

Şebekelerde enerji tasarrufu için alınabilecek önlemler

Ersin ZİHNİOĞLU

UDK-.621.31S

ÖZET

Kent şebekelerinde gerilim düşmeleri ve dikey kentleşmenin kaçınılmaz bir sonucu olarak dağıtım sisteminin kapasitesiyle ters orantılı genişlemesi nedeniyle oluşan enerji kayıpları önemli boyutlara varmıştır. Bu yazıda gerilim düşmesi ve şebekelerde hat uzunluklarının gereksiz büyümesi ile oluşan enerji kayıpları ve alınması gerekli önlemler incelenmiştir.

SUMMARY

Energy losses due to voltage drops and unplanned extension of distribution lines increased to important amounts on city networks. In this short article these losses and provisions to be taken are investigated.

Dünyada görülen enerji bunalımı ile birlikte, üretilen enerjinin tutumlu kullanımı için yürütülen çalışmalara hız verilmiştir, örneğin endüstride daha verimli işlemlerin araştırılması, termik santrallardan atılan ısıdan çevre ısıtmasında yararlanmak gibi.

Bu yazımızda enerji kaybına yol açan bir kaynaktan ve nedenlerinden söz edeceğiz. Söz konusu enerji kaybı kaynağı kent şebekeleridir. Bu konu özellikle kent şebekelerinde önemli boyutlara ulaşmış bulunmaktadır. Türkiye Elektrik Kurumu Planlama ve koordinasyon Dairesince hazırlanan PKD-166 numaralı "Belediyelerin 1975 yılı E İçerik istatistikleri" isimli yayına göre 1975 yılı için E-Mcc kayıpları Ankara'da % 11.1, Adana'da % 15.2, İstanbul'da % 16.5, Samsun'da % 16.3, Kocaeli'de % 14.2, Zonguldak'da % 12.3 gibi değerlere ulaşmıştır. Bu kayıpları azaltabildiğimiz takdirde hiç de küçümsenmeyecek bir enerji tasarrufu sağlayacağımız açıktır.

Şebeke kayıpları, iletim ve dağıtım sistemlerindeki direnç ve demir kayıplarından oluşmaktadır. Demir kayıpları sistemdeki transformatörlerde meydana gelirler; direnç kayıpları ise hatların dirençlerinde oluşurlar. Demir kayıpları sistemdeki transformatör sayısına, transformatörlerin saçlarının ağırlığına ve kullanılan saçların cinsine bağlıdır. Direnç kayıpları ise hat kesitleri, uzunlukları ve geçen akıma bağlıdır.

Şimdi kayıpların artmasına neden olan önemli etkenleri görelim. Demir kayıpları, gereğinden fazla transformatör kurmayarak ve düşük kayıplı transformatörler kullanarak azaltılabilir. Dirençlerde oluşan kayıplar ise direnç sabit-se çekilen yüke ve gerilime bağlıdır. Şimdi şebekenin sonunda sabit bir P yükünün (kW) çekildiğini varsayalım.

Şebekenin gerilimi anma gerilimi U_n 'e eşit olsun. Meydana gelecek kayıp hesaplayalım:



Şekil. 1

$$I = \frac{P}{3 \cdot U_n \cdot \cos \langle t \rangle}$$

Ersin ZİHNİOĞLU, TEK

$$P_{\text{kayıp}} = R \cdot I^2 = R \cdot \left(\frac{P}{3 \cdot U_n \cdot \cos \theta} \right)^2$$

olur.

Şimdi şebeke geriliminin U gibi bir değere düştüğünü varsayalım. Bu takdirde meydana gelecek kayıplar

$$1 = \frac{P}{3 \cdot U \cdot \cos \theta}$$

$$P_{\text{kayıp}_2} = R \cdot I^2 = R \cdot \left(\frac{P}{3 \cdot U \cdot \cos \theta} \right)^2$$

Bu iki durumdaki kayıpları birbirlerine oranlarsak:

$$\frac{P_{\text{kayıp}_2}}{P_{\text{kayıp}_1}} = \left(\frac{U_n}{U} \right)^2$$

bulunur.

Gerek üretim, gerek iletim sistemi yetmezlikleri ile kent şebekelerinin gerektiği şekilde yapılamamaları sonucu gerilimlerin anma değerlerinin çok altına indikleri bir gerçektir. Bir çok yerde, 220 Volt gerilim yerine 200 Volt gerilimle karşılaşmak artık doğal bir olay olmuştur. Şebeke geriliminin 200 Volt'a düşmesi halinde oluşan kayıplar

$$P_{\text{kayıp}_2} = \left(\frac{220}{200} \right)^2 P_{\text{kayıp}_1} = 1,21 P_{\text{kayıp}_1}$$

bağıntısından 220 Volt gerilim durumuna göre % 21 fazla bulunur. Bu duruma göre şebeke gerilimini anma değerinde vermeye çalışmak kayıpların azaltılması için en önemli yoldur.

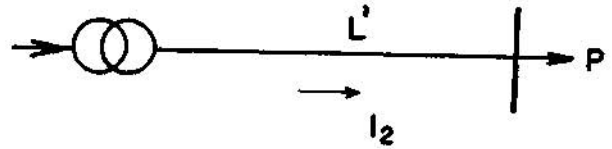
Şimdi de meydana gelen kayıpların şebeke uzunluğu ile olan ilişkisini inceleyelim. Yurdumuzda çok yaygın olan bir uygulama, bir hat tasarımı yapıldıktan sonra meydana çıkan enerji istemleri nedeniyle hattı gelişmiş uzatmaktır. Bu durum hattın zorlanmasına ve ek kayıplara neden olur.

Şekil 1'deki sistemimizde hat uzunluğu L, iletkenin kesiti q, tefin özgül direnci p olsun. R hat direncindeki kayıp,

$$P_{\text{kayıp}_1} = R \cdot I^2 = p \frac{L}{q} I^2$$

olarak bulunur.

Hattımızın uzunluğu yeni ilaveler ile L' = kL olduğunu varsayalım (Şekil 2)



Şekil. 2

Yükümüz yine hat sonuna çekilmiş olsun. Meydana gelen kayıp:

$$P_{\text{kayıp}_2} = p \frac{L'}{q} I^2$$

olur. Buradan da,

$$\frac{P_{\text{kayıp}_2}}{P_{\text{kayıp}_1}} = \frac{L'}{L} = \frac{kL}{L} = k$$

olarak bulunur.

Yukarıda görüldüğü gibi, hat uzunluğu arttıkça aynı P gücü çekilirken uzunlukla orantılı olarak kayıplar artar. Bu sonuca ulaşırken her iki durumda (yani hat uzunlukları L ve L' iken) hat sonundaki gerilimin değerinin aynı olduğunu dolayısıyla da akımın değişmediğini varsaydık. Gerçekte hat sonu gerilimleri, hat uzunluğu L iken $U_1 = U - A U_1$, hat uzunluğu L' iken ise $U_2 = U - A U_2$ dir. Burada $A U_1$ ve $A U_2$ gerilim düşümleridir. Üç fazlı almaşık akım halinde gerilim düşümü $(A U = 3 \cdot R \cdot I \cos \theta + 3 \cdot J \cdot C \cdot I \sin \theta)$ bağıntısı ile verilmiştir. Hattın endüktansı x çok küçük ise (500 Volta kadar olan tesislerde) ikinci kısım ihmal edilebilir.

$$\Delta U = \frac{P.L}{U.q}$$

yazılabilir.

Hanımızın uzunluğu L iken hattın geçen akım:

$$I_1 = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_1 \cdot \cos \phi} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot (U - A U_j) \cdot \cos \phi}$$

olur.

Hanımızın uzunluğu L' iken hattın geçen akım:

$$I_2 = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_2 \cdot \cos \phi} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot (U - A U_2) \cdot \cos \phi}$$

olur.

Geçen akımları oranlar ise:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{(U - A U_j) \cdot \frac{P.L}{U.q}}{(U - A U_2) \cdot \frac{P.L'}{U.q}} = \frac{1 - P \cdot \frac{L}{U.q}}{1 - P \cdot \frac{L'}{U.q}} = \frac{U^2.q}{U^2.q}$$

bulunur.

$$\rho \frac{P}{U^2.q} = A$$

diyelim. O zaman

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{1 - A.L}{1 - A.L'}$$

$$I_2 = \left(\frac{1 - A.L}{1 - A.L'} \right) I_1$$

bulunur.

L uzunluğundaki hana meydana gelen kayıplar:

$$P_{\text{kayıp}_1} = R \cdot I_1^2 \text{ dir.}$$

L uzunluğundaki hattın L uzunluğundaki parçasında meydana gelen kayıplar:

$$P_{\text{kayıp}_2} = R \cdot I_2^2 = R \cdot \left(\frac{1 - A.L}{1 - A.L'} \right)^2 \cdot I_1^2 \text{ -dir.}$$

Buradan da

$$\frac{P_{\text{kayıp}_2}}{P_{\text{kayıp}_1}} = \left(\frac{1 - A.L}{1 - A.L'} \right)^2 > 1$$

bulunur.

Hanın boyunu L den L' ne uzatmakla (L' - L) farkına karşı gelen kayıplardan başka, gerilim düşüntünün artması dolayısıyla çekilen akımların artmasına karşılık ek bir kayıp oluşmaktadır. Eğer hat boyunu uzatmamış olsaydık, yani L = L' olsaydı,

$$\frac{P_{\text{kayıp}_2}}{P_{\text{kayıp}_1}} = 1$$

bulunurdu.

Bu da L = L' halinde ek bir kaybın bulunmadığını gösterir.

Yukarıdaki hesaplama ve açıklamalarda görüldüğü gibi şebeke boyunu hesaplandığı değerden uzun tutmak ek kayıplara neden olmaktadır. Bu nedenle şebekeler yapılırken bütün istemleri göz önünde tutmak, ondan sonra da gelişi güzel ilaveler yapmaktan sakınmak kayıpların azaltılması için etkin bir yoldur.