

# 11. HAFTA- TRAFİKO SEÇİMİ

---

## DAĞITIM ŞEBEKELERİNDE REAKTİF GÜÇ KOMPANZASYONU

Elektrik enerjisinin santralden en küçük alıcıya kadar dağıtımında en az kayıpla taşınması gerekir. Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile farklı kullanımlara yönelik alıcıların (elektriksel yüklerin) yaygınlaşması, elektrik enerjisine ihtiyacın her geçen gün biraz daha artmasına ve enerji üretiminin daha da pahalılaşmasına neden olmaktadır.

Alçak gerilim dağıtım şebekesine bağlı bir alıcı, eğer bir motor, transformatör veya floresan lamba ise, bunlar manyetik alanlarının temini için bağlı oldukları şebekeden indüktif reaktif güç çeker. İş yapmayan ve sadece motorda manyetik alan oluşturmaya yarayan bu reaktif güç, iletim hatlarında, transformatörlerde, şalterler ve kablolarda lüzumsuz yere kayıplara sebebiyet verir. Reaktif gücün transformatörden veya santralden alıcıya kadar taşınması,

- ❑ Hattaki güç kayıplarını arttırmakta,
- ❑ Hattan taşınabilecek elektriksel güç miktarını (hattın güç transfer kapasitesini) azaltmakta,
- ❑ Hattan geçen akımın artması nedeniyle hattaki gerilim düşümünün artmasına dolayısıyla hat sonu geriliminin azalmasına neden olmaktadır.

Bu nedenle aşırı yüklenmeler, gerilim düşmelerinin önlenmesi ve şebekeden en verimli şekilde faydalanılabilmesi için elektriksel motorlar, floresan lambalar, bobinler, kaynak makinaları gibi endüstriyel ve aydınlatma yüklerinin çekmiş olduğu reaktif gücün bu yüklerin buldukları noktadan veya bunlara en yakın yerden beslenmesi zorunludur. Dağıtım şebekesinde yukarıda bahsedilen bu ve benzeri elektriksel yüklere kadar mevcut bütün tesisler reaktif gücü taşıma yükünden arınmış olacaktır. Sonuç olarak yüklerin şebekeden talep ettikleri bu reaktif gücün yük noktasında veya yüke yakın noktalarda reaktif güç üreten elektriksel elemanlar tarafından karşılanması olayına “*reaktif güç kompanzasyonu*” denir.

Başka bir ifade ile elektrik sisteminde, elektrik motoru, bobin vb. gibi yüklerin mıknatıslanma etkisi ile elektrik enerjisini yine elektrik enerjisine veya farklı bir enerjiye çeviren cihazların faz akımını geri kaydırmasından dolayı, şebeke üzerinde yaratmış oldukları endüktif reaktif gücü dengeleme ve fazın akımını olması gereken konuma geri çekme işlemine reaktif güç kompanzasyonu denir.

Reaktif güç kompanzasyonunun yapılması ile şebekeden çekilen reaktif gücün dolayısıyla akımın azalması sonucunda:

- ❑ Şebekenin enerji (güç) taşıma kapasitesi artacak,
- ❑ Şebeke iletkenlerinin kesitleri azalacak,
- ❑ Şebekedeki gerilim düşümleri azalacak,
- ❑ Şebekedeki kayıp güçler azalacak,
- ❑ Hatlarda açma kapama yapan kesici ve ayırıcılar büyük seçilmeyerek sistem en verimli hale getirilecektir.

## Alçak Gerilim Dağıtım Şebekelerinde Kompanzasyon

Elektrik şebekelerinde abone gücü arttıkça reaktif güç de artmaktadır. Bunun neticesi olarak da güç katsayısı ( $\cos\phi$ ) 0,5-0,8 arasındaki muhtelif değerlerde seyretmeye başlar. Transformatör merkezlerinde, hatlarda ve jeneratörlerde güç artışı, aktif güç kadar ve belki de daha büyük oranda reaktif güçlerinde artmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle alçak gerilimde aşırı yüklenmeler ve gerilim düşümlerinin önlenmesi için, reaktif güçlerin kompanze edilmesi zorunlu hale gelmiştir. Şehir şebekelerinde yapılan ölçümler sonucunda dağıtım fiderlerinde güç faktörünün 0,8'den küçük olduğu görülmüştür. Sosyal hayatın gelişmesi ile başlayan refah; buzdolabı, çamaşır makinası, klima vb. gibi ısıtma ve soğutma cihazlarının kullanımının artması günümüzde reaktif enerji tüketimini de arttırmaktadır. Bu nedenle alçak gerilim dağıtım şebekelerinde yapılacak kompanzasyonda genel kural; reaktif güçlerin kendilerini tüketen cihazlara en yakın noktada üretilmesidir. Böylece abonelerden başlayarak dağıtım hatlarından itibaren üretim kaynağına kadar söz konusu cihazlar için gerekli reaktif enerji sistemden taşınmayacaktır.

İdealde yük gerilimi ile akımı arasında faz farkı oluşmaz iken indüktif yüklerin oluşturduğu etki sonucunda sistemde faz farkı meydana gelmektedir. İndüktif etki neticesinde oluşan gerilim ve akım arasındaki faz kaymasını sıfıra yakın tutmak için indüktif etkiye zıt yönde bir etkinin oluşturulması gerekir ki buda kapasitif etkidir. Yani reaktif güç kompanzasyonu ile indüktif yükün şebekeden çektiği akımın reaktif bileşeni kapasitif bir yük ile şebekeden bu reaktif bileşene zıt işaretli ( $180^\circ$  faz farkı) akımın çekilmesi sonucunda şebekedeki akımın toplam reaktif bileşeni sıfırlanmakta veya sıfıra yakınlaştırılmaktadır. Böylece hattaki akım ile gerilim arasındaki faz farkı giderilmiş olur. Bu durum, indüktif yükün şebekeden çektiği reaktif gücün kullanılan kompanzasyon elemanı tarafından karşılanması anlamına gelir.

İndüktif olarak çalışan bir yükü besleyen bir dağıtım hattında reaktif güç kompanzasyonunun vektörel olarak gösterimi Şekil 6.6'da verilmiştir.

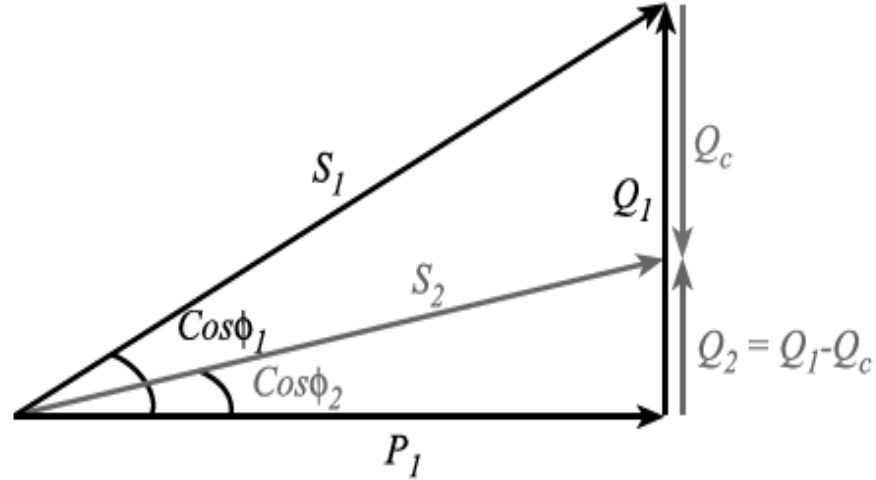
Vektörel anlamda aktif güç ve reaktif güç vektörlerinin arasındaki açı, faz farkını gösterir. Şekilden görüldüğü üzere aktif ve reaktif gücün ( $P_1$  ve  $Q_1$ ) vektörel toplamı sistemde kullanılan toplam görünür gücü ( $S_1$ ) oluşturmaktadır. Hat sonunda yük noktasında veya yüke yakın bir noktada reaktif güç kompanzasyonu ile  $Q = Q_c$  'lik kapasitif reaktif güç hattın çekilmesi ile kapasitif ve indüktif bileşenler arasındaki  $180^\circ$  'lik faz farkı nedeniyle hattın çekilen toplam reaktif ve görünür güç:

$$Q_2 = Q_1 - Q_c$$

$$S_2 = \sqrt{P_1^2 + Q_2^2}$$

$$\cos \phi_2 = \frac{P_1}{S_2}$$

şeklinde olur.



Şekil 6.6: Reaktif güç kompanzasyonunun vektörel olarak gösterimi (Güç üçgeni).

Yapılan reaktif güç kompanzasyonunun sisteme olan faydaları aşağıda sıralanmıştır. Buna göre;

- Hattın aktif güç kaybındaki azalma oranı,

$$\% \Delta P_k = 100 \left( \frac{P_{k1} - P_{k2}}{P_{k1}} \right) = 100 \left( 1 - \frac{\cos^2 \phi_1}{\cos^2 \phi_2} \right)$$

- Hattan transfer edilebilecek aktif güçteki artış oranı:

$$\% \Delta P = 100 \left( \frac{P_2 - P_1}{P_1} \right) = 100 \left( \frac{\cos \phi_2}{\cos \phi_1} - 1 \right)$$

- Hattan taşınan görünür güçteki azalma oranı:

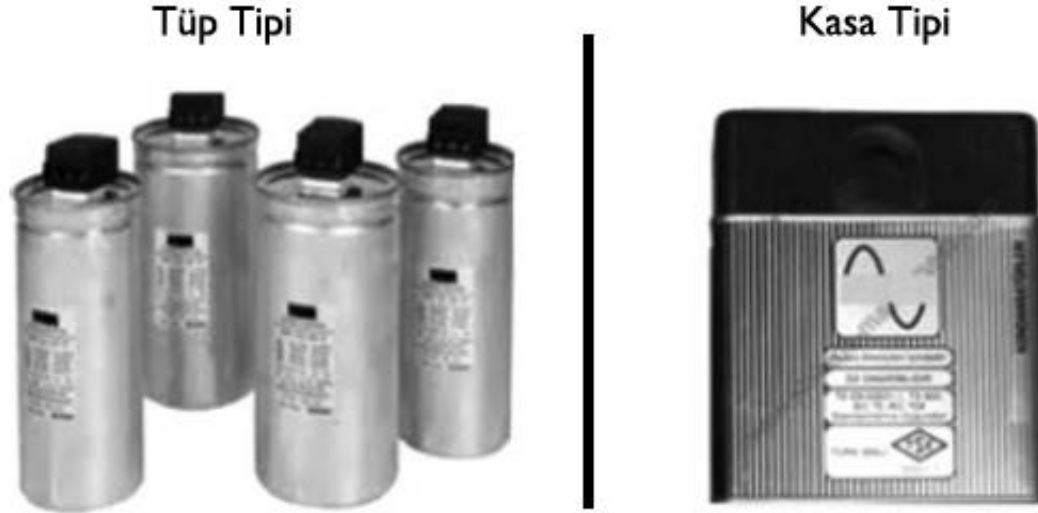
$$\% \Delta S = 100 \left( \frac{S_1 - S_2}{S_1} \right) = 100 \left( 1 - \frac{\cos \phi_1}{\cos \phi_2} \right)$$

şeklinde ifade edilir.



## ***Güç Kondansatörleri ile Kompanzasyon***

Kondansatör basit anlamda karşılıklı yerleştirilmiş iki adet plaka ve bu plakalar arasında dielektrik madde bulunan elektrik yükü depolayan elemanlardır. Kompanzasyon amaçlı kullanılan kondansatörler güç kondansatörleri olarak adlandırılır. Bunlar üretim teknolojisi ve kullanım alanı bakımından elektronik devrelerde kullanılan kondansatörlerden ayrılır. Güç kondansatörleri Resim 6.5'te gösterildiği gibi kasa tipi ve tüp tipi şeklinde imal edilerek endüstriyel uygulamalarda güç faktörü düzeltme ve filtreleme amacıyla kullanılır.



**Resim 6.5:** Güç kondansatörleri.

AG şebekelerinde güç katsayısını düzeltmek amacıyla kullanılan kondansatör ve diğer gereçler kompanzasyon panolarına yerleştirilir. Bu panolar, kondansatör bataryalarının ve bunları kontrol etmekle görevli elektronik, elektromanyetik cihazların özel metal korunaklarıdır. Resim 6.6' da bir kompanzasyon panosu görülmektedir. Kompanzasyon panolarında kondansatörler gerekli reaktif gücü karşılamak üzere kontaktörler kullanılarak devreye alınır veya devreden çıkartılırlar.



**Resim 6.6:** Alçak gerilimde kullanılan kompanzasyon panosu.

Kompanzasyon sisteminde gerekli reaktif güç tayini için Resim 6.7'de görülen reaktif güç rölesi kullanılmaktadır. Reaktif güç rölesi, otomatik kompanzasyon sistemlerinde kullanıldığında çeşitli yük durumlarında gerekli sayıda kondansatör grubunu devrede bulundurarak, güç katsayısını ayar edilen değerde tutmaktadır. Standartlara uygun olarak imal edilen rölelerin üzerinde dijital  $\cos\phi$  metre bulunmaktadır. Bu sayede röle üzerinden kompanze edilen sistemin güç katsayısı izlenebilmektedir.



**Resim 6.7:** Reaktif güç kontrol rölesi.

## ***Senkron Motorlar ile Kompanzasyon***

Reaktif güç üretiminde kullanılan dinamik faz kaydırıcıların başında senkron makinalar gelir. Bilindiği üzere senkron makinalar uyardıma bağlı olarak hem indüktif hemde kapasitif çalışabilen AC makinelerdir. Aşırı uyardılmış senkron motor şebekeye reaktif güç aktarıırken (kapasitif güç) düşük uyardımla senkron motor şebekeden reaktif güç (indüktif güç) çekmektedir. Bu nedenle güç katsayısının düzeltilerek şebekede aktif gücün artmasını sağlamak için senkron motorlar kullanılır. Bu amaçla kullanılan senkron motorlara “*senkron kompanzatör*” veya “*senkron kondansatör*” adı verilir.

Şebekeye bağlanan senkron motor şebekeden boşa çalışma kayıplarını karşılayacak kadar az bir aktif güç ve şebekeye istenen reaktif gücü vererek, bir reaktif güç üreticisi şeklinde çalışır. Kayıpları kondansatörlere göre daha yüksek olmasının yanı sıra devamlı bakıma ihtiyaçları vardır.

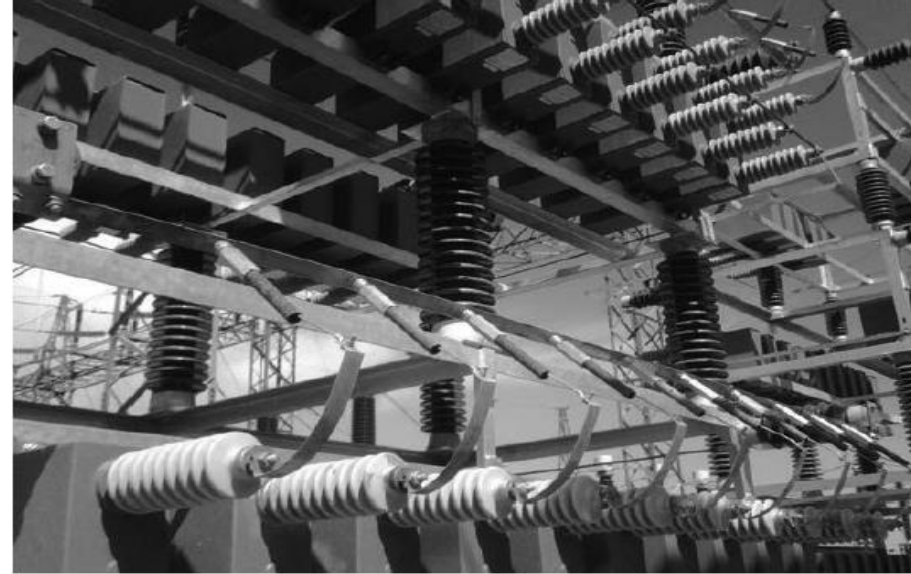
## Orta Gerilim Dağıtım Şebekelerinde Kompanzasyon

Müşteriler tarafından kompanzasyonun alçak gerilim tarafında gerçekleştirilmesi büyük avantaj sağlar. Alçak gerilim kompanzasyon tesisleri derli toplu olup, işletilmeleri ve bakımları kolaydır. Bunun yanı sıra ekonomik açıdan değerlendirildiğinde kullanılan tüm cihazlar gerek fiyat olarak ve gerekse de kapladıkları hacim itibarı ile oldukça avantajlıdır.

Şehir ve kasaba şebekelerinde kompanzasyon tesisinin AG'de yapılması işletme ve bakım açısından büyük zorluklar taşımaktadır. Bu nedenlerden dolayı şehir ve kasaba şebekelerinde OG'de kompanzasyon yapmak tercih edilebilir. Zira bu durumda kompanzasyon tesisi sayısı oldukça sınırlı olacaktır. Orta gerilim şebekelerinde kondansatörler;

- ❑ YG/OG transformatör merkezlerine,
  - ❑ OG/OG transformatör merkezlerine,
  - ❑ OG şalt ve tevzi merkezlerine,
  - ❑ OG hatlarında direk üzerine,
- tesis edilebilir.

OG şebekesinde şönt kompanzasyon için geliştirilen kondansatör bankları 3-12-24-veya 48 üniteli olarak imal edilmekte ve güç kademeleri 300-450-500-600-1200-1800-2000-2400-3600-4000-4800- olarak değişmektedir. Gücü 600 kVAr 'a kadar olan kondansatör bankları bina içinde bir hücreye ve direk üstünde tesis edilebilirler. Gücü 600 kVAr 'ın üstünde olan kondansatör bankları harici olarak tesis edilirler. Pratik olarak OG kondansatör bankları hattın 2/3 mesafesinde tesis edildikleri takdirde azami faydayı sağladıkları tavsiye edilmektedir. YG/OG transformator merkezinde OG tarafında yapılan bir kompanzasyon Resim 6.8'de gösterilmiştir.



**Resim 6.8:** Orta gerilimde kompanzasyon.

Orta gerilimde kompanzasyon için kondansatör gücünün belirlenmesinde transformatörden son bir yılda aylara göre çekilen aktif ve reaktif enerji miktarları ve ortalama  $\tan\varphi$  değerlerini gösteren tablo oluşturulur. Bu tablodan yararlanılarak  $\tan\varphi$ 'nin en yüksek olduğu ay tespit edilir. Bu ayda yüklenmenin en yüksek olduğu puant aktif ve reaktif güç değerlerinin belirlenmesi için 24 saatlik ölçümler yapılır. Ölçüm sonrasında belirlenen aktif ve reaktif güçler için güç katsayısını 0,98'e yükseltmek amacıyla gerekli kondansatör gücü hesaplanır.

# KAYNAKLAR

[1] Doç. Dr. Süleyman Demir (ed.), *Elektrik Enerjisi İletimi ve Dağıtımı* (Eskişehir: Anadolu Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi, 2013)