

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: OHM KANUNU, İŞ, ENERJİ VE GÜÇ

### Anahtar Kelimeler

Enerji, ohm kanunu, kutuplandırma, güç, güç dağılımı, watt (W), wattaat (Wh), iş.

Teknik elemanların kariyerleri için ohm kanunu esas teşkil etmektedir. Çünkü ohm kanunu elektrik ve elektronik devrelerin bütün türlerinde elektriki büyüklüklerin hesabının temelidir. Bu bölümden itibaren gelişmiş bir hesap makinesini kullanmaya başlanmasında fayda vardır.

### **Bu bölümde kazandırılacak yeterliklerden sonra öğrenci;**

- Akım, gerilim ve direnç arasındaki ilişkileri açıklar.
- Verilen bir devrede bilinmeyenleri bulmak için ohm kanununu kullanır.
- Devre üzerinde akım akış yönü ve gerilim kutuplanmalarını gösterir.
- Ohm kanunu ile çözüm yapmak için 10'un katlarını ve metrik ön ekleri kullanır.
- Güç dağılımını açıklar.
- Güç değerini hesaplamak için uygun eşitlikleri kullanır.
- 

### **OHM KANUNU VE ELEKTRİKİ BÜYÜKLÜKLER ARASINDAKİ İLİŞKİ**

Üç önemli elektrikî büyüklük arasındaki ilişkiye direnç birimine de soyadını veren Georg Simon OHM açıklamıştır. Buna göre bir devreden akan akım devreye uygulanan gerilimle doğru devrenin direnci ile ters orantılıdır. Doğru orantılıın anlamı biri artıyorken diğerinin de artması azalıyorken diğerinin de azalmasıdır. Ters orantılı derken anlatılmak istenen ise biri artıyorken diğerinin azalmasıdır.

Ohm kanunu göre bir devre elemanından geçen akım, o devre elemanının uçları arasındaki gerilimin devre elemanının direncine oranıdır. Burada devre elemanı ifadesi ile anlatılan iki uçlu pasif devre elemanıdır.

$$I = V / R \text{ (Amper = Volt / Ohm)}$$

Ohm kanunu olarak bilinen yukarıdaki eşitlikte görüldüğü gibi direnç sabitken gerilim arttırıldığında akım da artmaktadır. Gerilim sabitken direnç arttırıldığında akım o oranda azalmaktadır.

Ohm kanunu

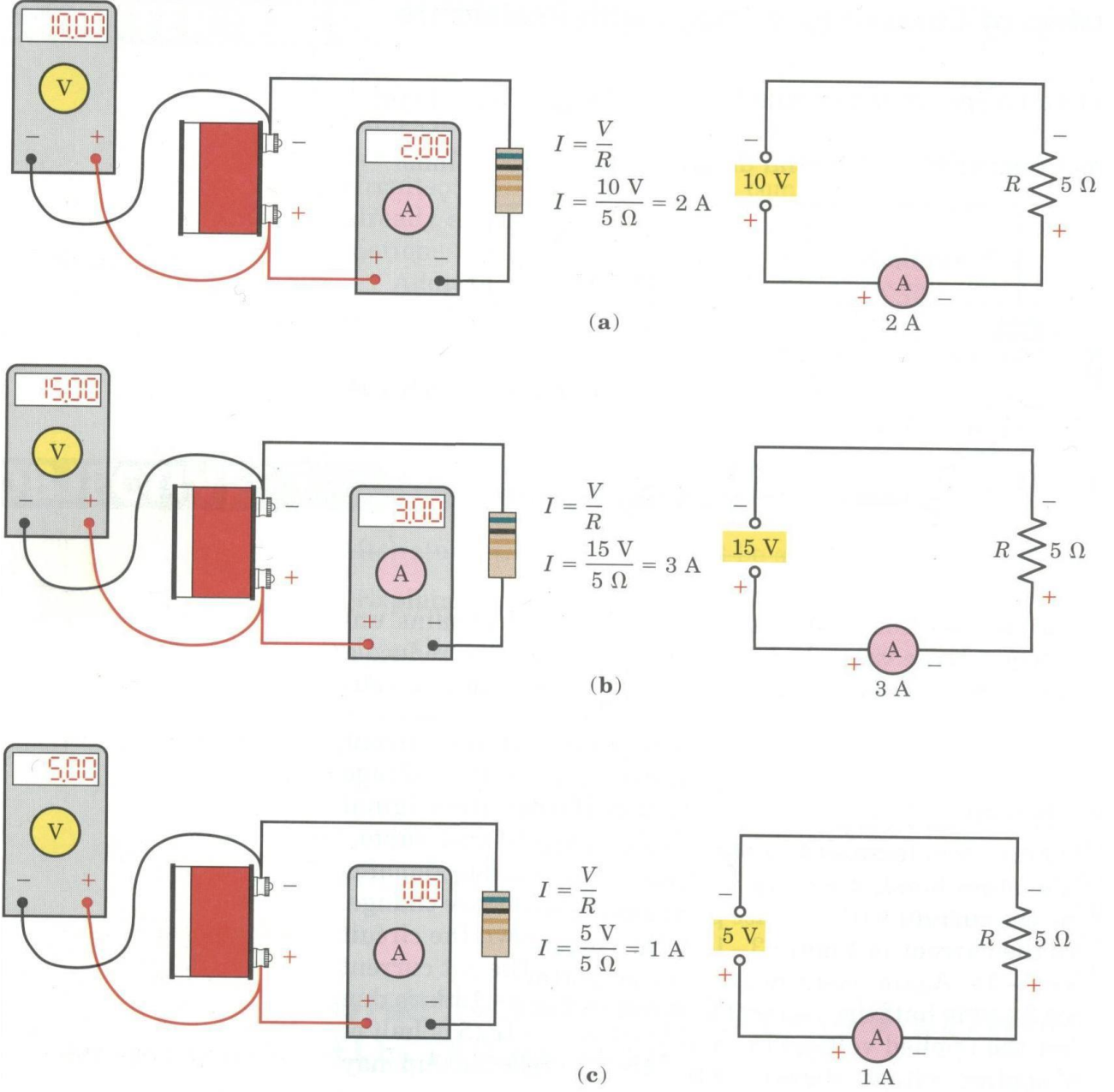
$$V = I \cdot R$$

ya da

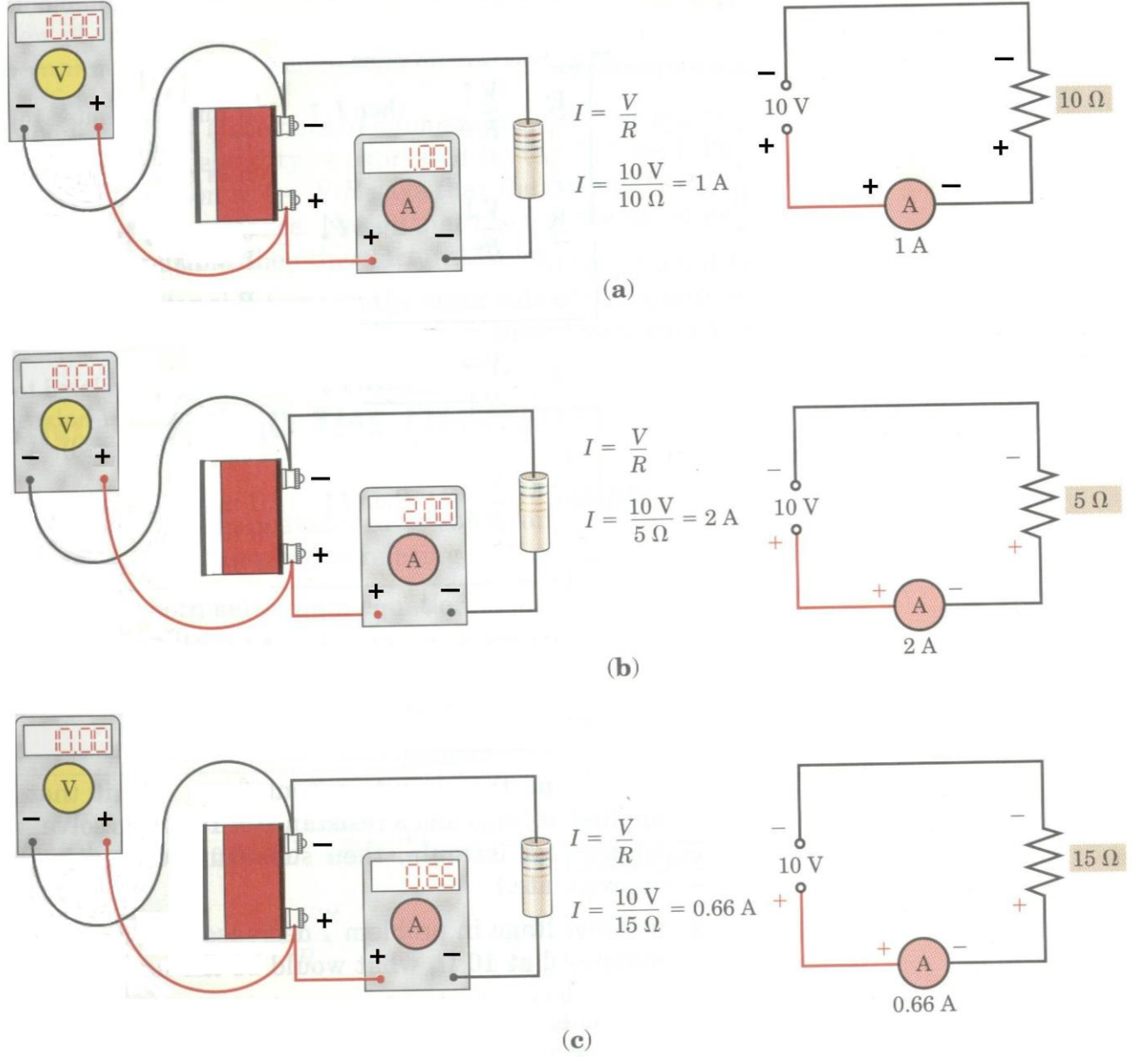
$$R = V / I$$

şeklinde de yazılabilir.

Bir başka ifade ile matematiğin temel kurallarından hatırlayacağınız gibi eşitliğin bir tarafında bilinmeyen diğer tarafında ise bilinmeyenler kullanılarak çözüme gidilir. Bir eşitlikten bir başka bilinmeyene ilişkin yeni bir eşitlik türetmek için bilinmeyi eşitliğin bir tarafında yalnız bırakmak gerektiğini biliyorsunuz. Bunun kolay yollarından biri duruma göre eşitliğin her iki tarafının yok edilmek istenen değişkenle çarpmak veya ona bölmektir. Mesela  $V=I \cdot R$  eşitliğinde bilinmeyen R ise her iki tarafı I' ya bölerek R' yi yalnız bırakabiliriz. Bu işlem sonunda elde edeceğimiz yeni eşitlik  $R = V / I$  olacaktır.



Şekil 3.1. Ohm kanunu ve direnç sabitken akımla gerilim arasındaki ilişki



Şekil 3.2. Ohm kanunu ve gerilim sabitken akımla direnç arasındaki ilişki

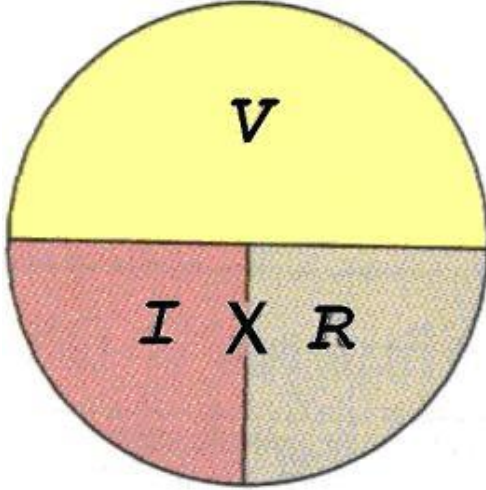
$$I = \frac{V}{R} \text{ olduğundan;}$$

Eğer $\frac{V \uparrow}{R \rightarrow}$	ise $I \uparrow$	R sabit kalmak üzere, $V$ arttıkça $I$ artar, azaldıkça azalır ve bu artma veya azalma aynı oranda olur. Yani $R$ sabitken akım ve gerilim doğru orantılıdır.
Eğer $\frac{V \downarrow}{R \rightarrow}$	ise $I \downarrow$	

Eğer $\frac{V \rightarrow}{R \uparrow}$	ise $I \downarrow$	Benzer şekilde, $V$ sabit kalmak üzere; $R$ arttıkça $I$ azalır, $R$ azalırsa $I$ artar. Bu artma veya azalma aynı oranda olur. Yani $V$ sabit kaldığı sürece akım ve direnç ters orantılıdır.
Eğer $\frac{V \rightarrow}{R \downarrow}$	ise $I \uparrow$	

Şekil 3.3. Gerilim, akım ve direnç arasındaki doğru ve ters orantılı ilişki



Yandaki şekil; akım, gerilim ve direnç arasındaki ilişkinin öğrenilmesinde faydalı olmaktadır. Şekle dikkatle bakılırsa, akım ile direncin çarpımının gerilime, gerilimin dirence oranının akıma ve gerilimin akıma oranının da dirence eşit olduğu kolayca görülebilir.

Şekil 3.4 Ohm kanunu için bir hafıza yardımı

**Örnek**

Bir elektrik devresi  $10 \text{ k}\Omega$ ' luk bir dirençle  $150 \text{ Volt}$ luk bir gerilim kaynağından oluşmaktadır. Devre akımını (dirençten geçen veya kaynaktan çekilen akımı) bulunuz.

**Çözüm**

$$10\text{K}\Omega = 10000 \Omega = 10 \cdot 10^3 \Omega$$

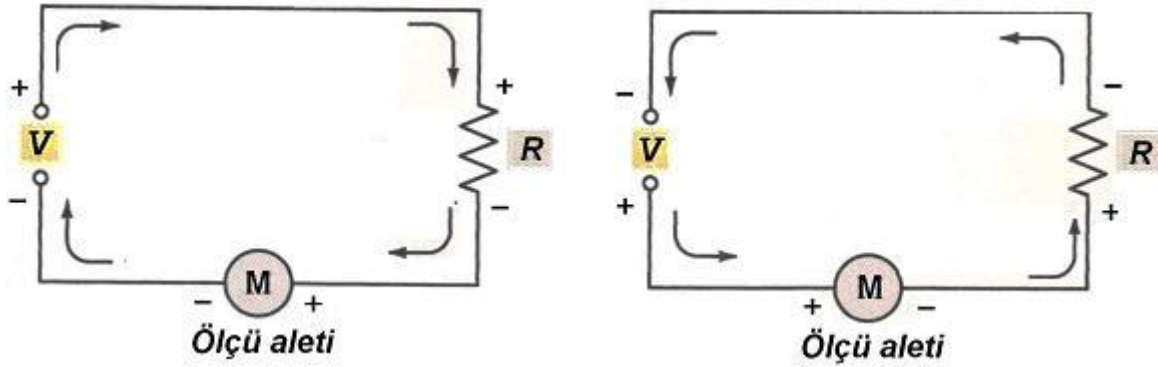
$$I = V/R = 150 / 10 \cdot 10^3 = 150 \cdot 10^{-3} / 10 = 15 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 15 \text{ mA}$$

Çözümde  $10\text{ K } \Omega$  için  $10000\text{ ohm}$  ve  $10 \cdot 10^3\text{ } \Omega$  kullanıldığına paydadaki  $10^3$  ün payı  $10^{-3}$  olarak çıktığına ve  $10^{-3}$  yerine mili (m) kullanılarak akım değerinin  $15\text{ mA}$  olarak yazıldığına dikkat ediniz.

## AKIM AKIŞININ YÖNÜ

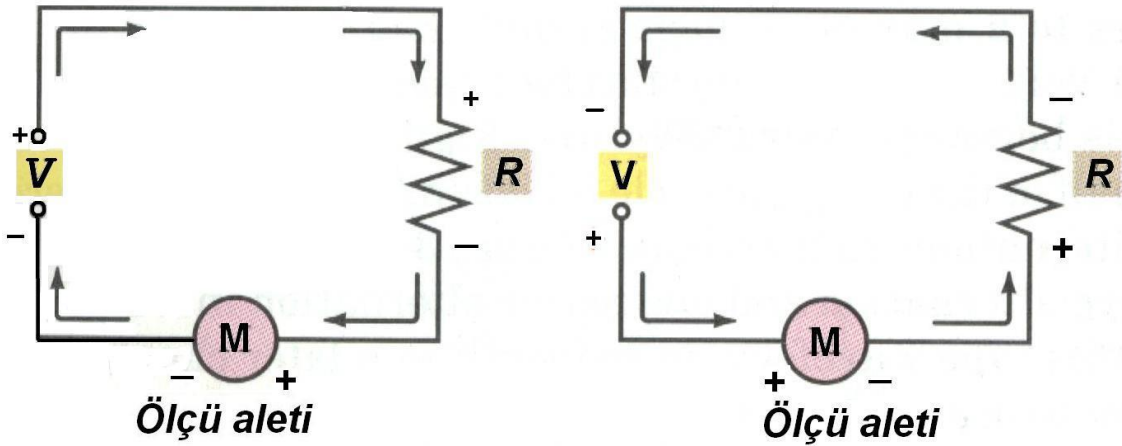
### Elektron akışı yaklaşımı

Önceki konulardan birinde devre üzerinde elektronların negatif yüklü noktadan pozitif yüklü noktaya doğru hareket ettiğini söylemiştik. Devre çizimlerinde devre boyunca gerçekleşen akım akışının yönünün oklarla gösterilmesi sık kullanılan bir işlemdir. Bundan sonraki konularda ele alınan elektrik devrelerinden akan akımın yönü bu tür oklarla belirtilecektir. Akım akışının yönü ile serbest elektronların hareket yönü arasında bir ilişki vardır. Eğer kastedilen elektronların hareket yönü ise bu yönün güç kaynağının negatif ucundan başlayıp yük üzerinden geçtikten sonra güç kaynağının pozitif ucunda sonlanacak şekilde gösterilmesi gerekir.



Şekil 3.5. Elektron akış yönünün oklarla gösterilmesi

**Geleneksel akım akış yaklaşımı :** Bu yaklaşıma göre akımın akış yönü elektron akış yönünün tersidir. Yani elektrik akımı kaynağın pozitif ucundan başlayarak yük üzerinden geçtikten sonra kaynağın negatif ucunda yolunu tamamlar.



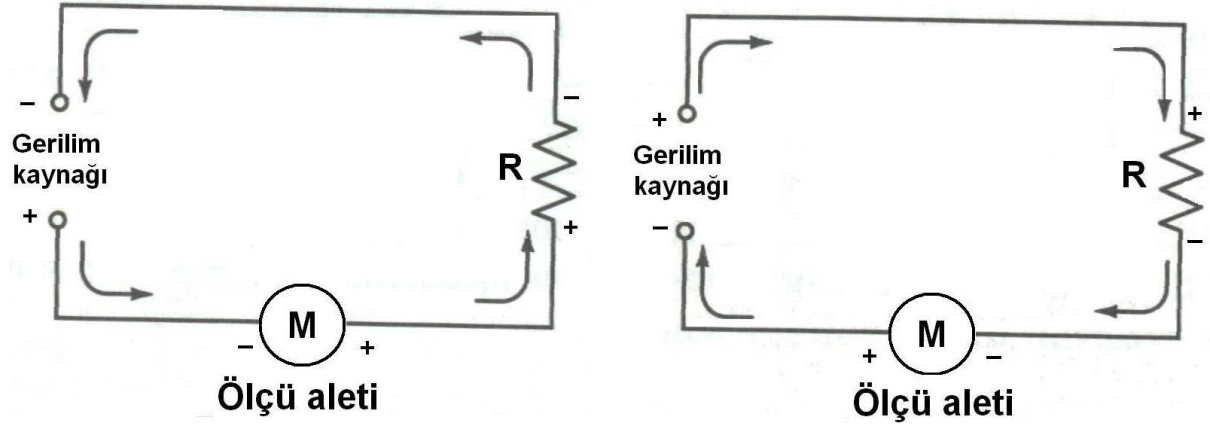
Şekil 3.6. Geleneksel akım yönünün oklarla gösterimi

Elektrik akımının akış yönüne ilişkin elektron akışı ve geleneksel akım yönü diye iki ayrı tanım yapmak yerine bundan sonra akım yönü olarak geleneksel akım yönünü kullanacak ve kısaca akım akışı veya akım diye adlandıracacağız.

## KUTUPLANMA VE GERİLİM

Daha önce belirttiğimiz gibi kutuplanma tabiri bir noktanın bir başka noktaya göre daha negatif veya daha pozitif olması anlamına gelmektedir. Daha negatif olan nokta eksi işareti ile daha az negatif veya pozitif olan nokta ise artı işareti ile etiketlenilmektedir. Bu teknik o iki nokta arasında bir potansiyel

fark veya gerilim olduğunu da anlatır. Devre üzerinde bulunan elemanların gerilimlerine ilişkin kutuplanma etiketleri akımın akış yönü ile ilgilidir. Devre elemanının akımın giriş yaptığı ucu pozitif ve çıkış yaptığı ucu negatiftir.



Şekil 3.7. Gerilim kutuplanmasının gösterimi

## İŞ ENERJİ VE GÜÇ

İş, harcanan enerjidir. Enerji iş yapabilme yeteneğidir. Güç ise kullanılan enerjinin oranıdır.

$$\text{İş} = \text{kuvvet} \times \text{mesafe}$$

Kuvvetin birimi Newton, mesafenin birimi metre olarak alınırsa işin birimi Newton-metredir. Elektrik enerji elektrikli iş yapabilme yeteneğidir. Birimi Joule (J)'dir. 1 Joule aralarındaki potansiyel fark 1 Volt olan iki nokta arasında 1 Kulonluk yükü taşımak için gereken enerjiye denk düşmektedir.

Elektrikli güç kullanılan elektrik enerjisinin oranıdır. Birimi watt olup (W) , güç (P) harfiyle gösterilir. 1 Wattlık elektrikli güç saniyede 1 Joule elektrik enerjisi harcanmasına denk düşmektedir. Joule ile enerji ve enerji ile kuvvet x mesafe ilişkisinden yola çıkarak 1 beygir gücü (HP) mekanik gücün 746 Watt'a denk düşüğünü söyleyebiliriz. Elektrikli güç watt cinsinden elektrikli iş için harcanan elektrik enerjisinin zamana oranıdır. İşe örnek olarak bir elektrikli direnç üzerinden akım akışı sağlamayı verebiliriz.

$$\text{Güç (Watt)} = \text{Enerji (Joule)} / \text{Zaman (Saniye)}$$

## ELEKTRİK ENERJİSİ TÜKETİMİNİN ÖLÇÜLMESİ

Belli bir zamanda ne kadar gücün kullanıldığını bulmakla tüketilen toplam elektrik enerjisini belirleyebiliriz. Hem enerji hem de iş için (W) harfinin kullanılması karışıklığa yol açmamalıdır. Elektrik şirketi belli zaman aralığı içinde harcanan elektrik enerjisine göre faturalar çıkarmaktadır. Bu faturalarda harcanan enerji için kilowatt-saat (KW-h) kullanılmaktadır. Bunun anlamı bir saatte bin wattlık enerji kullanıldığıdır. Mesela 100 wattlık 10 tane lambanın bir saat boyunca çalıştırılması bir kilowatt-saat değerinde enerjinin harcandığı anlamına gelir. Benzer olarak 500 wattlık bir ütünün iki saat, ikibin wattlık bir fırının yarım saat çalışması da aynı anlama gelmektedir.

$$\text{Enerji (Watt-saat)} = \text{Güç (Watt)} \times \text{Saat (h)}$$

Enerji iş yapabilme yeteneği olduğuna göre, elektrik enerjisi de bu durumda bir iş yapmış olacaktır. Birim zamanda yapılan iş güç ise , elektrik devresinde yapılan işle bir güç harcanmış olacaktır.

Elektrik enerjisinin yapmış olduğu iş ; gerilimin birim zamanda taşıdığı elektrik yükü miktarıdır.

$$W = U \cdot Q = U \cdot I \cdot t \quad (\text{Joule})$$

Gücün birimi olarak watt zamanın birimi olarak saniye olarak kullanılırsa enerjinin birimi watt saniye olur. Watt saniyeye Joule de denmektedir.



**Temel güç eşitliği**

Elektriki güç için yapılan bir tanımı yukarıda vermiştik. Buna göre; aralarındaki potansiyel fark 1 Volt olan iki nokta arasında 1 Kulonluk yükü taşımak için harcanan enerji 1 Jouledür. Saniyede 1 Kulonluk yük taşıma hızı 1 Amperdir ve sonuç olarak saniyede 1 Joule' lük iş yapma hızı 1 Wattır. Buna göre 1 Wattlık güç 1 Amper kere 1 Volttur.

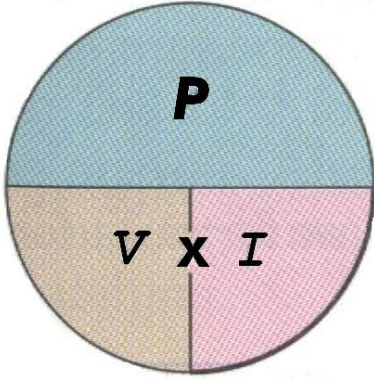
$$\text{Güç (W)} = \text{Gerilim (V)} \times \text{Akım (A)}$$

$$P = V \times I$$

$$P = I^2 \times R$$

$$P = V^2 / R$$

$$P = W / t = U \cdot I \cdot t / t = U \cdot I = I^2 \cdot R = U^2 / R \quad [\text{Watt (Joule/s)}]$$



$$\begin{aligned} P &= V \times \left( \frac{V}{R} \right) \\ &= \frac{V^2}{R} \\ &= V I \end{aligned}$$

Güç, gerilim ve akım arasındaki ilişkinin hatırlanmasında yandaki şekil faydalı olabilmektedir.

Ancak bu ifadelerin sadece doğru akımda ve akımla gerilim arasında faz farkının bulunmadığı değişken akım devrelerinde geçerli olduğunu unutmamak gerekir.

Şekil 3.8. Güç eşitliği için hafıza yardımı

<b>Örnek</b>
10 Voltluk bir gerilimin 5mA akım geçirdiği bir sistemde direnç değeri ne kadardır?
<b>Çözüm</b>
$R = \frac{U}{I} = \frac{10}{5 \cdot 10^{-3}} = 2000 \quad \Omega$

<b>Örnek</b>
1,5 kΩ'lık dirençten 16 mA'lık akım geçiren kaynağın potansiyeli kaç Volt'tur?
<b>Çözüm</b>
$U = I \cdot R = (16 \cdot 10^{-3}) \cdot (1,5 \cdot 10^3) = 24 \quad V$

<b>Örnek</b>
İki iletken arasında bulunan 110 Volt'luk potansiyelin iletkenin birinden diğerine 5 C'luk yükün taşınması ile yapacağı iş ne kadardır?
<b>Çözüm</b>
$W = U \cdot Q = 110 \cdot 5 = 550 \quad \text{Joule}$

<b>Örnek</b>
Uçlarına gerilim uygulanan 30 Watt'lık bir direnç 2,5 Amper akım çekmektedir. Dirence uygulanan gerilim ne kadardır?
<b>Çözüm</b>
$U = \frac{P}{I} = \frac{30}{2,5} = 12 \quad \text{Volt}$

Bir enerjinin başka bir enerjiye dönüşümünde her zaman kayıplar meydana gelmektedir. Yalnız bu kayıp enerjinin yok olması değil sistemde arzu edilen enerjinin yanı sıra başka enerjilere de dönüşmesi anlamındadır.

Bir örnekle; bir elektrik ampulü elektrik enerjisini ışık enerjisine dönüştürmek için kullanılır, istenilen gerçekleşir, ama ışık enerjisinin yanında ampulün çevreye ısı enerjisi de verdiği görülmektedir. Yani elektrik devresinden çekilen akımın veya gücün yalnızca ışık enerjisine dönüşmeyip ısı enerjisi de verdiğini dolayısı ile çekilen gücün bir kısmının da ısı için çekildiğini görürüz.

Bu şekilde istenmeyen kayıpların olması sistemde alınan gücün verilen güçten daha az olmasına neden olur. Bunu kısaca verim olarak tanımlarız. Verim ( $\eta$ ) ile gösterilir .

$$\eta = P_A / P_V$$

**Örnek**

Bir elektrik motorunun şebekeden çektiği güç 2 kW'tır. Motorun milinden alınan güç 1,6kW olduğuna göre motorun verimini , ısı olarak kaybolan güç değerini bulunuz.

**Çözüm**

$$\eta = \frac{P_A}{P_V} = \frac{1,6}{2} = 0,80 \quad P_V - P_A = 2 - 1,6 = 0,4 \text{ kW}$$

**Diğer Enerjilerden Elektrik Enerjisine Dönüşüm**

Şimdi bir üretici (gerilim kaynağını) nasıl elde edebileceğimiz üzerinde duralım. Burada yine enerji dönüşümlerini kullanacağız. Elektrik akımının oluşmasını sağlayan kuvvetin (gerilimin) elde edilmesi, enerji türlerinin elektrik enerjisine dönüştürülmesiyle gerçekleşmektedir.

Isı enerjisini kullanarak iki farklı metalin birleştirilen uçları ısıtıldığında metallerin diğer uçlarında bir potansiyel fark elde edilmektedir (termokupl elemanlar).

Işık enerjisinin birleştirilmiş farklı iki metal üzerine düşürülmesi metaller arasında yine bir potansiyel fark elde edilmesini sağlar (fotovoltaik elemanlar).

Bir elektrolitin içerisine yerleştirilmiş iki farklı metal levha arasında bir potansiyel fark oluşmaktadır (pil ve akümülatörler).

Kristal levhalara (kuarz, sodyum potasyum tartarat, ...) basınç uygulanması ile basınç uygulanan yüzeyler arasında bir potansiyel fark meydana gelmektedir (piezo elektrik).

Manyetik alan içerisine yerleştirilen bir iletken hareket ettirilirse iletkenin iki ucu arasında bir potansiyel fark doğar (manyetik endüksiyon prensibi).

Enerji türlerinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi sonucunda elde edilen potansiyel fark (gerilim) yaygın olarak manyetik endüksiyon prensibi ile gerçekleştirilmektedir.