

14. ÜNİTE

GERİLİM DÜŞÜMÜ

KONULAR

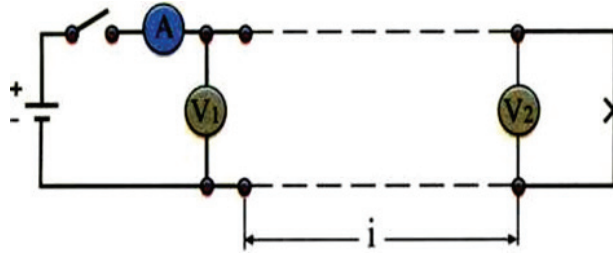
1. GERİLİM DÜŞÜMÜNÜN ANLAMI VE ÖNEMİ
2. ÇEŞİTLİ TESİSLERDE KABUL EDİLEBİLEN GERİLİM DÜŞÜMÜ SINIRLARI
3. TEK FAZLI ALTERNATİF AKIM (OMİK) DEVRELERİNDE YÜZDE (%) GERİLİM DÜŞÜMÜ HESABBI (PRATİK FORMÜLLE % e'NİN BULUNMASI)
4. GÜÇ KAYBI İLE GERİLİM DÜŞÜMÜ ARASINDAKİ BAĞINTI

14.1 GERİLİM DÜŞÜMÜNÜN ANLAMI VE ÖNEMİ

Enerji merkezlerinde üretilen doğru ve alternatif akım elektrik enerjisi, tüketim merkezlerine iletken adı verilen devre elemanları ile taşınır. Tüketim merkezlerine iletilen elektrik enerjisi abone olarak adlandırılan kullanıcılar tarafından kullanılır. Aboneler ise televizyon, bilgisayar, çamaşır makinesi, fırın, ütü, iş makinesi vb. gibi aygıtları kullanarak bu enerjiyi tüketirler.

Tüketicilerin kullandıkları devre elemanları, enerjinin üretildiği merkezlere olan yakınlık derecesine göre verimli çalışır. Dağıtım merkezlerine çok uzakta bulunan alıcılar tam verimle çalışmazlar. Örneğin akkor flamanlı lambanın sönük ışıkla yanması, çamaşır makinesi motorunun ısınması, flüoresan lambanın yanmaması veya televizyonun çalışmaması gibi.

Devre elemanlarının tam verimle çalışmamasına etki eden koşullardan birisi de gerilim düşümü olarak nitelendirilen olaydır. Gerilim düşümü kavramını ifade etmek için Şekil 14.1 deki devrenin incelenmesi yeterlidir.



Şekil 14.1 iletkenlerde gerilim düşümü

Enerji kaynağından 2000 metre uzaklıkta bulunan bir aydınlatma devresine Şekil 14.1'de görüldüğü gibi elektrik enerjisi iletken telle iletilmektedir.

Şekilde görülen sisteme bir enerji verildiğinde lamba flamanlarından bir akım geçer. Devredeki V_1 ve V_2 gerilimleri birer voltmetre yardımı ile ölçülecek olursa, lamba uçlarına bağlı olan V_2 gerilim değerinin V , kaynak geriliminden düşük olduğu görülür.

Bu uygulamadan sonra kaynak gerilimi sabit tutulmak koşulu ile devreye lambaya göre daha fazla akım çeken bir alıcı bağlanıp aynı ölçümler yeniden tekrarlanacak olursa ikinci uygulamada birinci uygulamaya oranla alıcı uçlarındaki gerilimin daha da fazla düştüğü görülür.

Bilindiği üzere, her iletken telin kendine özgü bir direnci vardır. İletken telden bir akım geçirilecek olursa, iletken telin üzerinde, iletkenin direnci ve iletken telden geçen akımın karesi ($I_2 \cdot R$) ile orantılı olarak ısı şeklinde bir enerji kaybı meydana gelir.

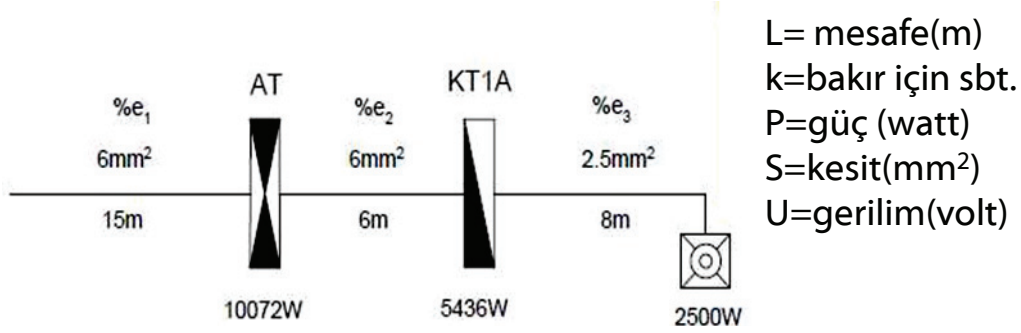
3. SINIF ELEKTRİK TESİSATÇILIĞI

ELEKTRİK BİLGİSİ

İletkenlerde ısı şeklinde ortaya çıkan enerji kayıpları enerji iletiminde istenmeyen bir durumdur. Bu nedenle uygulamada hatlarda meydana gelen gerilim düşümü veya kayıpların en düşük değerde olmasına özen gösterilir

İletken telde meydana gelen gerilim düşümünü bulmak için kaynak gerilim değerinden alıcı üzerindeki gerilim değeri çıkarılır.

14.1.1 Gerilim Düşümünde Kullanılan Formüller



Şekil 14.2 Gerilim düşümü ve akım kontrolü için kullanılacak örnek tek hat şeması

14.1.2 Gerilim Düşümü Sınırları

Gerilim düşümü sınırı kullandığımız kablo kesiti ve linyenin uzunluğu ile ilgilidir. Besleme ve aydınlatma devrelerinde 220 volt için izin verilen % gerilim düşümü, çalışma geriliminin % 1,5 i dir. 380 volt belseme yapmışsak, izin verilen % gerilim düşümü, çalışma geriliminin % 3 ü dür. Hesap değerlerimiz sonucunda bu değer aralığının üstünde bir değer bulduysa kablo kesiti artırılmalıdır.

14.2 ÇEŞİTLİ TESİSLERDE KABUL EDİLEBİLEN GERİLİM DÜŞÜMÜ SINIRLARI

Elektrik sistemlerinde büyüklükleri birbirinden farklı ve değişik kademelerde gerilimler kullanılır. Bu farklı gerilimlerde çalışacak olan devre elemanları ise kullanılacağı devrenin özelliğine uygun gerilim değerlerinde üretilir.

Gerilim düşümü hesaplarında, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca iletken tel üzerinde işletme akım ve gerilim değerine göre bir standart belirlenmiştir. İletken tel üzerinde meydana gelecek olan gerilim düşümlerinin bu standart değerlerin altında olması zorunludur.

İç Tesisatlarda kullanılacak olan hatlarda Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliğine göre, en fazla gerilim düşümüne izin verilen maksimum işletme akım ve gerilim değerleri Çizelge 14.1 de gösterilmiştir.

	Yüzde gerilim düşümü (%e)
Yapı bağlantı kutusu ile sayaçlar arasında	% 0,5
Aydınlatma için en yüklü veya en uzun linyenin, linye sigortası ile linye uç noktası olan Sayaçla tüketim araçları arasında	% 1,5
Kuvvet için en yüklü veya en uzun linyenin, linye sigortası ile linye uç noktası olan sayaçla motorlar arasında	% 3
Yapı yada yapı kümesinin beslenmesi için bir transformatör kullanılmış ise, transformatörün çıkış uçları ile yapı bağlantı kutusu arasında	% 5

Tablo 14.1 En fazla gerilim düşümüne izin verilen maksimum işletme akım ve gerilim değerleri

Sayaçtan sonraki iç tesisatta, gerilim düşümü aydınlatma için tam yük altında % 1,5, motor tesisatı için % 3 değerini geçemez.

Sayaçtan sonraki iç tesisatta, gerilim düşümü aydınlatma için tam yük altında % 1,5, motor tesisatı için % 3 değerini geçemez.

Gerilim düşümü hesaplarında yüzde gerilim düşümü tablo 14.1'de gösterilen oranlardan uygun olan değer alınarak yapılır. Elde edilen gerilim değeri asla yüzde gerilim değerini geçmemelidir.

Hattaki Gerilim Düşümü = $\frac{U.e}{100}$ volt bağlantısı ile bulunur.

Bağlantıda ;

u : Hattaki gerilim düşümü (Volt),

U : Hattın gerilimi (Volt),

e : Yüzde gerilim düşümünü ifade eder.

ÖRNEK 1:

380 voltla çalışan bir motor tesisatında hattaki gerilim düşümü kaç volt olacaktır? (% e: motor devresi için % 3 alınacaktır.)

ÇÖZÜM :

Hattaki Gerilim Düşümü;

$$u = \frac{U \cdot e}{100} = \frac{380 \cdot 3}{100} = \frac{11400}{100} = 11,4 \text{ volt bulunur.}$$

380 voltluk bir gerilim kaynağına üç fazlı bir asenkron motor bağlanmıştır. İletken tel üzerinde en fazla 11.4 voltluk bir gerilim düşümü meydana gelmektedir. Motor sargılarının uçlarına ise $380 - 11,4 = 368,6$ voltluk bir gerilim ulaşmaktadır. Yönetmelik gereği bu tesisatta en fazla 11,4 voltluk bir gerilim düşümüne izin verilmektedir.

14.3 TEK FAZLI ALTERNATİF AKIM (OMİK) DEVRELERİNDE YÜZDE (%) GERİLİM DÜŞÜMÜ HESABI (PRATİK FORMÜLE % e'NİN BULUNMASI

Bir fazlı alternatif akım omik devrelerinde toplam gerilim düşümü veya ayrı ayrı gerilim düşümleri dikkate alınarak kesit hesabı yapılmaktadır.

Bu ünite de sizlere hattaki toplam gerilim düşümüne göre kesit hesabı anlatılacaktır.

Hattaki toplam gerilim düşümüne göre kesit hesabı yapılırken kriter olarak akım ve güç değerleri dikkate alınır. Bilinen akım veya güç değerine göre kesit hesabı iki farklı biçimde yapılır.

14.3.1 Bilinen akım şiddeti değerine göre kesit hesabı

Bu formülde yer alan sembollerin anlamları aşağıda belirtilmiştir:

Kesit (S)

Yüzde gerilim düşümü (%e)

$$S = \frac{200 \cdot L \cdot I}{k \cdot U \cdot e}$$

$$\%e = \frac{200 \cdot L \cdot I}{k \cdot S \cdot U}$$

S : Hatta kullanılacak olan iletkenin kesiti

L : Hat uzunluğu (m)

I : Hattan geçen akım şiddeti (A)

k : Hatta kullanılacak iletkenin, iletkenlik katsayısı

U : Hat çalışma gerilimi

E : Yüzde gerilim düşümü

Not: İletkenlik katsayısı hesaplamalarda bakır için 56, alüminyum için 32 alınacaktır.

14.3.2 Bilinen Güç Değerine Göre Kesit Hesabı

Kesit (S)

Yüzde gerilim düşümü (%e)

$$S = \frac{200.L.N}{k.U^2.e}$$

$$\%e = \frac{200.L.N}{k.S.U^2}$$

S : Hatta kullanılacak olan iletkenin kesiti (mm²)

L : Hat uzunluğu (m)

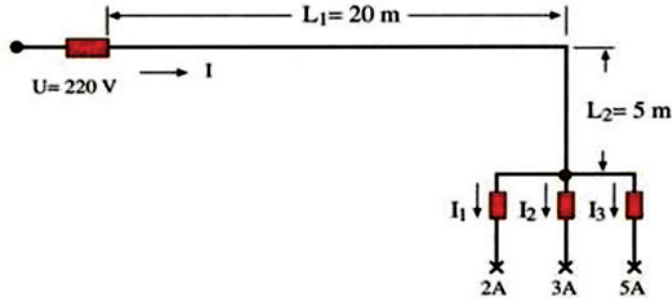
N : Hata bağlı alıcıların toplam gücü (Watt)

k : Hatta kullanılacak iletkenin, iletkenlik katsayısı

U : Hat çalışma gerilimi (Volt)

E : Yüzde gerilim düşümü

ÖRNEK 2:



Şekil 14.3

Şekil 14.3'te bir meskene ait kolon hattı şeması görülmektedir. Hattın çalışma gerilimi 220 voltur. Bakır iletken kullanılan kolon hattında gerilim düşümünün %1,5 değerini geçmesi istenmemektedir. Buna göre kolon hattının, gerilim düşümünü ve hatta kullanılacak olan iletkenin kesitini hesaplayınız.

ÇÖZÜM:

Kolon hattı incelendiğinde, çalışma gerilimi ve akım değerinin birlikte verildiği görülecektir. Bu devrede bilinen akım değerine göre kesit hesabı formülü kullanılacaktır.

Kesit hesabının yapılabilmesi için ilk önce; hattın gerilim düşümü, hattan geçen toplam akımı ve hattın toplam uzunluğu hesaplanmalıdır.

3. SINIF ELEKTRİK TESİSATÇILIĞI

ELEKTRİK BİLGİSİ

U	220 Volt
e	% 1,5
k	Bakır için 56
I ₁	2 Amper
I ₂	3 Amper
I ₃	5 Amper

a.Hattın Gerilim Düşümü

$$u = \frac{U \cdot e}{100} = \frac{220 \cdot 1,5}{100} = \frac{330}{100} = 3,3V$$

(Hattın gerilim düşümü 3,3 Volttan fazla olmayacaktır.)

b.Hattan Geçen Toplam Akım

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = 2 + 3 + 5 = 10 \text{ Amper}$$

c.Hattın Toplam Uzunluğu

$$L = L_1 + L_2 = 20 + 5 = 25 \text{ metre}$$

Bu değerler ışığında hattın kesiti;

$$S = \frac{200 \cdot L \cdot I}{k \cdot U \cdot e} = \frac{200 \cdot 25 \cdot 10}{56 \cdot 220 \cdot 1,5} = \frac{5000}{18480} = 2,70 \text{ mm}^2$$

2,70 mm²'lik iletken kesiti yoktur. Kesit olarak bu iletkenin bir üst kesiti olan 4 mm² seçilir.

Bulunan 4 mm²'lik yeni kesite göre gerilim düşümü ve yüzde gerilim düşümü yeniden hesaplandığında ;

$$\%e = \frac{200 \cdot L \cdot I}{k \cdot S \cdot U} = \frac{200 \cdot 25 \cdot 10}{56 \cdot 220 \cdot 4} = \frac{50000}{49280} = 1,02$$

d. Yüzde Gerilim Düşümü

% e değeri 1 katsayısından küçük olduğu için 6 mm²'lik iletken kesitinin kullanımında bir sakınca yoktur.

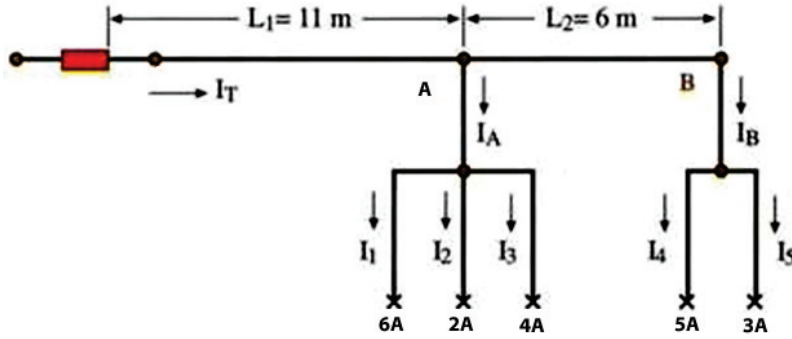
Hattaki gerilim düşümü ;

$$u = \frac{U \cdot e}{100} = \frac{220 \cdot 1,02}{100} = \frac{224}{100} = 2,24V$$

2,24 volt değeri 3,3 Volttan düşük olduğu için iletken kesiti de uygundur.

ÖRNEK 3:

Şekil 14.4'te çalışma gerilimi 220 volt olan bir apartmanın çıkış iletkeninin kesit hesabının yapılması istenmektedir. Bakır iletken kullanılan hatta gerilim düşümünün %1'i geçmesi istenmemektedir. Buna göre apartmanın; gerilim düşümü ve hatta kullanılacak olan iletkenin kesiti kaç mm² olmalıdır. Hesaplayınız?



Şekil 14.4

ÇÖZÜM:

Hat incelendiğinde, çalışma gerilimi ve akım değerinin birlikte verildiği görülür. Devrede kesit hesabı yapılırken yine akım formülü kullanılacaktır.

u	220 Volt
e	% 1
k	bakır için 56
I ₁	6 Amper
I ₂	2 Amper
I ₃	4 Amper
I ₄	3 Amper
I ₅	5 Amper

Kesit hesabının yapılabilmesi için ilk önce yine hattın gerilim düşümü, hattan geçen toplam akım ve hattın toplam uzunluğu öncelikle hesaplanmalıdır

a. Hattın Gerilim Düşümü

$$u = \frac{U \cdot e}{100} = \frac{220 \cdot 1}{100} = \frac{220}{100} = 2,2V$$

(Hattaki gerilim düşümü 2,2 Voltu geçmeyecektir.)

3. SINIF ELEKTRİK TESİSATÇILIĞI

ELEKTRİK BİLGİSİ

b. Hattan Geçen Toplam Akım

A ve B kollarındaki akımların toplanması ile bulunur.

A kolundaki akım toplamı	$I_A = I_1 + I_2 + I_3 = 6 + 2 + 4 = 12$ Amper
B kolundaki akım toplamı	$I_B = I_4 + I_5 = 5 + 3 = 8$ Amper
Hattın toplam akımı	$I = I_A + I_B = 12 + 8 = 20$ Amper

c. Bulunan Değerlere Göre Hattın Kesiti

$$L = I_1 + I_2 = 11 + 6 = 17 \text{ metre}$$

Bulunan değere göre hattın kesiti

$$S = \frac{200.L.I}{k.U.e} = \frac{200.17.20}{56.220.1} = \frac{68000}{12320} = 5,51 \text{ mm}^2$$

5,51 mm² lik iletken kesiti olmadığı için kesit olarak 6 mm² seçilir.

Bulunan 6 mm²'lik yeni kesite göre gerilim düşümü ve yüzde gerilim düşümü yeniden hesaplandığında;

d. Yüzde Gerilim Düşümü

$$\%e = \frac{200.L.I}{k.S.U} = \frac{200.17.20}{56.220.6} = \frac{68000}{73920} = 0,91$$

% e değeri 1 katsayısından küçük olduğu için 6 mm²'lik iletken kesitinin kullanımında bir sakınca yoktur.

e. Hattaki Gerilim Düşümü

$$u = \frac{U.e}{100} = \frac{220.0,92}{100} = \frac{202,4}{100} = 2,02V$$

14.4 GÜÇ KAYBI İLE GERİLİM DÜŞÜMÜ ARASINDAKİ BAĞINTI

Açık ve orta gerilimli enerji dağıtım sistemlerinde alternatif akım kullanılmaktadır. Alternatif akım istenilen yere ve arzu edilen değerlere düşürülüp yükseltilebildiği için günümüzde tercih edilen bir enerji türüdür. Böylece büyük değerdeki güçler alternatif akım sayesinde bir yerden başka bir yere kolayca taşınıp dağıtılmaktadır.

Taşıma ve dağıtım işlemlerinde, sistemdeki enerji kayıpları büyük bir sorun oluşturmaktadır. Sistemdeki hat kayıpları, iletken direnci küçültülerek, kesit büyü-

tülerek veya hat akımı küçültülerek en küçük değere düşürülebilmektedir. Hat kesiminin büyümesi iletken malzeme ve tesisatta kullanılacak olan diğer aygıtlar için büyük sıkıntılar oluşturmaktadır. Bu sorunu ortadan kaldırmak için hat akımının değeri düşük tutulur.

Enerji hatlarında meydana gelen kayıplar, iletken telden geçen akımın karesi ve iletkenin direnci ile doğru orantılıdır ($I^2 \cdot R$). Hatlarda oluşan enerji kayıpları varlığını ısı şeklinde gösterir. Özellikle büyük güçlerin küçük gerilim değeri ile taşınma veya dağıtılmasında enerji kayıpları çok fazla olur. Alternatif akım sistemlerinde gerilimin istenilen değere yükseltilmesi ve akımın küçük değerlere indirilmesi ile bu olumsuz etki önlenmiş olur.

Güç kaybının gerilim düşümü ile de bir ilişkisi vardır. Hattaki güç kaybı, hattaki gerilim düşümü ile, hattan geçen akımın çarpımı ile hesaplanır. Güç kaybım hesaplamak için iki ayrı formül kullanılır.

- Hattan geçen akım ve hat direnci bilindiğinde ($N_h = I^2 \cdot R$),
- Hattaki gerilim düşümü ve hattan geçen akım bilindiğinde ($N_h = u \cdot I$).

Bu bağıntılarda kullanılan harflerin anlamları şöyledir:

- N_h** : Hattın güç kaybı (Watt),
U : Hattaki toplam gerilim düşümü (Volt),
I : Hattan geçen akım şiddeti (Amper),
R : Hattın direnci (Ohm).

İletkenden geçen akım şiddetinin değerine göre, hatta oluşan güç kaybı değişir. İletkenden geçen akım değeri küçük ise hattaki güç kaybı düşük, büyükse kayıplar da büyük olur.

Güç kayıplarını azaltmak için; iletken kesiti büyütülmeli (Yani iletken direnci azaltılmalı) veya iletken üzerindeki gerilim düşümleri azaltılmalıdır.

ÖRNEK 4:

Bir enerji kaynağı kendisinden çok uzak mesafede olan 5 KW. gücündeki, elektrik motorunu çalıştırmaktadır. Motorun hattan çektiği akım 10 amper ve hattın direnci 2.5 ohm olduğuna göre ; hattaki güç kaybını ve alıcıya ulaşan gücü hesaplayınız.

ÇÖZÜM:

- $N_h = 5KW = 5\ 000$ Watt,
 $R = 2,5$ ohm,
 $I = 10$ Amper veriliyor.

3. SINIF ELEKTRİK TESİSATÇILIĞI

ELEKTRİK BİLGİSİ

a.Hattaki güç kaybı; $N_h = F \cdot R = 10^2 \cdot 2,5 = 100 \cdot 2,5 = 250 \text{ Watt}$

b.Alıcıya ulaşan güç ; (N_a) ; $N_a = N - N_h = 5000 - 250 = 4750 \text{ Watt}$ olarak bulunur.

ÖRNEK 5:

220 volt gerilim üreten bir enerji kaynağının gücü 10 KW'tır. Gerilim kaynağından 25 amperlik bir ışık tesisatı beslenmektedir. Hattaki gerilim düşümünün %1.5 değerini geçmesi istenmediğine göre;

- Hattaki gerilim düşümünü,
- Hattaki güç kaybını,
- Alıcıya ulaşan gücü bulunuz.

ÇÖZÜM:

$$N = 10 \text{ KW} = 10000 \text{ W},$$

$$U = 220 \text{ V},$$

$$I = 25 \text{ A ve}$$

$$e = \%1.5 \text{ veriliyor.}$$

a.Hattaki Gerilim Düşümü

$$u = \frac{U \cdot e}{100} = \frac{220 \cdot 1,5}{100} = \frac{330}{100} = 3,3 \text{ V}$$

b.Hattaki güç kaybı

$$N_h = u \cdot I = 3,3 \cdot 25 = 82,5 \text{ Watt}$$

c.Alıcıya Ulaşan Güç(N_a)

$$N_a = N - N_h = 10000 - 82,5 = 9917,5 \text{ Watt}$$

Olarak bulunur.

ÖZET

Enerji merkezlerinde üretilen doğru ve alternatif akım elektrik enerjisi, tüketim merkezlerine iletken adı verilen devre elemanları ile taşınır. Tüketim merkezlerine iletilen elektrik enerjisi abone olarak adlandırılan kullanıcılar tarafından kullanılır.

Tüketicilerin kullandıkları devre elemanları, enerjinin üretildiği merkezlere olan yakınlık derecesine göre verimli çalışır. Dağıtım merkezlerine çok uzakta bulunan alıcılar tam verimle çalışmazlar. Örneğin akkor flamanlı lambanın sönük ışıkla yanması, çamaşır makinesi motorunun ısınması, flüoresan lambanın yanmaması veya televizyonun çalışmaması gibi.

Devre elemanlarının tam verimle çalışmamasına etki eden koşullardan birisi de gerilim düşümü olarak nitelendirilen olaydır. Bilindiği üzere, her iletken telin kendine özgü bir direnci vardır. İletken telden bir akım geçirilecek olursa, iletken telin üzerinde, iletkenin direnci ve iletken telden geçen akımın karesi ($I^2 \cdot R$) ile orantılı olarak ısı şeklinde bir enerji kaybı meydana gelir.

İletkenlerde ısı şeklinde ortaya çıkan enerji kayıpları enerji iletiminde istenmeyen bir durumdur. Bu nedenle uygulamada hatlarda meydana gelen gerilim düşümü veya kayıpların en düşük değerde olmasına özen gösterilir.

Elektrik sistemlerinde büyüklükleri birbirinden farklı ve değişik kademelerde gerilimler kullanılır. Bu farklı gerilimlerde çalışacak olan devre elemanları ise kullanılacağı devrenin özelliğine uygun gerilim değerlerinde üretilir.

Gerilim düşümü hesaplarında, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca iletken tel üzerinde işletme akım ve gerilim değerine göre bir standart belirlenmiştir. İletken tel üzerinde meydana gelecek olan gerilim düşümlerinin bu standart değerlerin altında olması zorunludur.

DEĞERLENDİRME SORULARI

1-Elektrik hatlarındaki enerji kaybıdır?

- A. Işık Şeklinde
- B. Isı Şeklinde
- C. Gerilimin Yükselmesi
- D. Direncin Artması

2-Elektrik hatlarındaki meydana gelen kayıpları en aza indirmek için kullanılan yöntemlerden değildir?

- A. Kesiti Küçültmek
- B. Direnci Küçültmek
- C. İletken Direncini Büyütmek
- D. Geçen Akımı Küçültmek

3-Transformatörün görevlerindendir?

- A. Gerilimi düşürüp yükseltmek
- B. DC de kullanılır
- C. Akımı Düşürmek
- D. Akımı Yükseltmek

4-Ülkemizde şehirler ve santraller arası enerji nakil hatları kaç voltur ?

- A. 380 KV
- B. 380 V
- C. 220 KV
- D. 220 V

5-Aydınlatma tesislerinden fazla gerilim düşümüne izin verilen yüzde gerilim düşümü değeridir?

- A. %5
- B. %2
- C. %3
- D. %1,5