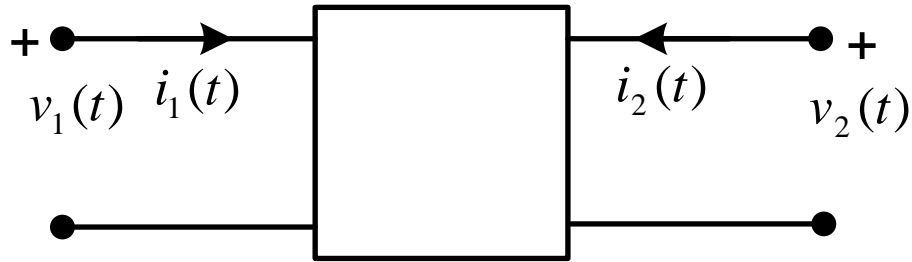
**7. Açık-devre elemanı:** Aynı şekilde bu açık devre elemanının gücü de sıfırdır. Bu yüzden bağlı olduğu devreye ne enerji verir ve ne de bağlı olduğu devreden enerji alırlar.



$$p(t) = v(t) \cdot i(t) = 0$$

# **2-kapılı devre elemanları**

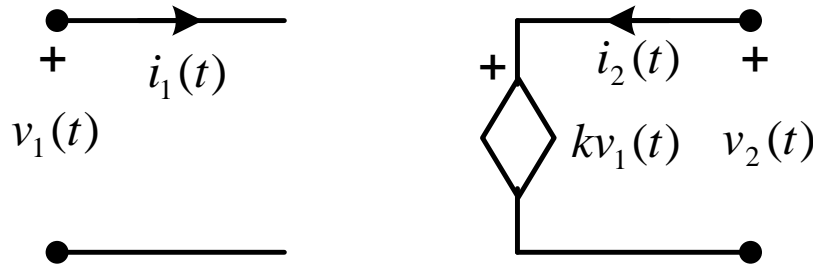
# 1. Bağımlı kaynaklar



## (a) GK GK (Gerilimle kontrol edilebilen gerilim kaynağı):

Bu iki kapılı aşağıdaki iki bağıntıyı da aynı anda gerçekliyorsa bu 2-kapılı bir GK GK dır.

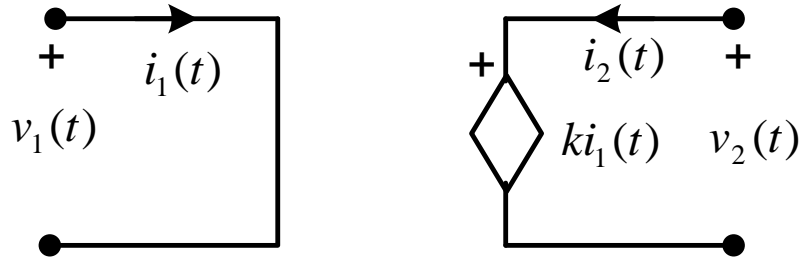
$$\begin{aligned} i_1(t) &= 0 \\ v_2(t) &= k v_1(t) \end{aligned}$$



## (b) AKGK(Akımla kontrol edilebilen gerilim kaynağı):

Bu iki kapılı aşağıdaki iki bağıntıyı da aynı anda gerçekliyorsa bu 2-kapılı bir AKGK dır.

$$\begin{aligned}v_1(t) &= 0 \\ v_2(t) &= k i_1(t)\end{aligned}$$



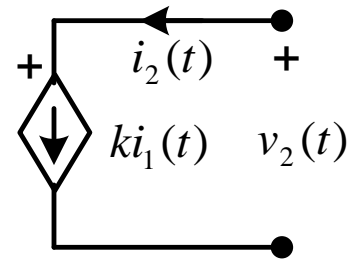
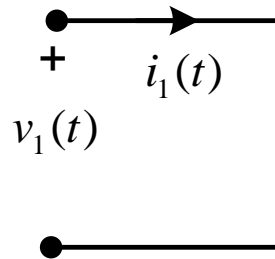


## (b) AKAK(Akımla kontrol edilebilen akım kaynağı):

Bu iki kapılı aşağıdaki iki bağıntıyı da aynı anda gerçekliyorsa bu 2-kapılı bir AKAK dır.

$$v_1(t)=0$$

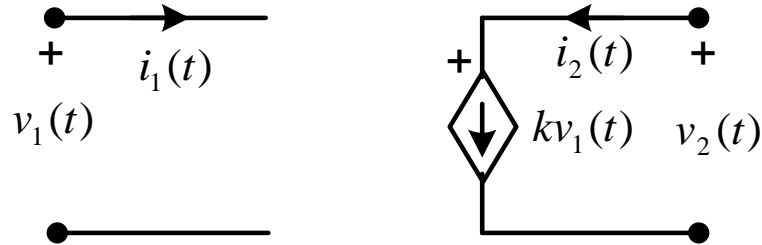
$$i_2(t)=ki_1(t)$$



## (a) GKAK(Gerilimle kontrol edilebilen akım kaynağı):

Bu iki kapılı aşağıdaki iki bağıntıyı da aynı anda gerçekliyorsa bu 2-kapılı bir GKAK dır.

$$\begin{aligned}i_1(t) &= 0 \\ i_2(t) &= kv_1(t)\end{aligned}$$



Bu iki kapılının ani gücü ise aşağıdaki gibi hesaplanır ki; bu güç pozitif de olabilir negatif de olabilir.

$$p(t) = \underbrace{p_1(t)}_0 + p_2(t) \quad p_2(t) = v_2(t) \cdot i_2(t) = kv_2(t) \cdot v_1(t)$$

Aşağıda en çok kullanılan diğer iki kapılı devre elemanları listelenmiştir.

- Transformatör
- İdeal negatif gerilim çevirici
- İdeal negatif akım çevirici
- Pasif jirator
- Aktif jirator
- İşlemsel kuvvetlendirici
- Diferansiyel girişli işlemsel kuvvetlendirici