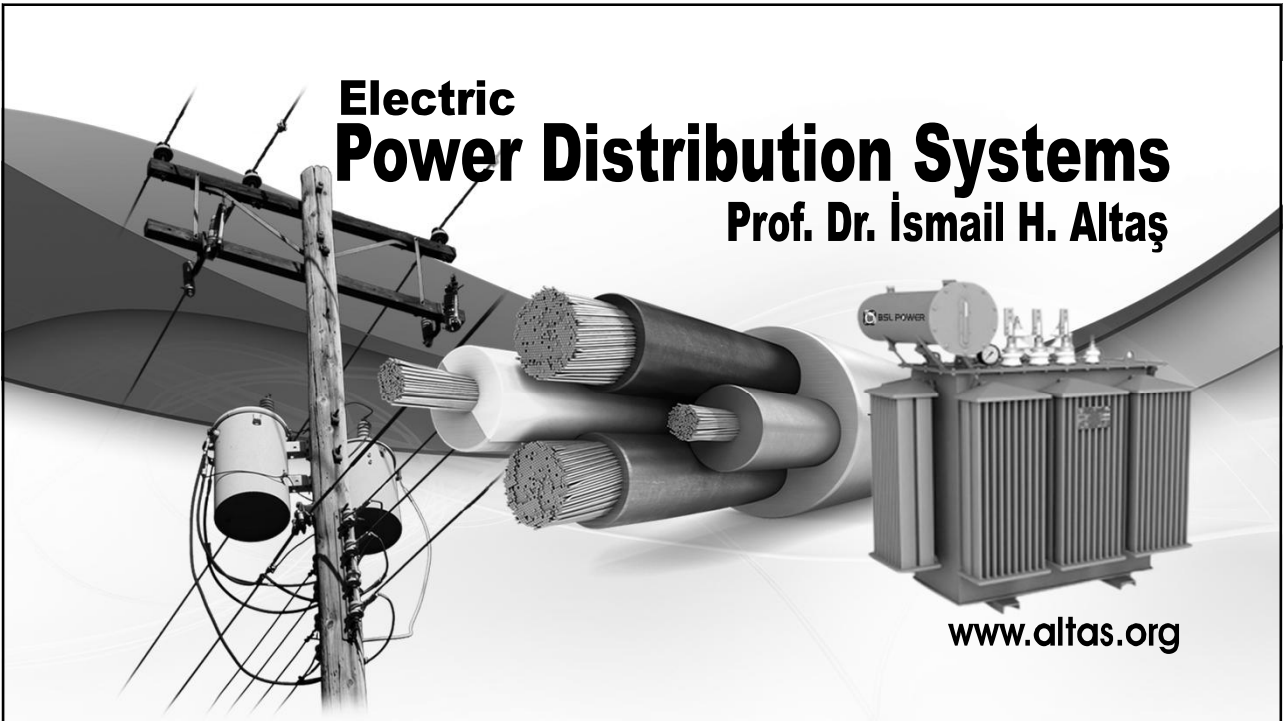


# Electric Power Distribution Systems

Prof. Dr. İsmail H. Altaş



[www.altas.org](http://www.altas.org)

## Electric Power Distribution Systems Chapter 3 – Voltage Drop Calculations



Publication of this lecture presentation notes on any platform by others is subject to permission.  
Remember, Stealing is not sharing.

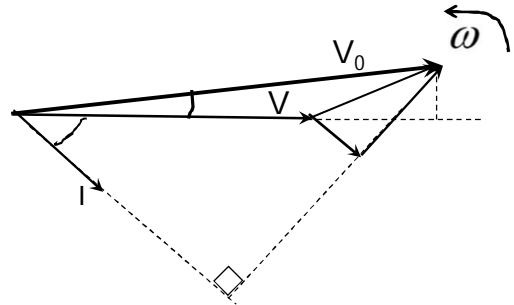
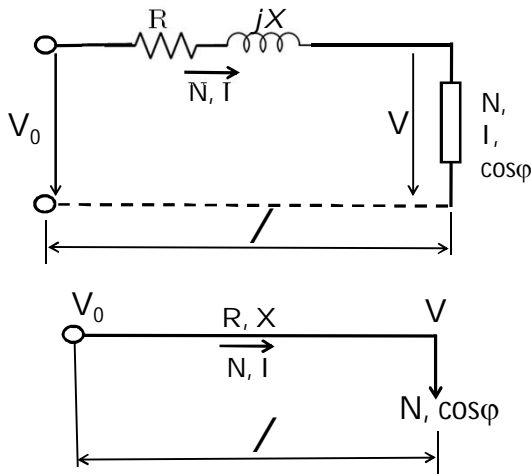


# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

## UNDER BULK LOAD

Voltage drop calculation is done for just one conductor whether the distribution line is single-phase or three-phase.

The other phase conductors will have the same size.



In three phase

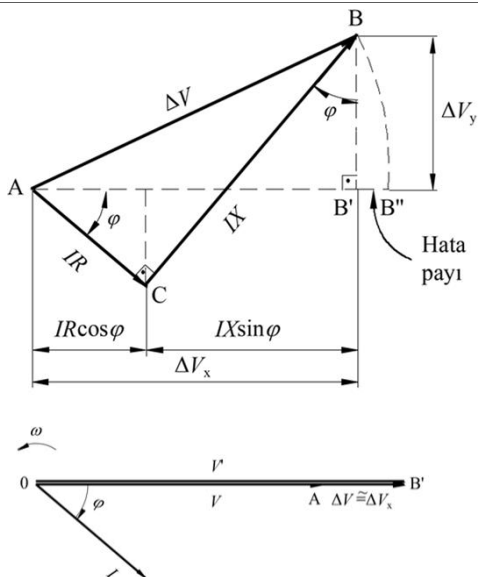
$$V = \frac{U}{\sqrt{3}}$$

In one phase

$$V = \frac{U}{2}$$

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

## UNDER BULK LOAD



$$\Delta V_y = 0 \text{ ve } \Delta V \cong \Delta V_x$$

$$\Delta V = IR \cos \phi + IX \sin \phi = I(R \cos \phi + X \sin \phi)$$

If the reactance X is ignored;

$$\Delta V = IR \cos \phi$$

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

UNDER BULK LOAD

## VOLTAGE DROP IN ONE-PHASE AC

$$\Delta U = 2\Delta V \quad \text{and} \quad R = \frac{\ell}{\kappa A} \quad \kappa = \frac{1}{\rho} = \text{Conductivity of the conductor}$$

$$\Delta U = \frac{2I \cos \varphi}{\kappa A} \quad u = \frac{\Delta U}{U} \%100 = \frac{2I \cos \varphi}{\kappa AU} \%100$$

Absolute                      Percentage

Since  $P = UI \cos \varphi$

$$\Delta U = \frac{2I \cos \varphi}{\kappa A} \quad \Rightarrow \quad \Delta U = \frac{2Pl}{\kappa AU} \quad u = \frac{2Pl}{\kappa AU^2} \%100$$

Absolute                      Percentage

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

UNDER BULK LOAD

## VOLTAGE DROP IN THREE-PHASE AC

$$V = \frac{U}{\sqrt{3}} \quad \Delta U = \sqrt{3} \Delta V \quad \kappa = \frac{1}{\rho} \quad \Rightarrow \quad R = \frac{\ell}{\kappa A}$$

$$\Delta V = IR \cos \varphi \quad \Rightarrow \quad \Delta U = \frac{\sqrt{3}I \cos \varphi}{\kappa A}$$

Since, in three-phase system:

$$P = \sqrt{3} UI \cos \varphi \quad \Rightarrow \quad u = \frac{\Delta U}{U} \%100 = \frac{\sqrt{3}I \cos \varphi}{\kappa AU} \%100$$

Absolute                      Percentage

$$\Delta U = \frac{Pl}{\kappa AU} \quad u = \frac{Pl}{\kappa AU^2} \%100$$

## VOLTAGE DROP CALCULATIONS

UNDER BULK LOAD

### VOLTAGE DROP IN DC

If the reactance  $X$  is ignored and  $\cos\varphi$  is taken as  $\cos\varphi=1$  in equations written for one phase AC systems, then the equations are obtained for DC voltage drop.

Besides DC resistance should be used instead of AC resistance.

$$\Delta U = \frac{2Il \cos \varphi}{\kappa A} \quad u = \frac{\Delta U}{U} \cdot \%100 = \frac{2Il \cos \varphi}{\kappa AU} \cdot \%100$$

Absolute                      Percentage

Since  $P = UI \cos \varphi$

$$\Delta U = \frac{2Il \cos \varphi}{\kappa A} \Rightarrow \Delta U = \frac{2Pl}{\kappa AU} \quad u = \frac{2Pl}{\kappa AU^2} \cdot \%100$$

Absolute                      Percentage

## VOLTAGE DROP CALCULATIONS

UNDER BULK LOAD

Yukarıdaki bağıntılarda  $R=l/\kappa A$  bağıntısının kullanılması ile:

- İletkenin tellerinin ve çok damarlı kablolarda ayrıca damarların da burulu olmalarına karşın, iletkenin gerçek uzunluğu yerine hattın serili uzunluğu alındığından,
- İletkenin gerçek kesiti yerine anma kesiti alındığından; örneğin,  $50 \text{ mm}^2$  kesitindeki örgülü bakır iletkenin gerçek kesiti  $49,45 \text{ mm}^2$ ,
- İletkenin en yüklü durumdaki en büyük sıcaklıktaki öziletkenliği yerine  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  deki öziletkenliği alındığından, önemli hata yapılmaktadır.

Bu hataları kaldırmak için, yapımcısı tarafından verilen direnç değerleri kullanılmalıdır.

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

## UNDER BULK LOAD

### EQUATIONS FOR VOLTAGE DROP CALCULATIONS

|                       | Açıklamalar                                     | Akım biliniyor  | Güç biliniyor                                     |
|-----------------------|---|---|---|
| Gerilim düşümü        | 1. Bir fazlı AA:                                |   |   |
|                       | Mutlak gerilim düşümü                           | [5.5.1] $\Delta U = \frac{2Il \cos \varphi}{\kappa A}$              | [5.5.3] $\Delta U = \frac{2Pl}{\kappa AU}$        |
|                       | Yüzde gerilim düşümü                            | [5.5.2] $u = \frac{2Il \cos \varphi}{\kappa AU} \cdot \%100$        | [5.5.4] $u = \frac{2Pl}{\kappa AU^2} \cdot \%100$ |
|                       | 2. Üç fazlı AA:                                 |   |   |
|                       | Mutlak gerilim düşümü                           | [5.6.1] $\Delta U = \frac{\sqrt{3}Il \cos \varphi}{\kappa A}$       | [5.6.3] $\Delta U = \frac{Pl}{\kappa AU}$         |
|                       | Yüzde gerilim düşümü                            | [5.6.2] $u = \frac{\sqrt{3}Il \cos \varphi}{\kappa AU} \cdot \%100$ | [5.6.4] $u = \frac{Pl}{\kappa AU^2} \cdot \%100$  |
| 3. DA:                |   |   |   |
| Mutlak gerilim düşümü | [5.7.1] $\Delta U = \frac{2Il}{\kappa A}$       | [5.7.3] $\Delta U = \frac{2Pl}{\kappa AU}$                          |   |
| Yüzde gerilim düşümü  | [5.7.2] $u = \frac{2Il}{\kappa AU} \cdot \%100$ | [5.7.4] $u = \frac{2Pl}{\kappa AU^2} \cdot \%100$                   |   |

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

## UNDER BULK LOAD

### EQUATIONS FOR THE CALCULATIONS OF CONDUCTOR CROSS-SECTIONS

|                       | Açıklamalar                                      | Akım biliniyor   | Güç biliniyor                                      |
|-----------------------|--|--|--|
| Kesit                 | 1. Bir fazlı AA:                                 |  |  |
|                       | Mutlak gerilim düşümü                            | [5.5.5] $A = \frac{2Il \cos \varphi}{\kappa \Delta U}$               | [5.5.7] $A = \frac{2Pl}{\kappa U \Delta U}$        |
|                       | Yüzde gerilim düşümü                             | [5.5.6] $A = \frac{2Il \cos \varphi}{\kappa u U} \cdot \%100$        | [5.5.8] $A = \frac{2Pl}{\kappa u U^2} \cdot \%100$ |
|                       | 2. Üç fazlı AA:                                  |  |  |
|                       | Mutlak gerilim düşümü                            | [5.6.5] $A = \frac{\sqrt{3}Il \cos \varphi}{\kappa \Delta U}$        | [5.6.7] $A = \frac{Pl}{\kappa U \Delta U}$         |
|                       | Yüzde gerilim düşümü                             | [5.6.6] $A = \frac{\sqrt{3}Il \cos \varphi}{\kappa u U} \cdot \%100$ | [5.6.8] $A = \frac{Pl}{\kappa u U^2} \cdot \%100$  |
| 3. DA:                |  |  |  |
| Mutlak gerilim düşümü | [5.7.5] $A = \frac{2Il}{\kappa \Delta U}$        | [5.7.7] $A = \frac{2Pl}{\kappa U \Delta U}$                          |  |
| Yüzde gerilim düşümü  | [5.7.6] $A = \frac{2Il}{\kappa u U} \cdot \%100$ | [5.7.8] $A = \frac{2Pl}{\kappa u U^2} \cdot \%100$                   |  |

**Örnek 1.** 380/220 V dizgede 50 kW güç  $GK=0,80$  altında 100 m uzaklığa iletilecektir. Gerilim düşümünün %2 yi geçmemesi istenmektedir. Kablo kesiti saptanacaktır.

İletkenin izin verilen en büyük sıcaklığı olan 70 °C deki öziletkenliğinin alınması gerekir.

Bakır için 70 °C deki öziletkenlik  $\kappa_{70}=56/1,1965=46,8032 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$  alınmıştır. Bak: Ayıt 3.55 ve çizelge 3.55.

Yalnız R omik direnci göz önüne alınırsa, [5.6.8] bağıntısından:

$$A = \frac{Pl}{\kappa U^2} \cdot \%100 = \frac{50 \cdot 10^3 \cdot 100}{46,8032 \cdot \%2 \cdot 380^2} \cdot \%100 = 37 \text{ mm}^2$$

olduğundan, 3x50/25 mm<sup>2</sup> YVV 0,6/1 kV kablo seçilir. Bu kesit için, yüzde gerilim düşümü:

$$u = \%2 \cdot \frac{37}{50} = \%1,480$$

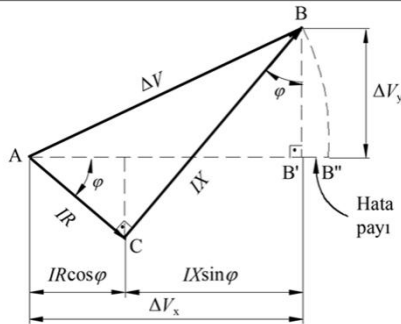
CONSIDERING BOTH  
RESISTANCE AND REACTANCE  
OF THE LINES

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

UNDER BULK LOAD

Both R and X are considered.

$$\Delta V_y = 0 \text{ ve } \Delta V \cong \Delta V_x$$



$$\Delta V = IR \cos \phi + IX \sin \phi = I(R \cos \phi + X \sin \phi)$$

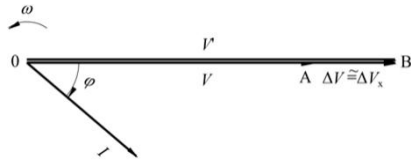
$$R = R' /$$

$$X = X' /$$

$$R' [\Omega/\text{km}],$$

$$X' [\Omega/\text{km}],$$

$$\Delta V = (R' \cos \phi + X' \sin \phi) I \ell$$



For three phase systems:

$$N = \sqrt{3} U I \cos \phi \text{ [kW]},$$

$$/[\text{km}]$$

For one phase systems:

$$N = U I \cos \phi \text{ [kW]},$$

$$/[\text{km}]$$

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

UNDER BULK LOAD

ONE PHASE SYSTEMS

Both R and X are considered.

$$\Delta U = 2\Delta V$$

Absolute voltage drop

$$\Delta U = \frac{2(R' \cos \phi + X' \sin \phi) \cdot 10^3}{U \cos \phi} \cdot N \ell$$



$$k_1' = \frac{2(R' \cos \phi + X' \sin \phi) \cdot 10^3}{U \cos \phi} \text{ [V/kWkm]}$$



$$\Delta U = k_1' N \ell \text{ [V]}$$

Percentage of voltage drop

$$u = \frac{\Delta U}{U} \cdot \%100 = \frac{2(R' \cos \phi + X' \sin \phi) \cdot 10^3}{U^2 \cos \phi} \cdot N \ell \cdot \%100$$



$$k_1'' = \frac{2(R' \cos \phi + X' \sin \phi) \cdot 10^3}{U^2 \cos \phi} \cdot \%100 \text{ [%/kWkm]}$$



$$u = k_1'' N \ell \text{ [%]}$$

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

UNDER BULK LOAD

## THREE PHASE SYSTEMS

Both R and X are considered.

$$V = \frac{U}{\sqrt{3}}$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \Delta V$$

$$\kappa = \frac{1}{\rho} \implies R = \frac{\ell}{\kappa A}$$

$$\Delta U = \frac{(R' \cos \varphi + X' \sin \varphi) 10^3}{U \cos \varphi} \cdot P l$$

$$u = \frac{\Delta U}{U} \cdot \%100 = \frac{(R' \cos \varphi + X' \sin \varphi) 10^3}{U^2 \cos \varphi} \cdot \%100 \cdot P l$$

$$k_3' = \frac{(R' \cos \varphi + X' \sin \varphi) 10^3}{U \cos \varphi} \quad [V/kWkm]$$

$$\Delta U = k_3' P l \quad [V]$$

$$k_3'' = \frac{(R' \cos \varphi + X' \sin \varphi) 10^3}{U^2 \cos \varphi} \cdot \%100 \quad [\%/kWkm]$$

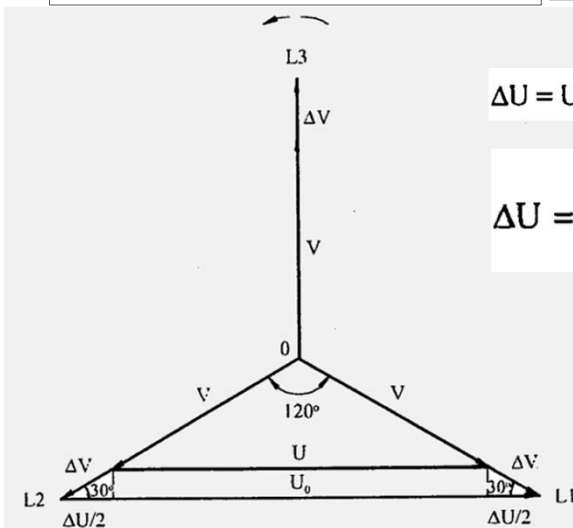
$$u = k_3'' P l \quad [\%]$$

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

UNDER BULK LOAD

## THREE PHASE SYSTEMS

Both R and X are considered.



$$\Delta U = U_0 - U = 2\Delta V \cos 30^\circ = \sqrt{3}\Delta V$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} I \cos \varphi}{\kappa A}$$



## VOLTAGE DROP CALCULATIONS

UNDER BULK LOAD

### CALCULATION OF LV VOLTAGE DROP COEFFICIENTS, $k$

In one-phase AC  $U = 220 \text{ V}$   
In three-phase AC  $U = 380 \text{ V}$  } Used in the calculation of voltage drop coefficients  $k'_1, k''_1, k'_3, k''_3$

These coefficients are calculated for overhead lines and undergrounda cables, and listed Tables 10 to 18.

$R'$  and  $X'$  data for cables and overhead lines are also given in tables.

Since the highest voltage drop occurs under highest loading of the power lines, the value of  $R'$  is taken under the highest operating temperature in cables and at the value at  $40^\circ\text{C}$  in overhead lines because the loading current limit has never reached in overhead lines.

From now on, the subscripts 1 and 3 will not be used in the voltage drop coefficients. We will just select the coefficient from the tables depending of the problem whether it is one-phase or three-phase. The supercript ' will not be used, neither.

$$u = kP\ell \quad [\%]$$

## VOLTAGE DROP CALCULATIONS

UNDER BULK LOAD

**Örnek 2.** Örnek 1 deki  $3 \times 50/25 \text{ mm}^2$  YVYV 0,6/1 kV kablo için  $k''_3$  gerilim düşümü katsayısı hesaplanacaktır.

Çizelge 3.57 den,  $R'=0,463 \text{ } \Omega/\text{km}$ ,  $X'=0,085 \text{ } \Omega/\text{km}$  dir.

Yalnız R omik direnci göz önüne alınırsa ( $X=0$ ), [5.10.2] bağıntısından:

$$k''_3 = \frac{(R' \cos \varphi + X' \sin \varphi) \cdot 10^3}{U^2 \cos \varphi} \cdot \%100 = \frac{(0,463 \cdot 0,80 + 0,085) \cdot 10^3}{380^2 \cdot 0,80} \cdot \%100 = \%0,321$$

R omik direnci ve X endüktif direnci göz önüne alınırsa, [5.10.2] bağıntısından:

$$k''_3 = \frac{(0,463 \cdot 0,80 + 0,085 \cdot 0,60) \cdot 10^3}{380^2 \cdot 0,80} \cdot \%100 = \%0,365$$

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

UNDER BULK LOAD

Yalnız R omik direnci göz önüne alınır, gerilim düşümü, [5.12] bağıntısından:

$$u = k_3'' Pl = \%0,321.50.0,100 = \%1,605$$

R omik direnci ve X endüktif direnci göz önüne alınır, gerilim düşümü, [5.12] bağıntısından:

$$u = k_3'' Pl = \%0,365.50.0,100 = \%1,825$$

bulunur.

Not: Gerilim düşümünde örnek 1 ve 2 arasındaki yaklaşık %8 fark, sahife 5.16 da açıklandığı gibi, yapımcısı tarafından verilen direnç değerlerinin kullanılmamasından kaynaklanmaktadır.

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

UNDER BULK LOAD

Çizelge 5.10. 0,6/1 kV YVV(NYY) kablolar için  $k_1'$  ve  $k_1''$  gerilim düşümü katsayıları.

Bir fazlı  
U=220 V



| Damar sayısı<br>x<br>Anma kesiti<br>[mm <sup>2</sup> ] | 70 °C de<br>AA direnci<br>R' [Ω/km] | Endüktif<br>direnç<br>X' [Ω/km] | $k_1'$ mutlak gerilim düşümü katsayısı [V/kWkm] |       |       |       |       |       | $k_1''$ yüzde gerilim düşümü katsayısı [%/kWkm] |       |       |       |       |       |
|--|-------------------------------------|---------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
|  |                                     |                                 | GK=   |       |       |       |       |       | GK=   |       |       |       |       |       |
|  |                                     |                                 | 1   | 0,95  | 0,90  | 0,80  | 0,70  | 0,60  | 1   | 0,95  | 0,90  | 0,80  | 0,70  | 0,60  |
| 2x1,5  | 14,5                                | 0,108                           | 131,8   | 132,1 | 132,3 | 132,6 | 132,8 | 133,1 | 59,92   | 60,06 | 60,13 | 60,25 | 60,37 | 60,51 |
| 2x2,5  | 8,87                                | 0,100                           | 80,64   | 80,94 | 81,08 | 81,32 | 81,56 | 81,85 | 36,65   | 36,79 | 36,85 | 36,96 | 37,07 | 37,20 |
| 2x4  | 5,52                                | 0,099                           | 50,18   | 50,48 | 50,62 | 50,86 | 51,10 | 51,38 | 22,81   | 22,94 | 23,01 | 23,12 | 23,23 | 23,36 |
| 2x6  | 3,69                                | 0,094                           | 33,55   | 33,83 | 33,96 | 34,19 | 34,42 | 34,68 | 15,25   | 15,38 | 15,44 | 15,54 | 15,64 | 15,77 |
| 2x10   | 2,19                                | 0,087                           | 19,91   | 20,17 | 20,29 | 20,50 | 20,72 | 20,96 | 9,050   | 9,168 | 9,224 | 9,319 | 9,416 | 9,529 |
| 2x16ç  | 1,38                                | 0,082                           | 12,55   | 12,79 | 12,91 | 13,10 | 13,31 | 13,54 | 5,702   | 5,814 | 5,867 | 5,957 | 6,048 | 6,154 |
| 2x25ç  | 0,870                               | 0,081                           | 7,909   | 8,151 | 8,266 | 8,461 | 8,660 | 8,891 | 3,595   | 3,705 | 3,757 | 3,846 | 3,937 | 4,041 |
| 2x35ş  | 0,627                               | 0,078                           | 5,700   | 5,933 | 6,043 | 6,232 | 6,423 | 6,645 | 2,591   | 2,697 | 2,747 | 2,833 | 2,920 | 3,021 |
| 2x50ş  | 0,463                               | 0,078                           | 4,209   | 4,442 | 4,553 | 4,741 | 4,933 | 5,155 | 1,913   | 2,019 | 2,069 | 2,155 | 2,242 | 2,343 |
| 2x70ş  | 0,321                               | 0,075                           | 2,918   | 3,142 | 3,248 | 3,430 | 3,614 | 3,827 | 1,326   | 1,428 | 1,477 | 1,559 | 1,643 | 1,740 |
| 2x95ş  | 0,232                               | 0,075                           | 2,109   | 2,333 | 2,439 | 2,620 | 2,805 | 3,018 | 0,959   | 1,061 | 1,109 | 1,191 | 1,275 | 1,372 |
| 2x120ş   | 0,184                               | 0,073                           | 1,673   | 1,891 | 1,994 | 2,170 | 2,350 | 2,558 | 0,760   | 0,859 | 0,906 | 0,987 | 1,068 | 1,163 |
| 2x150ş   | 0,150                               | 0,073                           | 1,364   | 1,582 | 1,685 | 1,861 | 2,041 | 2,248 | 0,620   | 0,719 | 0,766 | 0,846 | 0,928 | 1,022 |
| 2x185ş   | 0,121                               | 0,073                           | 1,100   | 1,318 | 1,421 | 1,598 | 1,777 | 1,985 | 0,500   | 0,599 | 0,646 | 0,726 | 0,808 | 0,902 |
| 2x240ş   | 0,0928                              | 0,073                           | 0,844   | 1,062 | 1,165 | 1,341 | 1,521 | 1,728 | 0,383   | 0,483 | 0,530 | 0,610 | 0,691 | 0,786 |
| 2x300ş   | 0,0752                              | 0,073                           | 0,684   | 0,902 | 1,005 | 1,181 | 1,361 | 1,568 | 0,311   | 0,410 | 0,457 | 0,537 | 0,618 | 0,713 |
| 2x400ş   | 0,0603                              | 0,072                           | 0,548   | 0,763 | 0,865 | 1,039 | 1,216 | 1,421 | 0,249   | 0,347 | 0,393 | 0,472 | 0,553 | 0,646 |
| 2x500ş   |                                     |                                 |   |       |       |       |       |       |   |       |       |       |       |       |

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

UNDER BULK LOAD

Çizelge 5.11. 0,6/1 kV YVV(NYY) ve YVMV(NYCY) kablolar için  $k_3'$  ve  $k_3''$  gerilim düşümü katsayıları (\*).

Üç fazlı  
U=380 V



| Damar sayısı<br>x<br>Anma kesiti<br>[mm <sup>2</sup> ] | 70 °C de<br>AA direnci<br>R' [Ω/km] | Endüktif<br>direnç<br>X' [Ω/km] | $k_3'$ mutlak gerilim düşümü katsayısı [V/kWkm] |       |       |       |       |       | $k_3''$ yüzde gerilim düşümü katsayısı [%/kWkm] |        |        |        |        |       |
|--|-------------------------------------|---------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|---|--------|--------|--------|--------|-------|
|  |                                     |                                 | GK=   |       |       |       |       |       | GK=   |        |        |        |        |       |
|  |                                     |                                 | 1   | 0,95  | 0,90  | 0,80  | 0,70  | 0,60  | 1   | 0,95   | 0,90   | 0,80   | 0,70   | 0,60  |
| 4x1,5  | 14,5                                | 0,115                           | 38,16   | 38,26 | 38,30 | 38,38 | 38,47 | 38,56 | 10,04   | 10,07  | 10,08  | 10,10  | 10,12  | 10,15 |
| 4x2,5  | 8,87                                | 0,107                           | 23,34   | 23,43 | 23,48 | 23,55 | 23,63 | 23,72 | 6,143   | 6,167  | 6,179  | 6,198  | 6,218  | 6,241 |
| 4x4  | 5,52                                | 0,106                           | 14,53   | 14,62 | 14,66 | 14,74 | 14,81 | 14,90 | 3,823   | 3,847  | 3,858  | 3,878  | 3,898  | 3,921 |
| 4x6  | 3,69                                | 0,101                           | 9,711   | 9,798 | 9,839 | 9,910 | 9,982 | 10,06 | 2,555   | 2,578  | 2,589  | 2,608  | 2,627  | 2,649 |
| 4x10   | 2,19                                | 0,095                           | 5,763   | 5,845 | 5,884 | 5,951 | 6,018 | 6,096 | 1,517   | 1,538  | 1,548  | 1,566  | 1,584  | 1,604 |
| 4x16ç  | 1,38                                | 0,090                           | 3,632   | 3,709 | 3,746 | 3,809 | 3,873 | 3,947 | 0,956   | 0,976  | 0,986  | 1,002  | 1,019  | 1,039 |
| 4x25ç  | 0,870                               | 0,088                           | 2,289   | 2,366 | 2,402 | 2,463 | 2,526 | 2,598 | 0,602   | 0,623  | 0,632  | 0,648  | 0,665  | 0,684 |
| 4x35ş  | 0,627                               | 0,085                           | 1,650   | 1,724 | 1,758 | 1,818 | 1,878 | 1,948 | 0,434   | 0,454  | 0,463  | 0,478  | 0,494  | 0,513 |
| 4x50ş  | 0,463                               | 0,085                           | 1,218   | 1,292 | 1,327 | 1,386 | 1,447 | 1,517 | 0,321   | 0,340  | 0,349  | 0,365  | 0,381  | 0,399 |
| 4x70ş  | 0,321                               | 0,082                           | 0,845   | 0,916 | 0,949 | 1,007 | 1,065 | 1,132 | 0,222   | 0,241  | 0,250  | 0,265  | 0,280  | 0,298 |
| 4x95ş  | 0,232                               | 0,082                           | 0,611   | 0,681 | 0,715 | 0,772 | 0,831 | 0,898 | 0,161   | 0,179  | 0,188  | 0,203  | 0,219  | 0,236 |
| 4x120ş   | 0,184                               | 0,080                           | 0,484   | 0,553 | 0,586 | 0,642 | 0,699 | 0,765 | 0,127   | 0,146  | 0,154  | 0,169  | 0,184  | 0,201 |
| 4x150ş   | 0,150                               | 0,080                           | 0,395   | 0,464 | 0,497 | 0,553 | 0,610 | 0,675 | 0,104   | 0,122  | 0,131  | 0,145  | 0,160  | 0,178 |
| 4x185ş   | 0,120                               | 0,080                           | 0,316   | 0,385 | 0,418 | 0,474 | 0,531 | 0,596 | 0,0831  | 0,101  | 0,110  | 0,125  | 0,140  | 0,157 |
| 4x240ş   | 0,0925                              | 0,080                           | 0,243   | 0,313 | 0,345 | 0,401 | 0,458 | 0,524 | 0,0641  | 0,0823 | 0,0909 | 0,106  | 0,121  | 0,138 |
| 4x300ş   | 0,0747                              | 0,080                           | 0,197   | 0,266 | 0,299 | 0,354 | 0,411 | 0,477 | 0,0517  | 0,0699 | 0,0786 | 0,0933 | 0,108  | 0,126 |
| 4x400ş   | 0,0597                              | 0,079                           | 0,157   | 0,225 | 0,258 | 0,313 | 0,369 | 0,434 | 0,0413  | 0,0593 | 0,0678 | 0,0824 | 0,0972 | 0,114 |
| 4x500ş   |                                     |                                 |   |       |       |       |       |       |   |        |        |        |        |       |

(\* Bu değerler, 3 ve 3½ damarlı kablolar için de çok yaklaşık geçerlidir.

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

UNDER BULK LOAD

Çizelge 5.12. 0,6/1 kV YVV(NYY) kablolar için  $k_3'$  ve  $k_3''$  gerilim düşümü katsayıları.

Üç fazlı  
U=380 V



| Damar sayısı<br>x<br>Anma kesiti<br>[mm <sup>2</sup> ] | 70 °C de<br>AA direnci<br>R' [Ω/km] | Endüktif<br>direnç<br>X' [Ω/km] | $k_3'$ mutlak gerilim düşümü katsayısı [V/kWkm] |       |       |       |       |       | $k_3''$ yüzde gerilim düşümü katsayısı [%/kWkm] |        |        |       |       |       |
|--|-------------------------------------|---------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|---|--------|--------|-------|-------|-------|
|  |                                     |                                 | GK=   |       |       |       |       |       | GK=   |        |        |       |       |       |
|  |                                     |                                 | 1   | 0,95  | 0,90  | 0,80  | 0,70  | 0,60  | 1   | 0,95   | 0,90   | 0,80  | 0,70  | 0,60  |
| 1x4  | 5,52                                | 0,297                           | 14,53   | 14,78 | 14,90 | 15,11 | 15,32 | 15,57 | 3,823   | 3,890  | 3,922  | 3,977 | 4,033 | 4,097 |
| 1x6  | 3,69                                | 0,284                           | 9,711   | 9,956 | 10,07 | 10,27 | 10,47 | 10,71 | 2,555   | 2,620  | 2,651  | 2,703 | 2,756 | 2,818 |
| 1x10   | 2,19                                | 0,269                           | 5,763   | 5,996 | 6,106 | 6,294 | 6,485 | 6,707 | 1,517   | 1,578  | 1,607  | 1,656 | 1,707 | 1,765 |
| 1x16ç  | 1,38                                | 0,255                           | 3,632   | 3,852 | 3,957 | 4,135 | 4,316 | 4,526 | 0,956   | 1,014  | 1,041  | 1,088 | 1,136 | 1,191 |
| 1x25ç  | 0,870                               | 0,239                           | 2,289   | 2,496 | 2,594 | 2,761 | 2,931 | 3,128 | 0,602   | 0,657  | 0,683  | 0,727 | 0,771 | 0,823 |
| 1x35ç  | 0,627                               | 0,229                           | 1,650   | 1,848 | 1,942 | 2,102 | 2,265 | 2,454 | 0,434   | 0,486  | 0,511  | 0,553 | 0,596 | 0,646 |
| 1x50ç  | 0,463                               | 0,221                           | 1,218   | 1,410 | 1,500 | 1,655 | 1,812 | 1,994 | 0,321   | 0,371  | 0,395  | 0,435 | 0,477 | 0,525 |
| 1x70ç  | 0,321                               | 0,210                           | 0,845   | 1,026 | 1,112 | 1,259 | 1,409 | 1,582 | 0,222   | 0,270  | 0,293  | 0,331 | 0,371 | 0,416 |
| 1x95ç  | 0,231                               | 0,202                           | 0,608   | 0,783 | 0,865 | 1,007 | 1,150 | 1,317 | 0,160   | 0,206  | 0,228  | 0,265 | 0,303 | 0,346 |
| 1x120ç   | 0,184                               | 0,195                           | 0,484   | 0,653 | 0,733 | 0,869 | 1,008 | 1,168 | 0,127   | 0,172  | 0,193  | 0,229 | 0,265 | 0,307 |
| 1x150ç   | 0,149                               | 0,190                           | 0,392   | 0,556 | 0,634 | 0,767 | 0,902 | 1,059 | 0,103   | 0,146  | 0,167  | 0,202 | 0,237 | 0,279 |
| 1x185ç   | 0,119                               | 0,184                           | 0,313   | 0,472 | 0,548 | 0,676 | 0,807 | 0,959 | 0,0824  | 0,124  | 0,144  | 0,178 | 0,212 | 0,252 |
| 1x240ç   | 0,0912                              | 0,177                           | 0,240   | 0,393 | 0,466 | 0,589 | 0,715 | 0,861 | 0,0632  | 0,103  | 0,123  | 0,155 | 0,188 | 0,227 |
| 1x300ç   | 0,0732                              | 0,172                           | 0,193   | 0,341 | 0,412 | 0,532 | 0,654 | 0,796 | 0,0507  | 0,0898 | 0,108  | 0,140 | 0,172 | 0,210 |
| 1x400ç   | 0,0579                              | 0,166                           | 0,152   | 0,296 | 0,364 | 0,480 | 0,598 | 0,735 | 0,0401  | 0,0779 | 0,0958 | 0,126 | 0,157 | 0,193 |
| 1x500ç   | 0,0461                              | 0,161                           | 0,121   | 0,261 | 0,327 | 0,439 | 0,554 | 0,686 | 0,0319  | 0,0686 | 0,0859 | 0,116 | 0,146 | 0,181 |

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

## UNDER BULK LOAD

Çizelge 5.13. 0,6/1 kV YVV(NYY) kablolar için  $k_3'$  ve  $k_3''$  gerilim düşümü katsayıları.


Üç fazlı Havada  
U=380 V 

| Damar sayısı<br>x<br>Anma kesiti<br>[mm <sup>2</sup> ] | 70 °C de<br>AA direnci<br>R' [Ω/km] | Endüktif<br>direnç<br>X' [Ω/km] | $k_3'$ mutlak gerilim düşümü katsayısı [V/kWkm] |       |       |       |       |       |        | $k_3''$ yüzde gerilim düşümü katsayısı [%/kWkm] |        |       |       |       |  |  |
|--|-------------------------------------|---------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---|--------|-------|-------|-------|--|--|
|  |                                     |                                 | GK=   |       |       |       |       |       |        |   |        |       |       |       |  |  |
|  |                                     |                                 | 1   | 0,95  | 0,90  | 0,80  | 0,70  | 0,60  | 1      | 0,95  | 0,90   | 0,80  | 0,70  | 0,60  |  |  |
| 1x4  | 5,52                                | 0,196                           | 14,53   | 14,70 | 14,78 | 14,91 | 15,05 | 15,21 | 3,823  | 3,867   | 3,888  | 3,925 | 3,961 | 4,004 |  |  |
| 1x6  | 3,69                                | 0,187                           | 9,711   | 9,872 | 9,949 | 10,08 | 10,21 | 10,37 | 2,555  | 2,598   | 2,618  | 2,653 | 2,688 | 2,728 |  |  |
| 1x10   | 2,19                                | 0,177                           | 5,763   | 5,916 | 5,989 | 6,113 | 6,238 | 6,384 | 1,517  | 1,557   | 1,576  | 1,609 | 1,642 | 1,680 |  |  |
| 1x16ç  | 1,38                                | 0,168                           | 3,632   | 3,777 | 3,846 | 3,963 | 4,083 | 4,221 | 0,956  | 0,994   | 1,012  | 1,043 | 1,074 | 1,111 |  |  |
| 1x25ç  | 0,870                               | 0,161                           | 2,289   | 2,429 | 2,495 | 2,607 | 2,722 | 2,854 | 0,602  | 0,639   | 0,656  | 0,686 | 0,716 | 0,751 |  |  |
| 1x35ç  | 0,627                               | 0,156                           | 1,650   | 1,785 | 1,849 | 1,958 | 2,069 | 2,197 | 0,434  | 0,470   | 0,487  | 0,515 | 0,544 | 0,578 |  |  |
| 1x50ç  | 0,463                               | 0,154                           | 1,218   | 1,352 | 1,415 | 1,522 | 1,632 | 1,759 | 0,321  | 0,356   | 0,372  | 0,401 | 0,429 | 0,463 |  |  |
| 1x70ç  | 0,321                               | 0,149                           | 0,845   | 0,974 | 1,035 | 1,139 | 1,245 | 1,368 | 0,222  | 0,256   | 0,272  | 0,300 | 0,328 | 0,360 |  |  |
| 1x95ç  | 0,231                               | 0,146                           | 0,608   | 0,734 | 0,794 | 0,896 | 1,000 | 1,120 | 0,160  | 0,193   | 0,209  | 0,236 | 0,263 | 0,295 |  |  |
| 1x120ç   | 0,184                               | 0,144                           | 0,484   | 0,609 | 0,668 | 0,768 | 0,871 | 0,989 | 0,127  | 0,160   | 0,176  | 0,202 | 0,229 | 0,260 |  |  |
| 1x150ç   | 0,149                               | 0,143                           | 0,392   | 0,516 | 0,574 | 0,674 | 0,776 | 0,894 | 0,103  | 0,136   | 0,151  | 0,177 | 0,204 | 0,235 |  |  |
| 1x185ç   | 0,120                               | 0,142                           | 0,316   | 0,439 | 0,497 | 0,596 | 0,697 | 0,814 | 0,0831 | 0,115   | 0,131  | 0,157 | 0,183 | 0,214 |  |  |
| 1x240ç   | 0,0916                              | 0,140                           | 0,241   | 0,362 | 0,419 | 0,517 | 0,617 | 0,732 | 0,0634 | 0,0953  | 0,110  | 0,136 | 0,162 | 0,193 |  |  |
| 1x300ç   | 0,0736                              | 0,139                           | 0,194   | 0,314 | 0,371 | 0,468 | 0,567 | 0,681 | 0,0510 | 0,0826  | 0,0976 | 0,123 | 0,149 | 0,179 |  |  |
| 1x400ç   | 0,0584                              | 0,138                           | 0,154   | 0,273 | 0,330 | 0,426 | 0,524 | 0,638 | 0,0404 | 0,0719  | 0,0867 | 0,112 | 0,138 | 0,168 |  |  |
| 1x500ç   | 0,0465                              | 0,137                           | 0,122   | 0,241 | 0,297 | 0,393 | 0,490 | 0,603 | 0,0322 | 0,0634  | 0,0782 | 0,103 | 0,129 | 0,159 |  |  |

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

## UNDER BULK LOAD

Çizelge 5.14. 0,6/1 kV YVV(NYY) kablolar için  $k_3'$  ve  $k_3''$  gerilim düşümü katsayıları.

Üç fazlı Yeralında  
Havada  
U=380 V 

| Damar sayısı<br>x<br>Anma kesiti<br>[mm <sup>2</sup> ] | 70 °C de<br>AA direnci<br>R' [Ω/km] | Endüktif<br>direnç<br>X' [Ω/km] | $k_3'$ mutlak gerilim düşümü katsayısı [V/kWkm] |       |       |       |       |       |        | $k_3''$ yüzde gerilim düşümü katsayısı [%/kWkm] |        |        |        |       |  |  |
|--|-------------------------------------|---------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---|--------|--------|--------|-------|--|--|
|  |                                     |                                 | GK=   |       |       |       |       |       |        |   |        |        |        |       |  |  |
|  |                                     |                                 | 1   | 0,95  | 0,90  | 0,80  | 0,70  | 0,60  | 1      | 0,95  | 0,90   | 0,80   | 0,70   | 0,60  |  |  |
| 1x4  | 5,52                                | 0,144                           | 14,53   | 14,65 | 14,71 | 14,81 | 14,91 | 15,03 | 3,823  | 3,855   | 3,871  | 3,898  | 3,924  | 3,956 |  |  |
| 1x6  | 3,69                                | 0,135                           | 9,711   | 9,827 | 9,883 | 9,977 | 10,07 | 10,18 | 2,555  | 2,586   | 2,601  | 2,626  | 2,651  | 2,680 |  |  |
| 1x10   | 2,19                                | 0,125                           | 5,763   | 5,871 | 5,922 | 6,010 | 6,099 | 6,202 | 1,517  | 1,545   | 1,559  | 1,582  | 1,605  | 1,632 |  |  |
| 1x16ç  | 1,38                                | 0,117                           | 3,632   | 3,733 | 3,781 | 3,863 | 3,946 | 4,042 | 0,956  | 0,982   | 0,995  | 1,016  | 1,038  | 1,064 |  |  |
| 1x25ç  | 0,870                               | 0,110                           | 2,289   | 2,385 | 2,430 | 2,507 | 2,585 | 2,675 | 0,602  | 0,628   | 0,639  | 0,660  | 0,680  | 0,704 |  |  |
| 1x35ç  | 0,627                               | 0,105                           | 1,650   | 1,741 | 1,784 | 1,857 | 1,932 | 2,018 | 0,434  | 0,458   | 0,469  | 0,489  | 0,508  | 0,531 |  |  |
| 1x50ç  | 0,463                               | 0,102                           | 1,218   | 1,307 | 1,348 | 1,420 | 1,492 | 1,576 | 0,321  | 0,344   | 0,355  | 0,374  | 0,393  | 0,415 |  |  |
| 1x70ç  | 0,321                               | 0,097                           | 0,845   | 0,929 | 0,968 | 1,036 | 1,105 | 1,185 | 0,222  | 0,244   | 0,255  | 0,273  | 0,291  | 0,312 |  |  |
| 1x95ç  | 0,232                               | 0,095                           | 0,611   | 0,693 | 0,732 | 0,798 | 0,866 | 0,944 | 0,161  | 0,182   | 0,193  | 0,210  | 0,228  | 0,248 |  |  |
| 1x120ç   | 0,184                               | 0,092                           | 0,484   | 0,564 | 0,601 | 0,666 | 0,731 | 0,807 | 0,127  | 0,148   | 0,158  | 0,175  | 0,192  | 0,212 |  |  |
| 1x150ç   | 0,150                               | 0,091                           | 0,395   | 0,473 | 0,511 | 0,574 | 0,639 | 0,714 | 0,104  | 0,125   | 0,134  | 0,151  | 0,168  | 0,188 |  |  |
| 1x185ç   | 0,121                               | 0,090                           | 0,318   | 0,396 | 0,433 | 0,496 | 0,560 | 0,634 | 0,0838 | 0,104   | 0,114  | 0,131  | 0,147  | 0,167 |  |  |
| 1x240ç   | 0,0930                              | 0,088                           | 0,245   | 0,321 | 0,357 | 0,418 | 0,481 | 0,554 | 0,0644 | 0,0844  | 0,0939 | 0,110  | 0,127  | 0,146 |  |  |
| 1x300ç   | 0,0754                              | 0,088                           | 0,198   | 0,275 | 0,311 | 0,372 | 0,435 | 0,507 | 0,0522 | 0,0722  | 0,0817 | 0,0979 | 0,114  | 0,133 |  |  |
| 1x400ç   | 0,0607                              | 0,086                           | 0,160   | 0,234 | 0,269 | 0,329 | 0,391 | 0,461 | 0,0420 | 0,0616  | 0,0709 | 0,0867 | 0,103  | 0,121 |  |  |
| 1x500ç   | 0,0495                              | 0,085                           | 0,130   | 0,204 | 0,239 | 0,298 | 0,358 | 0,429 | 0,0343 | 0,0536  | 0,0628 | 0,0784 | 0,0943 | 0,113 |  |  |

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

UNDER BULK LOAD

Çizelge 5.15. Bakır iletkenli AG hava hatları için  $k_1'$  ve  $k_1''$  gerilim düşümü katsayıları.

Bir fazlı  
U=220 V

| Anma kesiti<br>[mm <sup>2</sup> ] | Gerçek kesiti<br>[mm <sup>2</sup> ] | 40 °C de AA direnci<br>R' [Ω/km] | Endüktif direnç<br>X' [Ω/km] | $k_1'$ mutlak gerilim düşümü katsayısı [V/kWkm] |       |       |       |       |       | $k_1''$ yüzde gerilim düşümü katsayısı [%/kWkm] |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                   |                                     |                                  |                              | GK=   |       |       |       |       |       | GK=   |       |       |       |       |       |
|                                   |                                     |                                  |                              | 1   | 0,95  | 0,90  | 0,80  | 0,70  | 0,60  | 1   | 0,95  | 0,90  | 0,80  | 0,70  | 0,60  |
| 10                                | 9,57                                | 2,034                            | 0,357                        | 18,49   | 19,56 | 20,06 | 20,93 | 21,80 | 22,82 | 8,405   | 8,890 | 9,119 | 9,511 | 9,910 | 10,37 |
| 16                                | 15,88                               | 1,227                            | 0,341                        | 11,15   | 12,17 | 12,66 | 13,48 | 14,32 | 15,29 | 5,070   | 5,533 | 5,753 | 6,127 | 6,508 | 6,949 |
| 25                                | 24,70                               | 0,789                            | 0,328                        | 7,173   | 8,153 | 8,617 | 9,409 | 10,21 | 11,15 | 3,260   | 3,706 | 3,917 | 4,277 | 4,643 | 5,067 |
| 35                                | 34,34                               | 0,567                            | 0,317                        | 5,155   | 6,102 | 6,550 | 7,316 | 8,095 | 9,000 | 2,343   | 2,774 | 2,977 | 3,325 | 3,679 | 4,090 |
| 50                                | 49,45                               | 0,394                            | 0,306                        | 3,582   | 4,496 | 4,929 | 5,668 | 6,420 | 7,291 | 1,628   | 2,044 | 2,241 | 2,576 | 2,918 | 3,314 |

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

UNDER BULK LOAD

Çizelge 5.16. Bakır iletkenli AG hava hatları için  $k_3'$  ve  $k_3''$  gerilim düşümü katsayıları.

Üç fazlı  
U=380 V

| Anma kesiti<br>[mm <sup>2</sup> ] | Gerçek kesiti<br>[mm <sup>2</sup> ] | 40 °C de AA direnci<br>R' [Ω/km] | Endüktif direnç<br>X' [Ω/km] | $k_3'$ mutlak gerilim düşümü katsayısı [V/kWkm] |       |       |       |       |       | $k_3''$ yüzde gerilim düşümü katsayısı [%/kWkm] |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                   |                                     |                                  |                              | GK=   |       |       |       |       |       | GK=   |       |       |       |       |       |
|                                   |                                     |                                  |                              | 1   | 0,95  | 0,90  | 0,80  | 0,70  | 0,60  | 1   | 0,95  | 0,90  | 0,80  | 0,70  | 0,60  |
| 10                                | 9,57                                | 2,034                            | 0,363                        | 5,353   | 5,667 | 5,815 | 6,069 | 6,327 | 6,626 | 1,409   | 1,491 | 1,530 | 1,597 | 1,665 | 1,744 |
| 16                                | 15,88                               | 1,227                            | 0,347                        | 3,229   | 3,529 | 3,671 | 3,914 | 4,161 | 4,446 | 0,850   | 0,929 | 0,966 | 1,030 | 1,094 | 1,170 |
| 25                                | 24,70                               | 0,789                            | 0,333                        | 2,076   | 2,364 | 2,501 | 2,734 | 2,970 | 3,245 | 0,546   | 0,622 | 0,658 | 0,719 | 0,782 | 0,854 |
| 35                                | 34,34                               | 0,567                            | 0,323                        | 1,492   | 1,771 | 1,904 | 2,130 | 2,359 | 2,625 | 0,393   | 0,466 | 0,501 | 0,560 | 0,621 | 0,691 |
| 50                                | 49,45                               | 0,394                            | 0,311                        | 1,037   | 1,306 | 1,433 | 1,651 | 1,872 | 2,128 | 0,273   | 0,344 | 0,377 | 0,434 | 0,493 | 0,560 |

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

UNDER BULK LOAD

Çizelge 5.17. Alüminyum iletkenli AG hava hatları için  $k_1'$  ve  $k_1''$  gerilim düşümü katsayıları.

Bir fazlı  
U=220 V

| Anma kesiti<br>[mm <sup>2</sup> ] | AWG | Gerçek kesiti<br>[mm <sup>2</sup> ] | 40 °C de AA direnci<br>R' [Ω/km] | Endüktif direnç<br>X' [Ω/km] | $k_1'$ mutlak gerilim düşümü katsayısı [V/Kwkm] |       |       |       |       |        | $k_1''$ yüzde gerilim düşümü katsayısı [%/kWkm] |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------|-----|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|--------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                   |     |                                     |                                  |                              | GK=   |       |       |       |       |        | GK=   |       |       |       |       |       |
|                                   |     |                                     |                                  |                              | 1   | 0,95  | 0,90  | 0,80  | 0,70  | 0,60   | 1   | 0,95  | 0,90  | 0,80  | 0,70  | 0,60  |
| Rose                              | 4   | 21,14                               | 1,4643                           | 0,346                        | 13,31   | 14,35 | 14,84 | 15,67 | 16,52 | 17,51  | 6,051   | 6,521 | 6,743 | 7,123 | 7,509 | 7,957 |
| Lily                              | 3   | 26,60                               | 1,1627                           | 0,339                        | 10,57   | 11,58 | 12,06 | 12,88 | 13,71 | 14,68  | 4,805   | 5,265 | 5,483 | 5,855 | 6,234 | 6,672 |
| Iris                              | 2   | 33,53                               | 0,9220                           | 0,331                        | 8,382   | 9,371 | 9,839 | 10,64 | 11,45 | 12,39  | 3,810   | 4,259 | 4,472 | 4,836 | 5,205 | 5,634 |
| Pansy                             | 1   | 42,49                               | 0,7282                           | 0,324                        | 6,620   | 7,588 | 8,047 | 8,829 | 9,625 | 10,547 | 3,009   | 3,449 | 3,658 | 4,013 | 4,375 | 4,794 |
| Poppy                             | 1/0 | 53,48                               | 0,5782                           | 0,317                        | 5,256   | 6,204 | 6,652 | 7,418 | 8,196 | 9,099  | 2,389   | 2,820 | 3,024 | 3,372 | 3,726 | 4,136 |
| Aster                             | 2/0 | 67,14                               | 0,4594                           | 0,309                        | 4,176   | 5,100 | 5,537 | 6,283 | 7,042 | 7,922  | 1,898   | 2,318 | 2,517 | 2,856 | 3,201 | 3,601 |
| Phlox                             | 3/0 | 84,91                               | 0,3642                           | 0,302                        | 3,311   | 4,213 | 4,641 | 5,370 | 6,112 | 6,972  | 1,505   | 1,915 | 2,109 | 2,441 | 2,778 | 3,169 |
| Oxlip                             | 4/0 | 107,38                              | 0,2875                           | 0,295                        | 2,614   | 3,495 | 3,913 | 4,625 | 5,350 | 6,189  | 1,188   | 1,589 | 1,778 | 2,102 | 2,432 | 2,813 |

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

UNDER BULK LOAD

Çizelge 5.18. Alüminyum iletkenli AG hava hatları için  $k_3'$  ve  $k_3''$  gerilim düşümü katsayıları.

Üç fazlı  
U=380 V

| Anma kesiti<br>[mm <sup>2</sup> ] | AWG | Gerçek kesiti<br>[mm <sup>2</sup> ] | 40 °C de AA direnci<br>R' [Ω/km] | Endüktif direnç<br>X' [Ω/km] | $k_3'$ mutlak gerilim düşümü katsayısı [V/kWkm] |       |       |       |       |       | $k_3''$ yüzde gerilim düşümü katsayısı [%/kWkm] |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------|-----|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                   |     |                                     |                                  |                              | GK=   |       |       |       |       |       | GK=   |       |       |       |       |       |
|                                   |     |                                     |                                  |                              | 1   | 0,95  | 0,90  | 0,80  | 0,70  | 0,60  | 1   | 0,95  | 0,90  | 0,80  | 0,70  | 0,60  |
| Rose                              | 4   | 21,14                               | 1,6812                           | 0,351                        | 4,424   | 4,728 | 4,872 | 5,117 | 5,367 | 5,656 | 1,164   | 1,244 | 1,282 | 1,347 | 1,412 | 1,488 |
| Lily                              | 3   | 26,60                               | 1,3350                           | 0,344                        | 3,513   | 3,811 | 3,952 | 4,192 | 4,437 | 4,720 | 0,925   | 1,003 | 1,040 | 1,103 | 1,168 | 1,242 |
| Iris                              | 2   | 33,53                               | 1,0586                           | 0,337                        | 2,786   | 3,077 | 3,215 | 3,451 | 3,691 | 3,968 | 0,733   | 0,810 | 0,846 | 0,908 | 0,971 | 1,044 |
| Pansy                             | 1   | 42,49                               | 0,8361                           | 0,330                        | 2,200   | 2,486 | 2,621 | 2,852 | 3,086 | 3,358 | 0,579   | 0,654 | 0,690 | 0,750 | 0,812 | 0,884 |
| Poppy                             | 1/0 | 53,48                               | 0,6639                           | 0,322                        | 1,747   | 2,026 | 2,158 | 2,383 | 2,612 | 2,877 | 0,460   | 0,533 | 0,568 | 0,627 | 0,687 | 0,757 |
| Aster                             | 2/0 | 67,14                               | 0,5275                           | 0,315                        | 1,388   | 1,661 | 1,790 | 2,010 | 2,234 | 2,493 | 0,365   | 0,437 | 0,471 | 0,529 | 0,588 | 0,656 |
| Phlox                             | 3/0 | 84,91                               | 0,4181                           | 0,308                        | 1,100   | 1,367 | 1,493 | 1,708 | 1,927 | 2,181 | 0,290   | 0,360 | 0,393 | 0,450 | 0,507 | 0,574 |
| Oxlip                             | 4/0 | 107,38                              | 0,3301                           | 0,300                        | 0,869   | 1,128 | 1,251 | 1,461 | 1,674 | 1,921 | 0,229   | 0,297 | 0,329 | 0,384 | 0,441 | 0,506 |

**İzin verilen gerilim düşümü sınırları<sup>[8]</sup>.**

- Yapı bağlantı kutusu (Kofre) ile aydınlatma ve priz sortilerinin sonundaki aydınlatıcı veya priz arasında en az %1,5,
- Yapı bağlantı kutusu ile motor linyelerinin sonundaki motor arasında en az %3,
- Şehir şebekesinde ayırım alınan nokta ile yapı bağlantı kutusu arasında en az %0,5<sup>(\*)</sup>,
- Besleme doğrudan transformatör merkezindeki AG tablosundan yapılıyorsa, üç fazlı beslemede, AG tablosu ile yapı bağlantı kutusu arasında en az %5 olmalıdır.

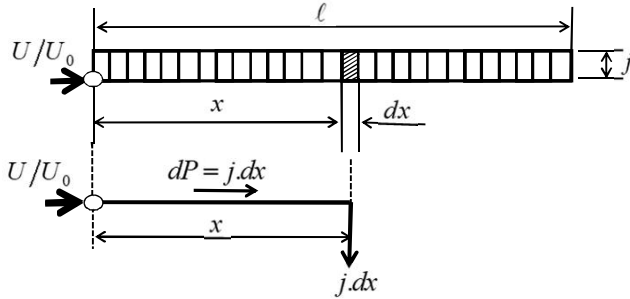
<sup>(\*)</sup> Eski EİTY'nden alınarak önerilmiştir. Bak: Sahife 5.91, problem 7.

## VOLTAGE DROP CALCULATIONS

Voltage Drop  
Under  
Uniformly Distributed Load

Şekil 5.8.de, hat başından  $x$  uzaklığındaki  $dx$  sonsuz küçük parçasında sonsuz küçük yük  $j \cdot dx$  olduğundan, sonsuz küçük gerilim düşümü, [5.12] bağıntısından:

$$du = k(dP)\ell = k \cdot j \cdot dx \cdot x \quad \text{The voltage drop along the line is calculated by}$$



$$u = kj \int_0^l x \cdot dx = kj \left[ \frac{x^2}{2} \right]_0^l$$

$$u = k \frac{j l^2}{2}$$

$P = j l$  olduğundan

$$u = kP \frac{l}{2}$$

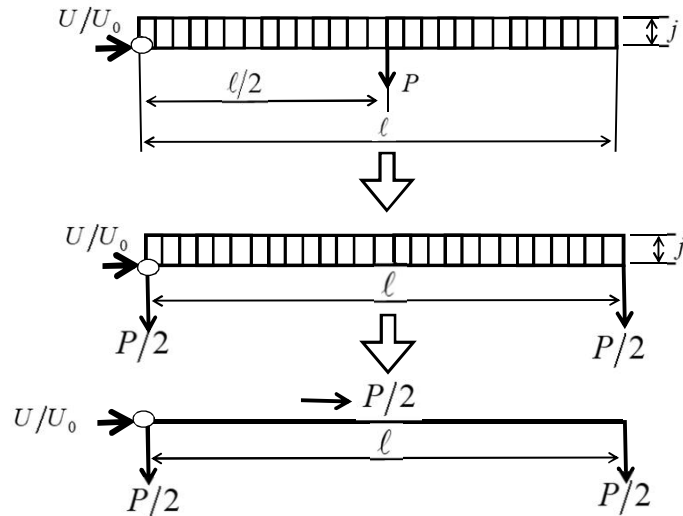
Şekil 5.8. Yayılı yükte gerilim düşümü hesabı.

$j l$  yükü hattın ortasından çekilen toplu bir yük olarak değerlendirilebilir.

Hattın ortasından çekilen bu toplu yükün yarısı hat sonundan, diğer yarısı da hat başından çekilen iki bileşene ayrılabilir.

$$P = j l$$

$$u = kP l = kj \frac{l}{2} \cdot l = k \frac{j l^2}{2}$$





**Örnek.** 80 m uzunluğundaki sokakta bitişik düzende sıralanmış olan konutların istek gücü 125 kW tır. Yük yoğunluğu, [5.4] bağıntısından:

$$j = \frac{P}{l} = \frac{125}{80 \cdot 10^{-3}} = 1562,5 \text{ kW/km}$$

Gerilim düşümünün %5 den küçük olması istenmektedir. 0,6/1 kV YVV kablonun kesiti  $16 \text{ mm}^2$  alınırsa, GK=0,80 için yüzde gerilim düşümü, çizelge 5.11 ve [5.13] bağıntısından:

$$u = k_3 \frac{j l^2}{2} = \%1,002 \cdot \frac{1562,5 (80 \cdot 10^{-3})^2}{2} = \%5$$

Seçilen kablo: YVV 3x16/10  $\text{mm}^2$  0,6/1 kV.

## BİR FAZLI AA SİSTEMLERİNDE

Mutlak güç kaybı

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

$$\Delta P = \frac{2I^2 \ell}{\kappa A}$$

Yüzde güç kaybı

$$p = \frac{\Delta P}{P} \cdot \%100$$

$$p = \frac{2I^2 \ell}{\kappa A P} \cdot \%100$$

$$P = UI \cos \varphi \text{ yazılırsa}$$

$$\Delta P = \frac{2P^2 \ell}{\kappa A U^2 \cos^2 \varphi}$$

$$p = \frac{2P \ell}{\kappa A U^2 \cos^2 \varphi} \cdot \%100$$

## 3 - FAZLI AA SİSTEMLERİNDE

Mutlak güç kaybı

$$\Delta P = 3I^2 R$$

$$\Delta P = \frac{3I^2 \ell}{\kappa A}$$

 $P = \sqrt{3} UI \cos \varphi$  yazılırsa

$$\Delta P = \frac{P^2 \ell}{\kappa AU^2 \cos^2 \varphi}$$

Yüzde güç kaybı

$$p = \frac{\Delta P}{P} \cdot \%100$$

$$p = \frac{3I^2 \ell}{\kappa AP} \cdot \%100$$

$$p = \frac{\sqrt{3} I \ell}{\kappa AU \cos \varphi} \cdot \%100$$

$$p = \frac{P \ell}{\kappa AU^2 \cos^2 \varphi} \cdot \%100$$

GÜÇ KAYBI  
BAĞINTILARI

| Açıklamalar      | Akım biliniyor  | Güç biliniyor   |
|------------------|---|---|
| 1. Bir fazlı AA: | Mutlak güç kaybı [5.14.1] $\Delta P = \frac{2I^2 \ell}{\hat{\epsilon} A}$                 | [5.14.3] $\Delta P = \frac{2P^2 \ell}{\kappa AU^2 \cos^2 \varphi}$    |
|                  | Yüzde güç kaybı [5.14.2] $p = \frac{2I \ell}{\kappa AU \cos \varphi} \cdot \%100$         | [5.14.4] $p = \frac{2P \ell}{\kappa AU^2 \cos^2 \varphi} \cdot \%100$ |
| 2. Üç fazlı AA:  | Mutlak güç kaybı [5.15.1] $\Delta P = \frac{3I^2 \ell}{\hat{\epsilon} A}$                 | [5.15.3] $\Delta P = \frac{P^2 \ell}{\kappa AU^2 \cos^2 \varphi}$     |
|                  | Yüzde güç kaybı [5.15.2] $p = \frac{\sqrt{3} I \ell}{\kappa AU \cos \varphi} \cdot \%100$ | [5.15.4] $p = \frac{P \ell}{\kappa AU^2 \cos^2 \varphi} \cdot \%100$  |
| 3. DA:           | Mutlak güç kaybı [5.16.1] $\Delta P = \frac{2I^2 \ell}{\hat{\epsilon} A}$                 | [5.16.3] $\Delta P = \frac{2P^2 \ell}{\kappa AU^2}$                   |
|                  | Yüzde güç kaybı [5.16.2] $p = \frac{2I \ell}{\kappa AU} \cdot \%100$                      | [5.16.4] $p = \frac{2P \ell}{\kappa AU^2} \cdot \%100$                |

GÜÇ KAYBINA  
GÖRE  
KESİT BAĞINTILARI

|                  |                  |  |  |  |
|------------------|------------------|--|--|--|
| Kesit            | 1. Bir fazlı AA: |  |  |  |
|                  | Mutlak güç kaybı | [5.14.5]                                 | $A = \frac{2I^2l}{\kappa\Delta P}$                           | [5.14.7] $A = \frac{2P^2l}{\kappa U^2 \Delta P \cos^2 \varphi}$    |
|                  | Yüzde güç kaybı  | [5.14.6]                                 | $A = \frac{2Il}{\kappa p U \cos \varphi} \cdot \%100$        | [5.14.8] $A = \frac{2Pl}{\kappa p U^2 \cos^2 \varphi} \cdot \%100$ |
|                  | 2. Üç fazlı AA:  |  |  |  |
|                  | Mutlak güç kaybı | [5.15.5]                                 | $A = \frac{3I^2l}{\kappa\Delta P}$                           | [5.15.7] $A = \frac{P^2l}{\kappa U^2 \Delta P \cos^2 \varphi}$     |
|                  | Yüzde güç kaybı  | [5.15.6]                                 | $A = \frac{\sqrt{3}Il}{\kappa p U \cos \varphi} \cdot \%100$ | [5.15.8] $A = \frac{Pl}{\kappa p U^2 \cos^2 \varphi} \cdot \%100$  |
| 3. DA:           |                  |  |  |  |
| Mutlak güç kaybı | [5.16.5]         | $A = \frac{2I^2l}{\kappa\Delta P}$       | [5.16.7] $A = \frac{2P^2l}{\kappa U^2 \Delta P}$             |  |
| Yüzde güç kaybı  | [5.16.6]         | $A = \frac{2Il}{\kappa p U} \cdot \%100$ | [5.16.8] $A = \frac{2Pl}{\kappa p U^2} \cdot \%100$          |  |

## DA SİSTEMLERİNDE

**3. DA da güç kaybı.** Bir fazlı AA da bulunan bağıntılarda  $\cos\varphi=1$  alınırsa, bu bağıntılar DA için elde edilmiş olur.

DA da AA direnci yerine DA direnci alınır.

Bu bağıntılarda:

$P$  = Dağıtım gücü (Hat gücü) [W]

$I$  = Yüktün çektiği akım [A]

$\cos\varphi$  = Yüktün GK

$l$  = Hattın serili uzunluğu [m]

$A$  = Hat iletkeninin kesiti [ $\text{mm}^2$ ]

$\kappa$  = Hat iletkeninin öziletkenliği [ $\text{m}/\Omega\text{mm}^2$ ]

Bulunan güç kaybı bağıntıları toplu olarak yukarıdaki çizelgeye alınmıştır.

**Örnek 1.** 380/220 V dizgede 50 kW güç GK=0,80 altında 100 m uzaklığa iletilecektir. Gerilim düşümünün %2 yi geçmemesi istenmektedir. Kablo kesiti saptanacaktır.

, 3x50/25 mm<sup>2</sup> YVV 0,6/1 kV kablo seçilir.

**Örnek 1.** Ayıt 5.4 de örnek 1 deki kabloda mutlak ve yüzde güç kaybı bulunacaktır.

Mutlak güç kaybı, [5.15.3] bağıntısından:

$$\Delta P = \frac{P^2 l}{\kappa A U^2 \cos^2 \varphi} = \frac{(50.10^3)^2 \cdot 100}{46,8032.50.380^2 \cdot 0,80^2} = 1156 \text{ W} = 1,156 \text{ kW}$$

Yüzde güç kaybı, [5.15.3] bağıntısından:

$$p = \frac{P l}{\kappa A U^2 \cos^2 \varphi} \cdot \%100 = \frac{50.10^3 \cdot 100}{46,8032.50.380^2 \cdot 0,80^2} \cdot \%100 = \%2,31$$

It would be better to use the resistance of the line, which is given for unity length by manufactureres as R' [Ohm/km].

For One-phase AC Where Power is known

Absolute

$$\Delta P = \frac{2R' \cdot 10^3}{U^2 \cos^2 \varphi} \cdot P^2 l \quad [\text{kW}]$$

[5.17.1]

Percentage

$$p = \frac{2R' \cdot 10^3}{U^2 \cos^2 \varphi} \cdot P l \cdot \%100 \quad [\%]$$

[5.17.2]

For Three-phase AC Where Power is known

Absolute

$$\Delta P = \frac{R' \cdot 10^3}{U^2 \cos^2 \varphi} \cdot P^2 l \quad [\text{kW}]$$

[5.18.1]

Percentage

$$p = \frac{R' \cdot 10^3}{U^2 \cos^2 \varphi} \cdot P l \cdot \%100 \quad [\%]$$

[5.18.2]

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

I<sup>2</sup>R POWERLOSS

m, LV POWERLOSS COEFFICIENTS

For One-Phase AC

$$[5.19.1] \quad m_1' = \frac{2R' \cdot 10^3}{U^2 \cos^2 \varphi} \quad [\text{kW}/(\text{kW})^2\text{km}]$$

$$[5.19.2] \quad m_1'' = \frac{2R' \cdot 10^3}{U^2 \cos^2 \varphi} \cdot \%100 \quad [\%/ \text{kWkm}]$$

denirse:

$$[5.20.1] \quad \Delta P = m_1' P^2 l \quad [\text{kW}]$$

$$[5.20.2] \quad p = m_1'' P l \quad [\%]$$

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

I<sup>2</sup>R POWERLOSS

m, LV POWERLOSS COEFFICIENTS

For Three-Phase AC

$$[5.21.1] \quad m_3' = \frac{R' \cdot 10^3}{U^2 \cos^2 \varphi} \quad [\text{kW}/(\text{kW})^2\text{km}]$$

$$[5.21.2] \quad m_3'' = \frac{R' \cdot 10^3}{U^2 \cos^2 \varphi} \cdot \%100 \quad [\%/ \text{kWkm}]$$

denirse:

$$[5.22.1] \quad \Delta P = m_3' P^2 l \quad [\text{kW}]$$

$$[5.22.2] \quad p = m_3'' P l \quad [\%]$$

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

# LV POWER LOSS COEFFICIENTS

Çizelge 5.19. 0,6/1 kV YVV(NYY) kablolar için  $m_1'$  ve  $m_1''$  güç kaybı katsayıları.

Bir fazlı  
U=220 V



Table 5.19.  
Power loss coefficients  
 $m_1'$  and  $m_1''$  for  
0.6/1 kV YVV(NYY) cables

| Damar sayısı<br>x<br>Anma kesiti<br>[mm <sup>2</sup> ] | 70 °C de<br>AA direnci<br>R' [Ω/km] | $m_1'$ mutlak güç kaybı katsayısı [kW/(kW) <sup>2</sup> km]<br>GK= |        |        |        |        |        | $m_1''$ yüzde güç kaybı katsayısı [%/kWkm]<br>GK= |       |       |       |       |       |
|--|-------------------------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
|  |                                     | 1  | 0,95   | 0,90   | 0,80   | 0,70   | 0,60   | 1   | 0,95  | 0,90  | 0,80  | 0,70  | 0,60  |
|  |                                     | 2x1,5  | 14,5   | 0,599  | 0,664  | 0,740  | 0,936  | 1,22  | 1,66  | 59,92 | 66,39 | 73,97 | 93,62 |
| 2x2,5  | 8,87                                | 0,367  | 0,406  | 0,453  | 0,573  | 0,748  | 1,02   | 36,65   | 40,61 | 45,25 | 57,27 | 74,80 | 101,8 |
| 2x4  | 5,52                                | 0,228  | 0,253  | 0,282  | 0,356  | 0,466  | 0,634  | 22,81   | 25,27 | 28,16 | 35,64 | 46,55 | 63,36 |
| 2x6  | 3,69                                | 0,152  | 0,169  | 0,188  | 0,238  | 0,311  | 0,424  | 15,25   | 16,90 | 18,82 | 23,82 | 31,12 | 42,36 |
| 2x10   | 2,19                                | 0,0905   | 0,100  | 0,112  | 0,141  | 0,185  | 0,251  | 9,050   | 10,03 | 11,17 | 14,14 | 18,47 | 25,14 |
| 2x16   | 1,38                                | 0,0570   | 0,0632 | 0,0704 | 0,0891 | 0,116  | 0,158  | 5,702   | 6,318 | 7,040 | 8,910 | 11,64 | 15,84 |
| 2x25ç  | 0,870                               | 0,0360   | 0,0398 | 0,0444 | 0,0552 | 0,0734 | 0,0999 | 3,595   | 3,983 | 4,438 | 5,617 | 7,337 | 9,986 |
| 2x35ş  | 0,627                               | 0,0259   | 0,0287 | 0,0320 | 0,0405 | 0,0529 | 0,0720 | 2,591   | 2,871 | 3,199 | 4,048 | 5,288 | 7,197 |
| 2x50ş  | 0,463                               | 0,0191   | 0,0212 | 0,0236 | 0,0299 | 0,0390 | 0,0531 | 1,913   | 2,120 | 2,362 | 2,989 | 3,905 | 5,315 |
| 2x70ş  | 0,321                               | 0,0133   | 0,0147 | 0,0164 | 0,0207 | 0,0271 | 0,0368 | 1,326   | 1,470 | 1,638 | 2,073 | 2,707 | 3,685 |
| 2x95ş  | 0,232                               | 0,0096   | 0,0106 | 0,0118 | 0,0150 | 0,0196 | 0,0266 | 0,959   | 1,062 | 1,184 | 1,498 | 1,956 | 2,663 |
| 2x120ş   | 0,184                               | 0,0076   | 0,0084 | 0,0094 | 0,0119 | 0,0155 | 0,0211 | 0,760   | 0,842 | 0,939 | 1,188 | 1,552 | 2,112 |
| 2x150ş   | 0,150                               | 0,0062   | 0,0069 | 0,0077 | 0,0097 | 0,0127 | 0,0172 | 0,620   | 0,687 | 0,765 | 0,968 | 1,265 | 1,722 |
| 2x185ş   | 0,121                               | 0,0050   | 0,0055 | 0,0062 | 0,0078 | 0,0102 | 0,0139 | 0,500   | 0,554 | 0,617 | 0,781 | 1,020 | 1,389 |
| 2x240ş   | 0,0928                              | 0,0038   | 0,0042 | 0,0047 | 0,0060 | 0,0078 | 0,0107 | 0,383   | 0,425 | 0,473 | 0,599 | 0,783 | 1,065 |
| 2x300ş   | 0,0752                              | 0,0031   | 0,0034 | 0,0038 | 0,0049 | 0,0063 | 0,0086 | 0,311   | 0,344 | 0,384 | 0,486 | 0,634 | 0,863 |
| 2x400ş   | 0,0603                              | 0,0025   | 0,0028 | 0,0031 | 0,0039 | 0,0051 | 0,0069 | 0,249   | 0,276 | 0,308 | 0,389 | 0,509 | 0,692 |
| 2x500ş   |                                     |  |        |        |        |        |        |   |       |       |       |       |       |

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

# LV POWER LOSS COEFFICIENTS

Çizelge 5.20. 0,6/1 kV YVV(NYY) ve YVMV(NYCY) kablolar için  $m_3'$  ve  $m_3''$  güç kaybı katsayıları<sup>(\*)</sup>.

Üç fazlı  
U=380 V



Table 5.20.  
Power loss coefficients  
 $m_3'$  and  $m_3''$  for  
0.6/1 kV YVV(NYY) and  
YVM (NYCY) cables

| Damar sayısı<br>x<br>Anma kesiti<br>[mm <sup>2</sup> ] | 70 °C de<br>AA direnci<br>R' [Ω/km] | $m_3'$ mutlak güç kaybı katsayısı [kW/(kW) <sup>2</sup> km]<br>GK= |         |         |         |         |        | $m_3''$ yüzde güç kaybı katsayısı [%/kWkm]<br>GK= |        |        |        |        |       |
|--|-------------------------------------|--|---------|---------|---------|---------|--------|---|--------|--------|--------|--------|-------|
|  |                                     | 1  | 0,95    | 0,90    | 0,80    | 0,70    | 0,60   | 1   | 0,95   | 0,90   | 0,80   | 0,70   | 0,60  |
|  |                                     | 4x1,5  | 14,5    | 0,100   | 0,111   | 0,124   | 0,157  | 0,205   | 0,279  | 10,04  | 11,13  | 12,40  | 15,69 |
| 4x2,5  | 8,87                                | 0,0614   | 0,0681  | 0,0758  | 0,0960  | 0,125   | 0,171  | 6,143   | 6,806  | 7,584  | 9,598  | 12,54  | 17,06 |
| 4x4  | 5,52                                | 0,0382   | 0,0424  | 0,0472  | 0,0597  | 0,0780  | 0,106  | 3,823   | 4,236  | 4,719  | 5,973  | 7,801  | 10,62 |
| 4x6  | 3,69                                | 0,0256   | 0,0283  | 0,0315  | 0,0399  | 0,0522  | 0,0710 | 2,555   | 2,831  | 3,155  | 3,993  | 5,215  | 7,098 |
| 4x10   | 2,19                                | 0,0152   | 0,0168  | 0,0187  | 0,0237  | 0,0310  | 0,0421 | 1,517   | 1,680  | 1,872  | 2,370  | 3,095  | 4,213 |
| 4x16   | 1,38                                | 0,0096   | 0,0106  | 0,0118  | 0,0149  | 0,0195  | 0,0265 | 0,956   | 1,059  | 1,180  | 1,493  | 1,950  | 2,655 |
| 4x25ç  | 0,870                               | 0,0060   | 0,0067  | 0,0074  | 0,0094  | 0,0123  | 0,0167 | 0,602   | 0,668  | 0,744  | 0,941  | 1,230  | 1,674 |
| 4x35ş  | 0,627                               | 0,0043   | 0,0048  | 0,0054  | 0,0068  | 0,0089  | 0,0121 | 0,434   | 0,481  | 0,536  | 0,678  | 0,886  | 1,206 |
| 4x50ş  | 0,463                               | 0,0032   | 0,0036  | 0,0040  | 0,0050  | 0,0065  | 0,0089 | 0,321   | 0,355  | 0,396  | 0,501  | 0,654  | 0,891 |
| 4x70ş  | 0,321                               | 0,0022   | 0,0025  | 0,0027  | 0,0035  | 0,0045  | 0,0062 | 0,222   | 0,246  | 0,274  | 0,347  | 0,454  | 0,617 |
| 4x95ş  | 0,232                               | 0,0016   | 0,0018  | 0,0020  | 0,0025  | 0,0033  | 0,0045 | 0,161   | 0,178  | 0,198  | 0,251  | 0,328  | 0,446 |
| 4x120ş   | 0,184                               | 0,0013   | 0,0014  | 0,0016  | 0,0020  | 0,0026  | 0,0035 | 0,127   | 0,141  | 0,157  | 0,199  | 0,260  | 0,354 |
| 4x150ş   | 0,150                               | 0,0010   | 0,0012  | 0,0013  | 0,0016  | 0,0021  | 0,0029 | 0,104   | 0,115  | 0,128  | 0,162  | 0,212  | 0,289 |
| 4x185ş   | 0,120                               | 0,00083  | 0,00092 | 0,0010  | 0,0013  | 0,0017  | 0,0023 | 0,0831  | 0,0921 | 0,103  | 0,130  | 0,170  | 0,231 |
| 4x240ş   | 0,0925                              | 0,00064  | 0,00071 | 0,00079 | 0,0010  | 0,0013  | 0,0018 | 0,0641  | 0,0710 | 0,0791 | 0,100  | 0,131  | 0,178 |
| 4x300ş   | 0,0747                              | 0,00052  | 0,00057 | 0,00064 | 0,00081 | 0,0011  | 0,0014 | 0,0517  | 0,0573 | 0,0639 | 0,0808 | 0,106  | 0,144 |
| 4x400ş   | 0,0597                              | 0,00041  | 0,00046 | 0,00051 | 0,00065 | 0,00084 | 0,0011 | 0,0413  | 0,0458 | 0,0510 | 0,0646 | 0,0844 | 0,115 |
| 4x500ş   |                                     |  |         |         |         |         |        |   |        |        |        |        |       |

(\*) Bu değerler, 3 ve 3½ damarlı kablolar için de çok yaklaşık geçerlidir.

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

## LV POWER LOSS COEFFICIENTS

Çizelge 5.21. 0,6/1 kV YVV(NYY) kablolar için  $m_3'$  ve  $m_3''$  güç kaybı katsayıları.

Üç fazlı  
U=380 V



Table 5.21.  
Power loss  
coefficients  $m_3'$   
and  $m_3''$  for  
0.6/1 kV YVV(NYY)  
cables.

| Damar sayısı<br>x<br>Anma kesiti<br>[mm <sup>2</sup> ] | 70 °C de<br>AA direnci<br>R' [Ω/km] | $m_3'$ mutlak güç kaybı katsayısı [kW/(kW) <sup>2</sup> km]<br>GK= |         |         |         |         |         | $m_3''$ yüzde güç kaybı katsayısı [%/kWkm]<br>GK= |        |        |        |        |        |
|--|-------------------------------------|--|---------|---------|---------|---------|---------|---|--------|--------|--------|--------|--------|
|  |                                     | 1  | 0,95    | 0,90    | 0,80    | 0,70    | 0,60    | 1   | 0,95   | 0,90   | 0,80   | 0,70   | 0,60   |
|  |                                     | 1x4  | 5,52    | 0,0382  | 0,0424  | 0,0472  | 0,0597  | 0,0780  | 0,106  | 3,823  | 4,236  | 4,719  | 5,973  |
| 1x6  | 3,69                                | 0,0256   | 0,0283  | 0,0315  | 0,0399  | 0,0522  | 0,0710  | 2,555   | 2,831  | 3,155  | 3,993  | 5,215  | 7,098  |
| 1x10   | 2,19                                | 0,0152   | 0,0168  | 0,0187  | 0,0237  | 0,0310  | 0,0421  | 1,517   | 1,680  | 1,872  | 2,370  | 3,095  | 4,213  |
| 1x16   | 1,38                                | 0,0096   | 0,0106  | 0,0118  | 0,0149  | 0,0195  | 0,0265  | 0,956   | 1,059  | 1,180  | 1,493  | 1,950  | 2,655  |
| 1x25ç  | 0,870                               | 0,0060   | 0,0067  | 0,0074  | 0,0094  | 0,0123  | 0,0167  | 0,602   | 0,668  | 0,744  | 0,941  | 1,230  | 1,674  |
| 1x35ç  | 0,627                               | 0,0043   | 0,0048  | 0,0054  | 0,0068  | 0,0089  | 0,0121  | 0,434   | 0,481  | 0,536  | 0,678  | 0,886  | 1,206  |
| 1x50ç  | 0,463                               | 0,0032   | 0,0036  | 0,0040  | 0,0050  | 0,0065  | 0,0089  | 0,321   | 0,355  | 0,396  | 0,501  | 0,654  | 0,891  |
| 1x70ç  | 0,321                               | 0,0022   | 0,0025  | 0,0027  | 0,0035  | 0,0045  | 0,0062  | 0,222   | 0,246  | 0,274  | 0,347  | 0,454  | 0,617  |
| 1x95ç  | 0,231                               | 0,0016   | 0,0018  | 0,0020  | 0,0025  | 0,0033  | 0,0044  | 0,160   | 0,177  | 0,197  | 0,250  | 0,326  | 0,444  |
| 1x120ç   | 0,184                               | 0,0013   | 0,0014  | 0,0016  | 0,0020  | 0,0026  | 0,0035  | 0,127   | 0,141  | 0,157  | 0,199  | 0,260  | 0,354  |
| 1x150ç   | 0,149                               | 0,0010   | 0,0011  | 0,0013  | 0,0016  | 0,0021  | 0,0029  | 0,103   | 0,114  | 0,127  | 0,161  | 0,211  | 0,287  |
| 1x185ç   | 0,119                               | 0,00082  | 0,00091 | 0,0010  | 0,0013  | 0,0017  | 0,0023  | 0,0824  | 0,0913 | 0,102  | 0,129  | 0,168  | 0,229  |
| 1x240ç   | 0,0912                              | 0,00063  | 0,00070 | 0,00078 | 0,00099 | 0,0013  | 0,0018  | 0,0632  | 0,0700 | 0,0780 | 0,0987 | 0,129  | 0,175  |
| 1x300ç   | 0,0732                              | 0,00051  | 0,00056 | 0,00063 | 0,00079 | 0,0010  | 0,0014  | 0,0507  | 0,0562 | 0,0626 | 0,0792 | 0,103  | 0,141  |
| 1x400ç   | 0,0579                              | 0,00040  | 0,00044 | 0,00050 | 0,00063 | 0,00082 | 0,0011  | 0,0401  | 0,0444 | 0,0495 | 0,0627 | 0,0818 | 0,111  |
| 1x500ç   | 0,0461                              | 0,00032  | 0,00035 | 0,00039 | 0,00050 | 0,00065 | 0,00089 | 0,0319  | 0,0354 | 0,0394 | 0,0499 | 0,0652 | 0,0887 |

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

## LV POWER LOSS COEFFICIENTS

Çizelge 5.22. 0,6/1 kV YVV(NYY) kablolar için  $m_3'$  ve  $m_3''$  güç kaybı katsayıları.

Üç fazlı  
U=380 V



Table 5.22.  
Power loss  
coefficients  $m_3'$   
and  $m_3''$  for  
0.6/1 kV YVV(NYY)  
cables.

| Damar sayısı<br>x<br>Anma kesiti<br>[mm <sup>2</sup> ] | 70 °C de<br>AA direnci<br>R' [Ω/km] | $m_3'$ mutlak güç kaybı katsayısı [kW/(kW) <sup>2</sup> km]<br>GK= |         |         |         |         |         | $m_3''$ yüzde güç kaybı katsayısı [%/kWkm]<br>GK= |        |        |        |        |        |
|--|-------------------------------------|--|---------|---------|---------|---------|---------|---|--------|--------|--------|--------|--------|
|  |                                     | 1  | 0,95    | 0,90    | 0,80    | 0,70    | 0,60    | 1   | 0,95   | 0,90   | 0,80   | 0,70   | 0,60   |
|  |                                     | 1x4  | 5,52    | 0,0382  | 0,0424  | 0,0472  | 0,0597  | 0,0780  | 0,106  | 3,823  | 4,236  | 4,719  | 5,973  |
| 1x6  | 3,69                                | 0,0256   | 0,0283  | 0,0315  | 0,0399  | 0,0522  | 0,0710  | 2,555   | 2,831  | 3,155  | 3,993  | 5,215  | 7,098  |
| 1x10   | 2,19                                | 0,0152   | 0,0168  | 0,0187  | 0,0237  | 0,0310  | 0,0421  | 1,517   | 1,680  | 1,872  | 2,370  | 3,095  | 4,213  |
| 1x16   | 1,38                                | 0,0096   | 0,0106  | 0,0118  | 0,0149  | 0,0195  | 0,0265  | 0,956   | 1,059  | 1,180  | 1,493  | 1,950  | 2,655  |
| 1x25ç  | 0,870                               | 0,0060   | 0,0067  | 0,0074  | 0,0094  | 0,0123  | 0,0167  | 0,602   | 0,668  | 0,744  | 0,941  | 1,230  | 1,674  |
| 1x35ç  | 0,627                               | 0,0043   | 0,0048  | 0,0054  | 0,0068  | 0,0089  | 0,0121  | 0,434   | 0,481  | 0,536  | 0,678  | 0,886  | 1,206  |
| 1x50ç  | 0,463                               | 0,0032   | 0,0036  | 0,0040  | 0,0050  | 0,0065  | 0,0089  | 0,321   | 0,355  | 0,396  | 0,501  | 0,654  | 0,891  |
| 1x70ç  | 0,321                               | 0,0022   | 0,0025  | 0,0027  | 0,0035  | 0,0045  | 0,0062  | 0,222   | 0,246  | 0,274  | 0,347  | 0,454  | 0,617  |
| 1x95ç  | 0,231                               | 0,0016   | 0,0018  | 0,0020  | 0,0025  | 0,0033  | 0,0044  | 0,160   | 0,177  | 0,197  | 0,250  | 0,326  | 0,444  |
| 1x120ç   | 0,184                               | 0,0013   | 0,0014  | 0,0016  | 0,0020  | 0,0026  | 0,0035  | 0,127   | 0,141  | 0,157  | 0,199  | 0,260  | 0,354  |
| 1x150ç   | 0,149                               | 0,0010   | 0,0011  | 0,0013  | 0,0016  | 0,0021  | 0,0029  | 0,103   | 0,114  | 0,127  | 0,161  | 0,211  | 0,287  |
| 1x185ç   | 0,120                               | 0,00083  | 0,00092 | 0,0010  | 0,0013  | 0,0017  | 0,0023  | 0,0831  | 0,0921 | 0,103  | 0,130  | 0,170  | 0,231  |
| 1x240ç   | 0,0916                              | 0,00063  | 0,00070 | 0,00078 | 0,00099 | 0,0013  | 0,0018  | 0,0634  | 0,0703 | 0,0783 | 0,0991 | 0,129  | 0,176  |
| 1x300ç   | 0,0736                              | 0,00051  | 0,00057 | 0,00063 | 0,00080 | 0,0010  | 0,0014  | 0,0510  | 0,0565 | 0,0629 | 0,0796 | 0,104  | 0,142  |
| 1x400ç   | 0,0584                              | 0,00040  | 0,00045 | 0,00050 | 0,00063 | 0,00083 | 0,0011  | 0,0404  | 0,0448 | 0,0499 | 0,0632 | 0,0825 | 0,112  |
| 1x500ç   | 0,0465                              | 0,00032  | 0,00036 | 0,00040 | 0,00050 | 0,00066 | 0,00090 | 0,0322  | 0,0357 | 0,0398 | 0,0503 | 0,0657 | 0,0895 |

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

## LV POWER LOSS COEFFICIENTS

Çizelge 5.23. 0,6/1 kV YVV(NYY) kablolar için  $m_3'$  ve  $m_3''$  güç kaybı katsayıları.

Üç fazlı  
U=380 V



Table 5.23.  
Power loss coefficients  
 $m_3'$  and  $m_3''$  for  
0.6/1 kV YVV(NYY)  
cables.

| Damar sayısı<br>x<br>Anma kesiti<br>[mm <sup>2</sup> ] | 70 °C de<br>AA direnci<br>R' [Ω/km] | $m_3'$ mutlak güç kaybı katsayısı [kW/(kW) <sup>2</sup> km]<br>GK= |         |         |         |         |         | $m_3''$ yüzde güç kaybı katsayısı [%/kWkm]<br>GK= |        |        |        |        |        |
|--|-------------------------------------|--|---------|---------|---------|---------|---------|---|--------|--------|--------|--------|--------|
|  |                                     | 1  | 0,95    | 0,90    | 0,80    | 0,70    | 0,60    | 1   | 0,95   | 0,90   | 0,80   | 0,70   | 0,60   |
|  |                                     | 1x4  | 5,52    | 0,0382  | 0,0424  | 0,0472  | 0,0597  | 0,0780  | 0,106  | 3,823  | 4,236  | 4,719  | 5,973  |
| 1x6  | 3,69                                | 0,0256   | 0,0283  | 0,0315  | 0,0399  | 0,0522  | 0,0710  | 2,555   | 2,831  | 3,155  | 3,993  | 5,215  | 7,098  |
| 1x10   | 2,19                                | 0,0152   | 0,0168  | 0,0187  | 0,0237  | 0,0310  | 0,0421  | 1,517   | 1,680  | 1,872  | 2,370  | 3,095  | 4,213  |
| 1x16   | 1,38                                | 0,0096   | 0,0106  | 0,0118  | 0,0149  | 0,0195  | 0,0265  | 0,956   | 1,059  | 1,180  | 1,493  | 1,950  | 2,655  |
| 1x25ç  | 0,870                               | 0,0060   | 0,0067  | 0,0074  | 0,0094  | 0,0123  | 0,0167  | 0,602   | 0,668  | 0,744  | 0,941  | 1,230  | 1,674  |
| 1x35ç  | 0,627                               | 0,0043   | 0,0048  | 0,0054  | 0,0068  | 0,0089  | 0,0121  | 0,434   | 0,481  | 0,536  | 0,678  | 0,886  | 1,206  |
| 1x50ç  | 0,463                               | 0,0032   | 0,0036  | 0,0040  | 0,0050  | 0,0065  | 0,0089  | 0,321   | 0,355  | 0,396  | 0,501  | 0,654  | 0,891  |
| 1x70ç  | 0,321                               | 0,0022   | 0,0025  | 0,0027  | 0,0035  | 0,0045  | 0,0062  | 0,222   | 0,246  | 0,274  | 0,347  | 0,454  | 0,617  |
| 1x95ç  | 0,232                               | 0,0016   | 0,0018  | 0,0020  | 0,0025  | 0,0033  | 0,0045  | 0,161   | 0,178  | 0,198  | 0,251  | 0,328  | 0,446  |
| 1x120ç   | 0,184                               | 0,0013   | 0,0014  | 0,0016  | 0,0020  | 0,0026  | 0,0035  | 0,127   | 0,141  | 0,157  | 0,199  | 0,260  | 0,354  |
| 1x150ç   | 0,150                               | 0,0010   | 0,0012  | 0,0013  | 0,0016  | 0,0021  | 0,0029  | 0,104   | 0,115  | 0,128  | 0,162  | 0,212  | 0,289  |
| 1x185ç   | 0,121                               | 0,00084  | 0,00093 | 0,0010  | 0,0013  | 0,0017  | 0,0023  | 0,0838  | 0,0928 | 0,103  | 0,131  | 0,171  | 0,233  |
| 1x240ç   | 0,0930                              | 0,00064  | 0,00071 | 0,00080 | 0,0010  | 0,0013  | 0,0018  | 0,0644  | 0,0714 | 0,0795 | 0,101  | 0,131  | 0,179  |
| 1x300ç   | 0,0754                              | 0,00052  | 0,00058 | 0,00065 | 0,00082 | 0,0011  | 0,0015  | 0,0522  | 0,0579 | 0,0645 | 0,0816 | 0,107  | 0,145  |
| 1x400ç   | 0,0607                              | 0,00042  | 0,00047 | 0,00052 | 0,00066 | 0,00086 | 0,0012  | 0,0420  | 0,0466 | 0,0519 | 0,0657 | 0,0858 | 0,117  |
| 1x500ç   | 0,0495                              | 0,00034  | 0,00038 | 0,00042 | 0,00054 | 0,00070 | 0,00095 | 0,0343  | 0,0380 | 0,0423 | 0,0536 | 0,0700 | 0,0952 |

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

## LV POWER LOSS COEFFICIENTS

Table 5.24. Power loss coefficients  $m_1'$  and  $m_1''$  for Cooper wired LV

One phase U=220 V

Çizelge 5.24. Bakır iletkenli AG hava hatları için  $m_1'$  ve  $m_1''$  güç kaybı katsayıları.

Bir fazlı  
U=220 V

| Anma kesiti<br>[mm <sup>2</sup> ] | Gerçek kesiti<br>[mm <sup>2</sup> ] | 40 °C de<br>AA direnci<br>R' [Ω/km] | $m_1'$ mutlak güç kaybı katsayısı [kW/(kW) <sup>2</sup> km]<br>GK= |        |        |        |        |        | $m_1''$ yüzde güç kaybı katsayısı [%/kWkm]<br>GK= |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                   |                                     |                                     | 1  | 0,95   | 0,90   | 0,80   | 0,70   | 0,60   | 1   | 0,95  | 0,90  | 0,80  | 0,70  | 0,60  |
|                                   |                                     |                                     | 10   | 9,57   | 2,034  | 0,0841 | 0,0931 | 0,104  | 0,131   | 0,172 | 0,233 | 8,405 | 9,313 | 10,38 |
| 16                                | 15,88                               | 1,227                               | 0,0507   | 0,0562 | 0,0626 | 0,0792 | 0,103  | 0,141  | 5,070   | 5,618 | 6,260 | 7,922 | 10,35 | 14,08 |
| 25                                | 24,70                               | 0,789                               | 0,0326   | 0,0361 | 0,0403 | 0,0509 | 0,0665 | 0,0907 | 3,260   | 3,613 | 4,025 | 5,094 | 6,654 | 9,056 |
| 35                                | 34,34                               | 0,567                               | 0,0234   | 0,0260 | 0,0289 | 0,0366 | 0,0478 | 0,0651 | 2,343   | 2,596 | 2,893 | 3,661 | 4,782 | 6,508 |
| 50                                | 49,45                               | 0,394                               | 0,0163   | 0,0180 | 0,0201 | 0,0254 | 0,0332 | 0,0452 | 1,628   | 1,804 | 2,010 | 2,544 | 3,323 | 4,522 |



# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

## LV POWER LOSS COEFFICIENTS

Table 5.25. Power loss coefficients  $m_3'$  and  $m_3''$  for Cooper wired LV

Three phase U=380 V

Çizelge 5.25. Bakır iletkenli AG hava hatları için  $m_3'$  ve  $m_3''$  güç kaybı katsayıları.

Üç fazlı  
U=380 V

| Anma kesiti<br>[mm <sup>2</sup> ] | Gerçek kesiti<br>[mm <sup>2</sup> ] | 40 °C de AA direnci<br>R' [Ω/km] | $m_3'$ mutlak güç kaybı katsayısı [kW/(kW) <sup>2</sup> km] |         |        |        |        |        | $m_3''$ yüzde güç kaybı katsayısı [%/kWkm] |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---|---------|--------|--------|--------|--------|--|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                   |                                     |                                  | GK=   |         |        |        |        |        | GK=  |       |       |       |       |       |
|                                   |                                     |                                  | 1   | 0,95    | 0,90   | 0,80   | 0,70   | 0,60   | 1  | 0,95  | 0,90  | 0,80  | 0,70  | 0,60  |
| 10                                | 9,57                                | 2,034                            | 0,0141  | 0,0156  | 0,0174 | 0,0220 | 0,0287 | 0,0391 | 1,409                                      | 1,561 | 1,739 | 2,201 | 2,875 | 3,913 |
| 16                                | 15,88                               | 1,227                            | 0,0085  | 0,00942 | 0,0105 | 0,0133 | 0,0173 | 0,0236 | 0,850                                      | 0,942 | 1,049 | 1,328 | 1,734 | 2,360 |
| 25                                | 24,70                               | 0,789                            | 0,0055  | 0,0061  | 0,0067 | 0,0085 | 0,0112 | 0,0152 | 0,546                                      | 0,605 | 0,675 | 0,854 | 1,115 | 1,518 |
| 35                                | 34,34                               | 0,567                            | 0,0039  | 0,0044  | 0,0048 | 0,0061 | 0,0080 | 0,0109 | 0,393                                      | 0,435 | 0,485 | 0,614 | 0,801 | 1,091 |
| 50                                | 49,45                               | 0,394                            | 0,0027  | 0,0030  | 0,0034 | 0,0043 | 0,0056 | 0,0076 | 0,273                                      | 0,302 | 0,337 | 0,426 | 0,557 | 0,758 |

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

## LV POWER LOSS COEFFICIENTS

Table 5.24. Power loss coefficients  $m_1'$  and  $m_1''$  for Aluminium wired LV

One phase U=220 V

Çizelge 5.26. Alüminyum iletkenli AG hava hatları için  $m_1'$  ve  $m_1''$  güç kaybı katsayıları.

Bir fazlı  
U=220 V

| Anma kesiti<br>[mm <sup>2</sup> ] | AWG | Gerçek kesiti<br>[mm <sup>2</sup> ] | 40 °C de AA direnci<br>R' [Ω/km] | $m_1'$ mutlak güç kaybı katsayısı [kW/(kW) <sup>2</sup> km] |        |        |        |        |        | $m_1''$ yüzde güç kaybı katsayısı [%/kWkm] |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------|-----|-------------------------------------|----------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                   |     |                                     |                                  | GK=   |        |        |        |        |        | GK=  |       |       |       |       |       |
|                                   |     |                                     |                                  | 1   | 0,95   | 0,90   | 0,80   | 0,70   | 0,60   | 1  | 0,95  | 0,90  | 0,80  | 0,70  | 0,60  |
| Rose                              | 4   | 21,14                               | 1,4643                           | 0,0605  | 0,0670 | 0,0747 | 0,0945 | 0,123  | 0,168  | 6,051                                      | 6,705 | 7,470 | 9,454 | 12,35 | 16,81 |
| Lily                              | 3   | 26,60                               | 1,1627                           | 0,0480  | 0,0532 | 0,0593 | 0,0751 | 0,0981 | 0,133  | 4,805                                      | 5,324 | 5,932 | 7,507 | 9,805 | 13,35 |
| Iris                              | 2   | 33,53                               | 0,9220                           | 0,0381  | 0,0422 | 0,0470 | 0,0595 | 0,0778 | 0,106  | 3,810                                      | 4,222 | 4,704 | 5,953 | 7,775 | 10,58 |
| Pansy                             | 1   | 42,49                               | 0,7282                           | 0,0301  | 0,0333 | 0,0371 | 0,0470 | 0,0614 | 0,0836 | 3,009                                      | 3,334 | 3,715 | 4,702 | 6,141 | 8,359 |
| Poppy                             | 1/0 | 53,48                               | 0,5782                           | 0,0239  | 0,0265 | 0,0295 | 0,0373 | 0,0488 | 0,0664 | 2,389                                      | 2,647 | 2,950 | 3,733 | 4,876 | 6,637 |
| Aster                             | 2/0 | 67,14                               | 0,4594                           | 0,0190  | 0,0210 | 0,0234 | 0,0297 | 0,0387 | 0,0527 | 1,898                                      | 2,103 | 2,344 | 2,966 | 3,874 | 5,273 |
| Phlox                             | 3/0 | 84,91                               | 0,3642                           | 0,0151  | 0,0167 | 0,0186 | 0,0235 | 0,0307 | 0,0418 | 1,505                                      | 1,668 | 1,856 | 2,351 | 3,071 | 4,180 |
| Oxlip                             | 4/0 | 107,38                              | 0,2875                           | 0,0129  | 0,0132 | 0,0147 | 0,0186 | 0,0242 | 0,0330 | 1,188                                      | 1,316 | 1,467 | 1,856 | 2,429 | 3,300 |

Table 5.25. Power loss coefficients  $m_3'$  and  $m_3''$  for Aluminium wired LV Three phase U=380 V

Çizelge 5.27. Alüminyum iletkenli AG hava hatları için  $m_3'$  ve  $m_3''$  güç kaybı katsayıları.

Üç fazlı  
U=380 V

| Anma kesiti<br>[mm <sup>2</sup> ] | AWG | Gerçek kesiti<br>[mm <sup>2</sup> ] | 40 °C de AA direnci<br>R' [Ω/km] | $m_3'$ mutlak güç kaybı katsayısı [kW/(kW) <sup>2</sup> km]<br>GK= |        |        |        |        |        | $m_3''$ yüzde güç kaybı katsayısı [%/kWkm]<br>GK= |        |        |       |       |       |
|-----------------------------------|-----|-------------------------------------|----------------------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|---|--------|--------|-------|-------|-------|
|                                   |     |                                     |                                  | 1  | 0,95   | 0,90   | 0,80   | 0,70   | 0,60   | 1   | 0,95   | 0,90   | 0,80  | 0,70  | 0,60  |
|                                   |     |                                     |                                  | Rose   | 4      | 21,14  | 1,6812 | 0,0116 | 0,0129 | 0,0144  | 0,0182 | 0,0234 | 0,032 | 1,164 | 1,290 |
| Lily                              | 3   | 26,60                               | 1,3350                           | 0,0092   | 0,0102 | 0,0114 | 0,0144 | 0,0188 | 0,0257 | 0,925   | 1,024  | 1,141  | 1,445 | 1,887 | 2,568 |
| Iris                              | 2   | 33,53                               | 1,0586                           | 0,0073   | 0,0081 | 0,0091 | 0,0115 | 0,0150 | 0,0204 | 0,733   | 0,812  | 0,905  | 1,145 | 1,496 | 2,036 |
| Pansy                             | 1   | 42,49                               | 0,8361                           | 0,0058   | 0,0064 | 0,0071 | 0,0090 | 0,0118 | 0,0161 | 0,579   | 0,642  | 0,715  | 0,905 | 1,182 | 1,608 |
| Poppy                             | 1/0 | 53,48                               | 0,6639                           | 0,0046   | 0,0051 | 0,0057 | 0,0072 | 0,0094 | 0,0128 | 0,460   | 0,509  | 0,568  | 0,718 | 0,938 | 1,277 |
| Aster                             | 2/0 | 67,14                               | 0,5275                           | 0,0037   | 0,0040 | 0,0045 | 0,0057 | 0,0075 | 0,0101 | 0,365   | 0,405  | 0,451  | 0,571 | 0,746 | 1,015 |
| Phlox                             | 3/0 | 84,91                               | 0,4181                           | 0,0029   | 0,0032 | 0,0036 | 0,0045 | 0,0059 | 0,0080 | 0,290   | 0,321  | 0,357  | 0,452 | 0,591 | 0,804 |
| Oxlip                             | 4/0 | 107,38                              | 0,3301                           | 0,0023   | 0,0025 | 0,0028 | 0,0036 | 0,0047 | 0,0064 | 0,229   | 0,253  | 0,282  | 0,357 | 0,467 | 0,635 |

The values of R' are taken from Table 3.56 for cables and from Table 3.66 to 69 for overhead lines.

The highest voltage drop occurs when the line has the highest loading. Therefore R' is taken at highest temperature for cables and at 40oC for overhead lines since the loading in overhead lines never come closer to loading current limit.

**Örnek 1.** Ayıt 5.4 de örnek 1 deki kabloda mutlak ve yüzde güç kaybı bulunacaktır.

Mutlak güç kaybı, [5.15.3] bağıntısından:

$$\Delta P = \frac{P^2 l}{\kappa A U^2 \cos^2 \varphi} = \frac{(50 \cdot 10^3)^2 \cdot 100}{46,8032 \cdot 50 \cdot 380^2 \cdot 0,80^2} = 1156 \text{ W} = 1,156 \text{ kW}$$

Yüzde güç kaybı, [5.15.3] bağıntısından:

$$p = \frac{P l}{\kappa A U^2 \cos^2 \varphi} \cdot \%100 = \frac{50 \cdot 10^3 \cdot 100}{46,8032 \cdot 50 \cdot 380^2 \cdot 0,80^2} \cdot \%100 = \%2,31$$

The difference between the results of Example 1 and 2 comes from using manufacturer data for R.

**Örnek 2.** Örnek 1 de, mutlak güç kaybı, [5.21.1] ve [5.22.1] bağıntılarından:

$$m_3' = \frac{R' \cdot 10^3}{U^2 \cos^2 \varphi} = \frac{0,463 \cdot 10^3}{380^2 \cdot 0,80^2} = 0,0050$$

$$\Delta P = m_3' P^2 l = 0,0050 \cdot 50^2 \cdot 0,100 = 1,250 \text{ kW}$$

Yüzde güç kaybı, [5.21.2] ve [5.22.2] bağıntılarından:

$$m_3'' = \frac{R' \cdot 10^3}{U^2 \cos^2 \varphi} \cdot \%100 = \frac{0,463 \cdot 10^3}{380^2 \cdot 0,80^2} \cdot \%100 = \%0,501$$

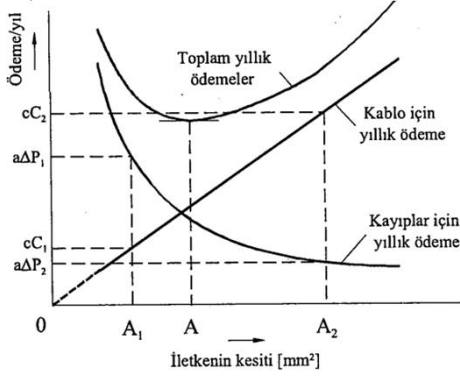
$$p = m_3'' P l = \%0,501 \cdot 50 \cdot 0,100 = \%2,505$$

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

## ECONOMIC CROSS-SECTION

The sum of the annual repayment of the payment for the cable and the annual payment for the energy losses varies depending on the cross-section of the cable.

The section that gives the smallest total cost among the different sections is the economic section. In the economic section calculation, since the laying costs for different sections are approximately the same, only the cable costs are taken into account.



Since the cable value varies approximately linearly with the cross-section, the cable value for cross-section A can be written from the figure.

$$C_{\text{kablo}} = \frac{c(C_2 - C_1)}{A_2 - A_1} \cdot A \quad (1)$$

A = Ekonomik kesit [mm<sup>2</sup>]

A<sub>1</sub> = Yükleme akımına ve gerilim düşümüne göre saptanan en küçük kesit [mm<sup>2</sup>]

A<sub>2</sub> = Yapımcının katalogunda bulunan en büyük kesit [mm<sup>2</sup>]

C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> = A<sub>1</sub> ve A<sub>2</sub> kesitleri için kabloların bugünkü birim ederleri [TL/m]

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

## ECONOMIC CROSS-SECTION

Coefficient for reducing the payment for the cable to annual payments

$$c = \frac{(T + \%1)}{\%100} \quad T = \text{Annual payback rate (Table 5.28)}$$

In the annual payback calculation, the cycle can be taken as approximately 25 years for LV cables and approximately 35 years for MV cables. 1% should be added to the annual payback for the cable maintenance and repair.

Since the annual payment for energy losses varies inversely with the cross section;

$$a\Delta P_1 t_\varphi - a\Delta P_2 t_\varphi = \frac{1}{A_1} - \frac{1}{A_2} \quad \text{at}_\varphi (\Delta P_1 - \Delta P_2) = \frac{A_2 - A_1}{A_1 A_2}$$

yazılırsa, (1) bağıntısı:

$$C_{\text{kablo}} = \frac{c(C_2 - C_1)}{A_1 A_2 \text{at}_\varphi (\Delta P_1 - \Delta P_2)} \cdot A \quad (2)$$

Enerji kayıpları için yıllık ödeme kesit ile yaklaşık hiperbolsel değiştiğinden:

$$C_{\text{kayıp}} = \frac{1}{A} \quad (3)$$

Cizelge 5.28. Yıllık amortisman oranı, bugünkü ederin yüzdesi olarak<sup>(\*)</sup>.

| Faiz oranı i [%] | Amortisman çevrimi n[Yıl] |        |        |        |        |        |
|------------------|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                  | 10                        | 15     | 20     | 25     | 30     | 35     |
| 0                | 10,000                    | 6,667  | 5,000  | 4,000  | 3,333  | 2,857  |
| 1                | 10,558                    | 7,212  | 5,542  | 4,541  | 3,875  | 3,400  |
| 2                | 11,133                    | 7,783  | 6,116  | 5,122  | 4,465  | 4,000  |
| 3                | 11,723                    | 8,377  | 6,722  | 5,743  | 5,102  | 4,654  |
| 4                | 12,329                    | 8,994  | 7,358  | 6,401  | 5,783  | 5,358  |
| 5                | 12,950                    | 9,634  | 8,024  | 7,095  | 6,505  | 6,107  |
| 6                | 13,587                    | 10,296 | 8,718  | 7,823  | 7,265  | 6,897  |
| 7                | 14,238                    | 10,979 | 9,439  | 8,581  | 8,059  | 7,723  |
| 8                | 14,903                    | 11,683 | 10,185 | 9,368  | 8,883  | 8,580  |
| 9                | 15,582                    | 12,406 | 10,955 | 10,181 | 9,734  | 9,464  |
| 10               | 16,275                    | 13,147 | 11,746 | 11,017 | 10,608 | 10,369 |
| 11               | 16,980                    | 13,907 | 12,558 | 11,874 | 11,502 | 11,293 |
| 12               | 17,698                    | 14,682 | 13,388 | 12,750 | 12,414 | 12,232 |
| 13               | 18,429                    | 15,474 | 14,235 | 13,643 | 13,341 | 13,183 |
| 14               | 19,171                    | 16,281 | 15,099 | 14,550 | 14,280 | 14,144 |
| 15               | 19,925                    | 17,102 | 15,976 | 15,470 | 15,230 | 15,113 |
| 16               | 20,690                    | 17,936 | 16,867 | 16,401 | 16,189 | 16,089 |
| 17               | 21,466                    | 18,782 | 17,769 | 17,342 | 17,154 | 17,070 |
| 18               | 22,251                    | 19,640 | 18,682 | 18,292 | 18,126 | 18,055 |
| 19               | 23,047                    | 20,509 | 19,605 | 19,249 | 19,103 | 19,043 |
| 20               | 23,852                    | 21,388 | 20,536 | 20,212 | 20,085 | 20,034 |
| 21               | 24,667                    | 22,277 | 21,474 | 21,180 | 21,069 | 21,027 |
| 22               | 25,489                    | 23,174 | 22,420 | 22,154 | 22,057 | 22,021 |
| 23               | 26,321                    | 24,079 | 23,372 | 23,131 | 23,046 | 23,016 |
| 24               | 27,160                    | 24,992 | 24,329 | 24,111 | 24,038 | 24,013 |
| 25               | 28,007                    | 25,912 | 25,292 | 25,095 | 25,031 | 25,010 |

## AGE DROP CALCULATIONS

ECONOMIC CROSS-SECTION

$$(*) T = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \text{ bağıntısından hesaplanmıştır. Burada:}$$

T = Yıllık amortisman oranı [%]

n = Amortisman çevrimi (Yıl)

i = Geri ödeme faiz oranı [%]

Toplam yıllık ödemeler, (2) ile (3) ün toplamı olduğundan:

$$C = \frac{c(C_2 - C_1)}{A_1 A_2 a t_\phi (\Delta P_1 - \Delta P_2)} A + \frac{1}{A}$$

En küçük kesit için A değişkenine göre türev alınır ve türev sifıra eşit yazılırsa:

$$\frac{dC}{dA} = \frac{c(C_2 - C_1)}{A_1 A_2 a t_\phi (\Delta P_1 - \Delta P_2)} - \frac{1}{A^2} = 0 \quad A = \sqrt{\frac{A_1 A_2 a t_\phi (\Delta P_1 - \Delta P_2)}{c(C_2 - C_1)}} \quad [\text{mm}^2]$$

Electric Power Distribution Systems

Chapter 3 - 55

## VOLTAGE DROP CALCULATIONS

ECONOMIC CROSS-SECTION

$\Delta P_1, \Delta P_2 = A_1$  ve  $A_2$  kesitleri için  $I^2 R$  güç kaybı [kW]

a = Enerji ederi [TL/kWh]

$t_\phi$  = Kablonun tam yük altında yıllık çalışma süresi [h]

Kablodan çekilen akım çok değişken olduğundan, bir yıldaki enerji kaybının ayısının yüklenme akımında sürekli olabilmesi için, kablounun bir yılda  $t_\phi$  saat çalıştığı düşünülür. Kablonun tam yük altında çalıştığı düşünülen süreler çizelge 5.29 da verilmiştir.

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

ECONOMIC CROSS-SECTION

Çizelge 5.29. Değişik işletme koşullarında, kablonun tam yük altında yıllık çalışma süreleri:

| İşletme koşulları   | İşletme örneği  | Tam yük altında yıllık çalışma süresi $t_c$ [h] |
|---|---|---|
| Kesintili yüklenme  | Sürücüler, servomotorlar, tarım makinaları              | 500 e kadar                                     |
| Bir vardiyalı işletmede düzensiz yüklenme veya zaman zaman düzenli yüklenme | İşletme tezgahları (Torna, vb), pompalar, oda ısıtması  | 500 ara 1500                                    |
| Çok vardiyalı işletmede düzensiz yüklenme                                   | Üretim makinaları, sanayide ısıtma                      | 1500 ara 2500<br>1500 ara 3500                  |
| Çok vardiyalı işletmede düzenli yüklenme                                    | Isıtma, kimya endüstrisi, yükü besleyen güç santralleri | 3500 ara 7000                                   |
| Tam yüklenme, yalnız kesintili duruş var                                    | Maden ocaklarının drenajı ve havalandırılması           | 7000 ara 8000                                   |

www.altas.org

Electric Power Distribution Systems

Chapter 3 - 57

**Örnek.** Ekonomik kesit seçilecektir.

Seçilen kablo: YVV 3x.../... 0,6/1 kV

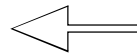
Yük akımı: 200 A

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

ECONOMIC CROSS-SECTION

| Büyüklik   | Birim           | En küçük kesit (Çizelge 3.16)   | En büyük kesit   | Ara bağıntı                      | Ara sonuç        |
|--|-----------------|---|--|----------------------------------|------------------|
| Kesit  | mm <sup>2</sup> | A <sub>1</sub> =70 Cu   | A <sub>2</sub> =240 Cu   | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> =  | ① 16.800         |
| Kayıplar (Çizelge 3.57)                                  | kW/km           | $\Delta P_1=3I^2R'=\frac{3 \cdot 200^2 \cdot 0,321 \cdot 10^{-3}}{=38,52}$  | $\Delta P_2=\frac{3 \cdot 200^2 \cdot 0,0925 \cdot 10^{-3}}{=11,10}$ | $\Delta P_1-\Delta P_2=$         | ② 27,42          |
| Kablonun bugünkü ederi                                   | TL/km           | C <sub>1</sub> =8.600.000.000   | C <sub>2</sub> =29.720.000.000                                       | C <sub>2</sub> -C <sub>1</sub> = | ③ 21.120.000.000 |
| Tam yükte yıllık çalışma süresi (Çizelge 5.29)           | h               | t <sub>c</sub> =  |  |                                  | 2.000            |
| Enerji ederi   | TL/kWh          | a=  |  |                                  | 43.650           |
| Kayıplar için yıllık ödeme                               | TL/kW           | a <sub>t<sub>c</sub></sub> =43650.2000=   |  |                                  | ④ 87.300.000     |
| Yıllık amortisman oranı (Çizelge 5.28)                   | %               | n=25 yıl<br>i=%12 } T=  |  |                                  | 12,750           |
| Kablo için ödemenin yıllık ödemelere indirgeme katsayısı |                 | $c = \frac{T + \%1}{\%100} = \frac{\%12,750 + \%1}{\%100} =$  |  |                                  | ⑤ 0,1375         |
| Ekonomik kesit ([5.23] bağıntısı)                        | mm <sup>2</sup> | $A = \sqrt{\frac{(1) \cdot (4) \cdot (2)}{(5) \cdot (3)}} = \sqrt{\frac{16800 \cdot 87300000 \cdot 27,42}{0,1375 \cdot 21120000000}} =$ |  |                                  | 118=120          |

EXAMPLE



ion Systems

Chapter 3 - 58

# VOLTAGE DROP CALCULATIONS

## ECONOMIC CROSS-SECTION

Ekonomik karşılaştırma:

| Kesit                                  | mm <sup>2</sup> | 70 Cu                         | 95 Cu      | 120 Cu     | 150 Cu     |
|--|-----------------|-------------------------------|------------|------------|------------|
| Kablonun bugünkü ederi x1.000          | TL/km           | C= 8.600.000                  | 11.665.000 | 14.976.000 | 17.757.000 |
| Yıllık amortisman oranı (Çizelge 5.28) |                 | n=25 yıl<br>i=%12 } T=%12,750 |            |            |            |

In this example, if the selected cross section is increased from 70 mm<sup>2</sup> to 120 mm<sup>2</sup>, it is seen that for 1 km of cable (4.545.296 - 3.986.784) .10<sup>3</sup>=558.512.000 TL will be saved per year.

However, if the interest rate charged on repayment of the cable in this example is unrealistic for the investor, realistic interest rates are charged. For example, if the interest rate is taken as zero, it is not economical to choose the cable section larger than normal.

|  |        |   |           |           |           |
|--|--------|---|-----------|-----------|-----------|
| Kablo için ödemenin yıllık ödemelere indirgeme katsayısı |        | $c = \frac{T + \%1}{\%100} = \frac{\%12,750 + \%1}{\%100} = 0,1375$ |           |           |           |
| Kablo için ödemenin yıllık ödemelere indirgenmesi x1.000 | TL/km  | cC= 1.182.500   | 1.603.938 | 2.059.200 | 2.441.588 |
| Kayıplar (Çizelge 3.57)                                  | kW/km  | $\Delta P = 38,52$  | 27,84     | 22,08     | 18,00     |
| Tam yükte yıllık çalışma süresi (Çizelge 5.29)           | h      | $t_r = 2.000$   |           |           |           |
| Enerji ederi   | TL/kWh | a=43.650  |           |           |           |
| Kayıplar için yıllık ödeme x1.000                        | TL/km  | $at_r \Delta P = 3.362.796$   | 2.430.432 | 1.927.584 | 1.571.400 |
| Toplam yıllık ödemeler x1.000                            |        | $cC + at_r \Delta P = 4.545.296$                                    | 4.034.370 | 3.986.784 | 4.012.988 |
| Ekonomik sonuç x1.000                                    | TL/km  |   |           | 3.986.784 |           |

End of the Chapter

# Voltage Drop Calculations

### DISTRIBUTION NETWORKS

