

Gerilim Düşümü Hesabı

1 Gerilim Düşümü Nedir?

Gerilim düşümü, elektrik enerjisinin üretim merkezlerinden (DA/AA) tüketim merkezlerine iletkenler aracılığıyla taşınırken oluşan gerilim kaybıdır. Devre elemanlarının tam verimle çalışmasını engeller. Örneğin, 1000–1500 metre mesafeli bir aydınlatma devresinde, kaynak gerilimi (V_1) alıcı geriliminden (V_2) büyüktür ($V_1 > V_2$). Akım artışı, gerilim düşümünü artırır.

2 Gerilim Düşümü Neden Kaynaklanır?

İletkenler, akıma karşı direnç gösterir. Akım geçtiğinde, iletkenin uçları arasında gerilim azalır. Bu kayıp, I^2R formülüyle ısı kaybı olarak ortaya çıkar. Hesaplama:

$$u = V_1 - V_2$$

Enerji kaybını azaltmak için hat direnci düşürülmelidir.

3 Gerilim Düşümü Hesabı

Gerilim düşümü, kablo uzunluğu (L), kablo kesiti (S), akım (I), güç (N) ve iletkenlik katsayısına (k , bakır: 56, alüminyum: 32) bağlıdır. Temel formüller:

- **Hattaki gerilim düşümü:** $u = \frac{e \cdot U}{100}$
- **Kesit (akım biliniyorsa):** $S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{k \cdot U \cdot \frac{e}{100}}$
- **Kesit (güç biliniyorsa):** $S = \frac{2 \cdot L \cdot N}{k \cdot U^2 \cdot \frac{e}{100}}$

(e : % gerilim düşümü, U : hat gerilimi, N : güç (W), L : uzunluk (m), I : akım (A)).

4 Tesislerde Kabul Edilebilen Sınırlar

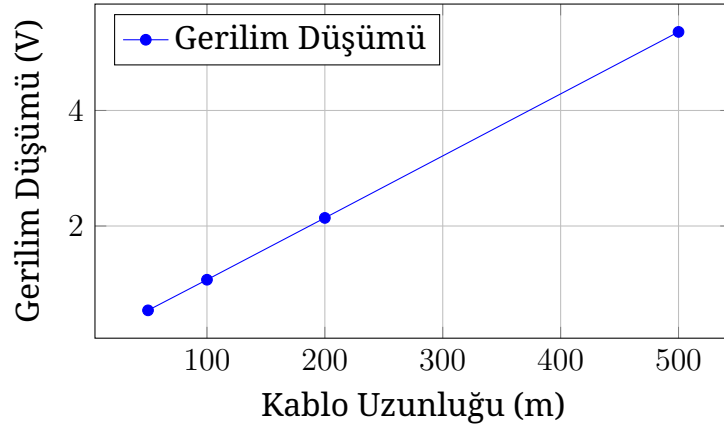
Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve Elektrik Tesisleri Yönetmelikleri'ne göre:

5 Grafik: Kablo Uzunluğuna Göre Gerilim Düşümü

Sabit kablo kesiti (4 mm², bakır), akım (25 A), gerilim (220 V) ve $e = 1,5\%$ için kablo uzunluğunun (50 m, 100 m, 200 m, 500 m) gerilim düşümüne etkisi:

Tesis Tipi	Gerilim Düşümü Sınırı (%)
Aydınlatma (220V)	1,5
Motor (380V)	3
Yüksek Gerilim	7 (ring: 10)
Alçak Gerilim	5
Transformatörlü Aydınlatma	6,5
Transformatörlü Motor	8

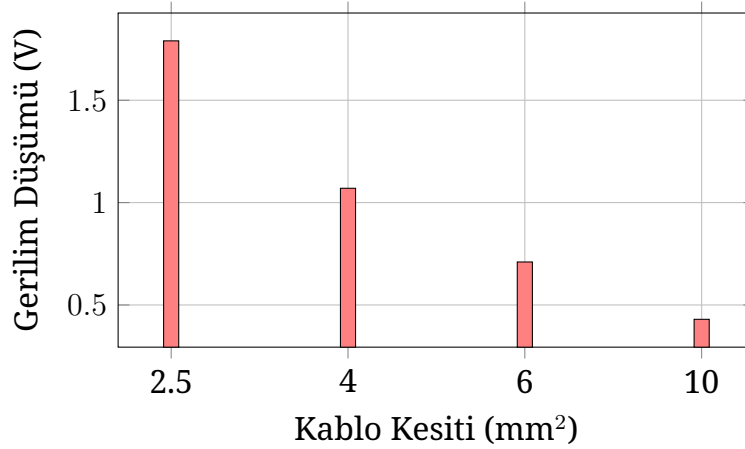
Table 1: Gerilim Düşümü Sınırları



Kablo uzunluğu arttıkça gerilim düşümü lineer şekilde yükselir. 500 m’de düşüm 5,36 V ile sınır değere (1,5% = 3,3 V) yaklaşıyor; daha uzun mesafelerde kesit artırılmalı.

6 Grafik: Kablo Kesitine Göre Gerilim Düşümü

Sabit uzunluk (100 m), akım (25 A) ve gerilim (220 V) için farklı kablo kesitlerinin (2,5 mm², 4 mm², 6 mm², 10 mm²) gerilim düşümüne etkisi:



Kesit arttıkça gerilim düşümü azalır. 6 mm² ve 10 mm² kesitlerde düşüm, sınırın (3,3 V) altında.

7 Örnek Hesaplamalar

7.1 Örnek 1: 380V Motor

Veriler: $U = 380 \text{ V}$, $e = 3\%$.

$$u = \frac{3 \cdot 380}{100} = 11,4 \text{ V}$$

Alıcı gerilimi: $380 - 11,4 = 368,6 \text{ V}$. Sınır içinde.

7.2 Örnek 2: Kolon Hattı (220V, Bakır, $e = 1,5\%$)

Veriler: $U = 220 \text{ V}$, $e = 1,5\%$, $k = 56$. Gerilim düşümü:

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

Kesit ($I = 25 \text{ A}$, $L = 100 \text{ m}$):

$$S = \frac{2 \cdot 100 \cdot 25}{56 \cdot 3,3} \approx 2,7 \text{ mm}^2 \rightarrow 4 \text{ mm}^2$$

Tekrar hesap: $u \approx 2,24 \text{ V}$ ($< 3,3 \text{ V}$, uygun).

8 Güç Kaybı ve Gerilim Düşümü

Güç kaybı (N_h), I^2R veya $u \cdot I$ ile hesaplanır:

- $N_h = I^2 \cdot R$
- $N_h = u \cdot I$

Örnek: $N = 5 \text{ kW}$, $I = 10 \text{ A}$, $R = 2,5 \Omega$:

$$N_h = 10^2 \cdot 2,5 = 250 \text{ W}$$

Alıcı gücü: $5000 - 250 = 4750 \text{ W}$.

9 Sonuç

Gerilim düşümünü azaltmak için:

- Kablo kesiti büyütülmeli (direnç azalır).
- Akım düşürülmeli (gerilim artır).

Yönetmeliklere uygun kablo seçimi kritik önemdedir.