

ELEKTRİK ENERJİSİ TASARRUFUNDA TEKNİK ÖNERİLER

Nihat TAYLAN

Enerji tasarrufu hakkında uzun yıllardan beri toplantılarda, kongrelerde, sempozyumlarda hep bilinen önlemler ele alındı ve irdelendi. Ancak elektrik enerjisi işletilmesindeki kayıplar ve elektrik enerjisi üretimindeki yatırımlarda hataların neye mal olduğu daima gözden kaçtı. Sadece elektrik enerjisi üretiminde çağdaş teknolojiye uymamamız; santraller, trafo merkezleri ve iletim hatları ve diğer tesislerde yurdumuza yüz milyarlar mertebesinde ekstra tesis, faiz, amortisman masraftan doğurduğu aşığıda belirtilecektir. Enerjiyi üreten ve işleten müessese olarak en kolay yol bu (munzam) ilave masrafları kilovat saat olarak tarife faturasına eklemektir ve yıllardır yurdumuzda bu konu bu yolla çözümlenmektedir. Alıcı (müşteri) olarak özel teşebbüs, Etibank, TKİ, Şeker şirketleri, Azot tesisleri, Çimento sanayii, Seka, ordu tesisleri ve diğer birçok müşteriler enerji kilovat saat fiyatına giren girdileri üretici ve işletici TEK nezdinde irdelenecek bir komisyon kurabilselerdi bu gün elektrik enerjisi çok daha düşük fiyatla müşteriye arz edilebilirdi. Bu yönde Korkut Ongün'ün Elk. Müh. 1960-39-40 sayılı dergisindeki "Elektrik Enerjisi Kullanılmasındaki Kasyonalizasyon" konulu yazısı hâlâ okunmaya değer olup geç de olsa belirtilen önerilerin bir an evvel uygulanmasının zorunlu olduğu görülmektedir.

Aşağıda belirtildiği gibi elektrik enerjisi tasarrufunu :

A- İşletmede tasarruf,

B - Üretimde tasarruf,

diye iki bölümde ele alacağız. Burada birinci aşamada yer alan işletmedeki tasarruf, elektrik enerjisi üretici santrallerdeki tasarrufu belirtmekte olup çok geniş bir konuyu kapsadığı için bu sahaya değinmeyeceğiz.

Aslında sadece yol alırken föil-oil yakılması, normal çalışmada linyit kömürü yakılması için dizayn edilen termik santrallerin hemen hemen bütün yirmidört saat föil-oil yakması ve bunun bir yıllık maliyeti akıl almaz ölçülere girmektedir. Isı bilançosu ve verimi önceden belli bir **değere** hesaplanıp sonra geriye giderek kömür girişine kadar rentabilite hesapları yapılan termik santraller için

enerji tasarrufu konusuna girmek komik olur. Halbuki şebekelerimizin gittikçe genişlemesi üretim kapasitelerinin büyümesi, yakıt ve işçilik ücretlerinin artması santrallerin en ekonomik şekilde işletilmesini zorunlu kılmaktadır. Santraller üzerindeki yükler, yakıt masrafı ve şebeke kayıpları minimum olacak şekilde tevzii edilebilirse yıllık tasarrufun milyarlar mertebesinde olacağı görülür. Bunun için bütün santrallerin ısı sarf artım eğrileri (Isı sarf eğrisinin türevi) santrallerin değişen işletme şartlarına göre (devredeki gruplar, revizyonlar v.s.) sık sık hesaplanıp santrallerin optimum yüklenmesi sağlanmalıdır. Günlük yük eğrisine göre yapılacak optimum yüklenme sabah yükleri ile akşam pik (puant) yüklerine göre ayrı ayrı belirlenmelidir, aksi halde sabahki optimum yük dağıtım ile elde edilen kazanç, akşamki kayıpların doğuracağı zararla ortadan kalkar. Bu sebepten günlük yük eğrisini takip ederek saatlik optimum yük dağılımını hesaplamak en uygun yol olacaktır. Bu esnada kayıpları minimuma indirmede büyük rolü olan, işletme kararlılığını sağlayan, gerilim dağılım nivosunu düzenleyen optimum reaktif güç dağılımını da hesaplamak gerekir.

Üretim merkezlerindeki enerji ekonomisiyle ilgili konu ancak bu alanda deneyimli uzman bir ekip tarafından ele alınmalıdır. Bu yazıda öncelikle şebeke kayıpları yönünden enerji tasarrufu ele alındı.

A- İŞLETMEDE TASARRUF

Bilindiği gibi enerji nakil hatlarında ve dağıtımda yıllık toplam işletme masrafları iki kısımdan oluşmaktadır :

- 1- Yıllık işletme masrafları
- 2- Kayıplara karşılık gelen yıllık masraflar

Hat kayıplarını minimuma indirmek için hesaplar sonucu uygun gerilim, uygun akım yoğunluğu, uygun kesit ve uygun güç değerlerini belirlemek gerekir. (Bak: EMO-1959 sayı 27, 28 Hüsamettin Ateş: Yüksek gerilim hava hatlarında enerji ekonomisi) Ancak yurdumuzda şebekelerin büyük bir kısmı kurulmuş ve dolayısıyla gerilim ve kesitler belirlenmiş olduğu için kurulmuş bu şebekeler-

de kayıpları minimuma indirme yolları sınırlı bir durum arz edecektir. Ancak burada mevcut gerilim değerleri değiştirilmeden minimum kayıpları veren akım yoğunluğu, kesit ve güç değeri yeniden hesaplanmalı ve kurulu şebeke buna göre mümkün olabildiği oranda değiştirilmelidir, örneğin minimum kayıp gücü halen taşınan gücün altında ise hattı çift devreye çevirmek uygun bir yol olabilir, önceden belirlenmiş zorlayıcı değerler gerilim, taşınan güçlere göre kesit tayini için devre adedi, izalatör tip ve adedi, direk tipi ve seri kondansatör ve diğer faktörler hesaba katılarak yıllık kayıpları minimuma indirilen bir işletme şekli elde edilmiş olur.

Yeni kurulmakta olan şebekelerde bu hesapların titizlikle yapılması gerekir. Çok yüksek gerilimli hatlarda kayıpları minimuma indirecek kesit için yukarıda belirtilen hesaplara Korona kayıp faktörünü de eklemek gerekir. Yılda 1000 saat civarında yağmur yağın bölgelerde 380 kV luk şebeke için korona kayıplarına göre kesit ve demet iletken sayısı belirlemek şarttır.

Bilindiği gibi hatlarda ve kablolarda kayıplar akımın karesi ile orantılıdır. O halde gerilim yüksek tutulup kesit de uygun seçilirse kayıplar minimuma iner. Bunun için örneğin yurdumuzda zaten büyük hata işlenerek çok kademelendirilmiş olan orta gerilim şebekelerinde (6,3 - 10 - 15 - 30 - 31,5 - 33 - 34,5 kV) küçük kademeleri (6,3 - 10 - 15 kV) zamanla ortadan kaldırıp, hepsinin yerine 34,5 kV'ü ikame etmek kayıp yönünden büyük tasarruf sağlayacaktır.

Kayıplar aynı zamanda yük faktörüne ve güç faktörüne de bağlıdır. Bu sebepten işletmecinin yük eğrisini çok iyi düzenlemesi gerekir. Güç faktöründe bire yakın bir değere getirmelidir. Kayıplar için güç faktörünün düzeltilmesi yani reaktif gücün karşılanmasında en pratik aracın kondansatör olduğunu biliyoruz.

Bu kompanzasyonu üç grupta toplamak mümkündür :

- a - Alıcılarda kompanzasyon
- b - indirici trafo merkezlerindeki reaktif kayıpları karşılayacak kompanzasyon
- c - iletim hatlarının reaktif kayıplarını karşılayacak kompanzasyon.

TEK halen alıcılara kondansatör ilavesi zorunluluğunu getirmekle kayıplar yönünde geç de olsa büyük bir tedbir almış oldu. Ancak memleketimizde tüketicilerin trafolarını kendi çektikleri gücün çok üstünde seçmeleri ve kondansatör batarya değerinin bu gücü göre seçilmesi, bilhassa reaktif güç rölelerinin arızalanması halinde (Malesef yerli rölelerin % 70'i arıza yapıyor) aşırı kompanzasyonlar doğurmakta, sayaçları ters çevirerek TEK'e büyük kayıplara mal olduğu gibi aşırı titreşim, harmonikler, ısınma doğurarak alıcının cihazlarının arızalanmasına ve kayıplara sebep olmaktadır. Binlerce dağıtım trafo merkezinde özellikle gece zayıf yüklerinde bu durumun

oluşmasının TEK'e neye mal olduğu anlaşılabilir. Bu problemin en kısa zamanda çözülmesi gerekir.

İndirici trafo merkezlerindeki trafoların mıknatıslanma ve kaçak reaktans reaktif kayıplarının da şimdiki kadar kompanse edilmemesi yurdumuzda işletmeciliğin ne durumunda olduğunu tipik bir örneğidir. Eğer 100 MVA gücündeki bir trafo merkezindeki bu kayıpların 14 M VAR civarında olduğu ve memleketimizde bu merkezlerin binler mertebesinde olduğu nazarı itibare alınırsa işin önemi kendiliğinden ortaya çıkar. Bu tarz çözüm sadece reaktif kayıpları değil, sanayi bölgelerini ve şehirleri besleyen indirici merkezler gelen gerilimdeki düşme ve salınımları da kompanse edecektir.

İletim hatlarının reaktif kayıplarını karşılamak ve dolayısıyla gerilim ayarını, yük akışını sağlamak ve bilhassa arıza ve kısmi devreden çıkmalarda işletmeyi ayakta tutacak stabil bir yük dağılımını temin etmek için şebekenin hesapla seçilecek uygun yerlerine statik veya senkron kompanzatorlar ve zayıf yükte çalışmalara karşı bobinler yerleştirmek gerekir. Bazı özel hallerde kompansatörle reaktans bobininin birlikte çalışması gerektiği de gözden kaçmamalıdır. Senkron kompansatörler yukarıda belirtildiği gibi aynı zamanda dinamik stabiliteyi de düzeltirler. Bunun için şimdilik Karakaya ve Atatürk Barajları generatörlerinin bir kısmının istenildiği zaman senkron kompansatör olarak çalışacak şekilde dizayn edilmesi geç kalınmadan temin edilmelidir. Bilhassa geceleri zayıf yüklerde hatlar kapasitif çalışır, bu esnada yük az olduğu için generatörlerin bir kısmı devreden çıkarılmıştır, işletmede kalan generatörler ise bu kapasitif yükü karşılayamayabilir. Bu durumda hidrolik santrallarda uygun miktarda generatörü senkron kompansatör olarak çalıştırmak gerekir. Batı şebekeleri için bilhassa en büyük sanayi merkezini teşkil eden İstanbul'un ihtiyacı olan reaktif gücü Anadolu enterkonekte şebekesinden veya Anbarlıdan (Santralin güç faktörü çok düşer 0,6-0,7) ya da Bulgaristan'dan temin etmek çok büyük kayıplara sebep olup, en uygun kayıplı çözüm İstanbul barajlarına yeterli büyüklükte bir senkron kompansatör bağlamaktır. Ümraniye'deki senkron kompansatör bu günün ihtiyacı için yok denecek kadar küçük kalmaktadır. Aynı sistem diğer büyük sanayi illerimiz olan İzmir, Ankara, Bursa için de düşünülebilir.

Enerji ekonomisinde çok yakın bir gelecekte ülkemizde trilyonlar mertebesinde masraflara mal olacak ve uzun süreli enerji kesintilerine sebebiyet verecek çok önemli bir probleme de değinmek gerekir. Şebekelerimizin kuruluş yılları 1950'lerde planlayıcıların dar görüşlülükleri sebebi ile 154kV'luk şebekelerde kısa devre kesme gücü 2500 MVA alındı ve disjonktörler (kesiciler) buna göre seçildi. Bu durum 1970'in ortalarına kadar devam etti. Kısa devre açmaları sırasında 1974'den itibaren tek tük disjonktör patlamaları görülmeye başladı, zira birçok santralin devreye girmesi ile 154kV şebeke kısa devre

kesme gücü büyümüşü, şimdi ise Karakaya, Atatürk Barajı, Elbistan ve diğer santrallerin devreye girmesi ile bu güç 5000 MVA'nın üzerine çıkacaktır. Sonuç olarak her kısa devre sırasında disjonktörler teker teker patlayacaklar ve yerine yenisi konması uzun zaman alacak, alıcı enerji kesintisine uğrayacaktır. Bu problemi çözmek için iki yol gözükmektedir. Ya trilyonlar mertebesinde masraflara girerek binlerce disjonktörü peyder pey yüksek kısa devre kesme güçlülere ile değiştirmek ya da şebekelerin kısa devre akımlarını bir takım tedbirlerle küçültmektir. Birinci yol şimdilik düşünülmez dahi, ikinci yol olan kısa devre akımlarının sınırlandırılması için kısa devre anında gerilimi düşürmek veya empedansları yükseltmek yegane çözümdür. Birinci şık stabilite dolayısıyla yapılmaz, ikinci şık için ise ünitelerin kendi empedanslarını büyütme yerine şebekenin kısa devrede empedansı büyük olacak şekilde enterkonnekte şebeke düzenlemesi gruplamalar yapılması veya uygun yerlere reaktans bobinleri sokulması, mümkünse trafolarla tersiyer sargıların kaldırılması gerekir. Bu önlemlerin alınması kurulmuş ve çok karışık olan şebekelerimizde pratik olarak imkansız gibidir.

Kısa devreler en çok (% 80 civarında) faz-Toprak kısa devresi olarak meydana geldiği için akımı düşürme amacı ile memleketimizde nötrü efektif (direkt) topraklı trafoların nötrünü empedans veya direnç üzerinden topraklamak tavsiye edilmektedir. Bu durumda izalasyon seviyesi (BİL) değişeceğinden binlerce trafo merkezindeki bütün parafudurlar değişecek, bütün kısa devre akımlarına göre seçilmiş ayar akımı sınırları yüksek olan röle ve akım trafolarının değişmesi icab edecektir. Ayrıca BİL seviyesi değişmesinden dolayı belkide şebekedeki kablolarında değiştirmek gerekebilir. Bu değişmeler bu günkü rayçillerle yine trilyonlara varan masraflara sebep olabilir. Aynı değişmeler orta gerilim şebekelerinde daha büyük masraflara sebep olacağı gibi, birde kurulmuş trafo binalarına bu direnç veya bobini yerleştirmek için yüz binin üstünde binayı yıkıp, yeniden inşaa etmek gerekecektir.

Bu problemi çözmek için yapılması gereken işlemler:

- 1- 380kV, 154kV ve 66kV trafo merkezlerinde bir trafonun haricinde diğer trafoların efektif nötrünün kaldırılması,
- 2- Bundan böyle şebekeye bağlanacak trafoların reaktansını büyük seçmek,
- 3- 154kV trafo merkezlerinde baraları iki kısma ayırarak nötrü reaktörleri bağlamak; icabederse bu şebekelere seri reaktör ilaveleri de düşünülebilir.

Yukarıda 1 ve 2 maddelerindeki tedbirler 380kV ve 154kV şebekelerin endüktans ve kapasitans değerlerini değiştireceğinden, bilhassa 380kV şebekelerdeki kesicilerin kontaklarındaki paralel direnç değerlerinin yeniden hesaplanması, tekrar kapamada (Reclosing) ark dei-

yanizasyon zamanlarının değişmesinin etüdünü zorunlu kılacaktır.

B - ÜRETİMDE TASARRUF;

Burada Termik ve Hidrolik santrallerin montajındaki ekonomik tedbirler konunun genişliği dolayısıyla ele alınmayacaktır. Yalnız yatırım masraflarında çok büyük ekonomi sağlayacak bu konunun EMO önderliğinde uzman elemanlardan oluşmuş bir komisyon tarafından ele alınması çok yararlı olabilir.

Dünyada 1960'larda şebekelerdeki izalasyon seviyesi (BİL) iki kademe düşürülmüş ve böylece şebeke yatırımlarında büyük tasarruf sağlanmıştır. Aynı yıllardan itibaren memleketimizde de bu kademe düşürülmesi için birçok yayınlar ve teklifler yapılmış (Bak; EMO Nisan 1966-Ramazan Doğramacı; EMO 196-197 Nihat Taylan-Yüksek gerilim Problemleri) fakat maalesef elektrik enerjisi, üretimi ile sorumlu yetkililer cihaz siparişi ve it-halatında bu konu ile ilgilenmemişlerdir. Sadece izalasyonu bir kademe düşürmekle ve sadece trafo maliyetlerinde % 19, trafo kayıplarında % 10, trafo empedanslarında % 14,8 ve trafo ağırlıklarında % 20 düşme ve bunlara ilaveten parafudur, ölçü trafoları, kesici maliyetleri, pylon ebatları ve izolator sayıları düşmesi ile sağlanacak ekonomi hesaplanırsa işin önemi ortaya çıkar. İşin affedilmez acı tarafı bu tasarruf 1960'lardan bu yana yapılabildi ve yılda sadece trafo olarak 15000 adet civarında montaj yapıldığı dikkate alınırsa kaybımızın ne mertebede olabileceği görülebilir. Eğer bundan böyle 154kV şebekeler için BİL seviyesi 750kV yerine iki kademe düşürülmüş 550kV (AEG firması 1957'de Tunçbilek termik santrali çıkış trafolarını deneme için 550kV BİL seviyeli yapmıştı, trafolar bu güne kadar hiç bir arıza göstermeden çalışmaktadır). BİL seviyesi ile 380kV şebekeler ise 1425kV BİL seviyesi yerine iki kademe düşürülmüş 925kV BİL seviyesi ile dizayn edilerek cihazları buna göre sipariş edilirse tasarruf edilecek yatırım masraflarının ve bunların faiz ve amortisman düşmelerinin ne büyük mertebelere varabileceği kolayca görülebilir.

Şebekelerimizin iletim hatları genellikle hala (154kV ve 380kV) 1950-1970 arası bir italyan firmasının aşırı kâr etmek amacı ile çift koruma iletkenli çatal direk ile yaptığı dizayn sistemi ile yapılmaktadır; mağnetik üflemler modern parafudurların, çok kısa açma zamanlı röle ve kesicilerin imal edildiği bu dönemlerde çift koruma hatına hiç gerek olmadığı, dış memleketlerdeki gibi çam tipi direklerin ve tek koruma telinin yeterli olduğu elektrik mühendisliği camiasınca bilindiği halde, bu konuda yetkili kimselerin yeni bir projelendirme külfetlerinden kaçınma çabaları karşısında enerji ekonomisinden bahsetmek komik olmaktadır. Yapılmakta olan ve yapılacak hatların binlerce kilometre olduğu düşünülürse işin önemi daha iyi anlaşılır.

Memleketimizde bakır üretimi yeterli olmadığı ve dışarıdan bakır ithal ettiğimiz bilinen bir gerçektir; buna göre:

1 -imal edilen bakır damarlı kablolar yerine aliminyum damarlı kablo imal etmek (örneğin diğerleri meyanda Avusturya tamamen Al damarlı kablo imal etmektedir).

2 - Her yıl monte edilen binlerce trafo merkezlerinde bakır bara yerine Al bara kullanmak (sadece her yıl 3000 civarında kurulan köy kasaba ve il trafo binalarında her biri için ortalama 200 kgr. bakır bara kullanılmaktadır).

3- Barajlar, termik santraller, büyük salt sahaları, fabrikalar ve benzeri tesislerde toprağa gömülen topraklama ızgarası bakır iletkenin yerine aynı kesite tekabül eden Al iletken kullanmak,

büyük tasarruf sağlayacaktır. Sadece Elbistan Termik Santral sahasının altına Polonyalılarca döşenen bakır topraklama ağının maliyeti gözönüne alınırsa işin önemi ortaya çıkar.

Dış memleketlerde çoktan kaldırıldığı halde memleketimizde köy, kasaba ve şehirlerde alçak gerilim şebekelerine parafudur konmaktadır. Memleketimizde hatta alçak gerilim panolarının içine dahi bu parafudurlar monte edilmektedir, aksi halde yetkili mercilerce bu panolar kabul edilmemektedir. Yüksek bina ve minareleri ihtiva eden köy ve kasabalarda alçak gerilim hatlarına şimdiye kadar yıldırım düştüğü görülmemiştir. Aynı zamanda arıza kaynağı olan bu 380 Volt parafudurların kaldırılması ile yapılacak yıllık yatırım masrafı tasarrufunun ne boyutlarda olduğu TEK'in ve diğer müesseselerin yıllık siparişlerinden görülebilir. Bu parafudurlar orta gerilim şebekelerinde de yanlış sipariş edilmektedir.

Şöyleki:

Bizim şebekelerimiz direkt (effektif) topraklı şebekelerdir, dolayısıyla toprak kat sayısı $\epsilon = 0,8$ 'in altındadır.

Buna göre parafudur nominal gerilimi:

$$\frac{U_{pn}}{1,10 \cdot U_n} = 0,8 \quad U_{pn} = 1,10 \cdot 0,8 \cdot U_n =$$

$$0,88 \cdot 34,5 = 30,36kV \approx 30kV$$

Bu formülden orta gerilim şebekelerimiz için en uygun nominal parafudur gerilimi (U_{pn}) olarak 30kV çıkmaktadır, oysa bu şebekeler için ihaleye çıkan müesseseler genellikle 35-36kV parafudur nominal gerilimi istemektedirler. Bu da hem fazla bir ödemeyi (büyük bir kısım döviz) gerektirmekte, hem de anılan parafudurun tam koruma yapamayacağını göstermektedir. Ayrıca orta gerilim dağıtım trafolarında trafolarla bağlanan 3 adet parafudur trafo maliyetinin 1/3 oranına yaklaşmaktadır. Bu trafolar yılda % 0,03 oranında arıza yapmaktadır. Bu trafolardan 40-50-63-100-160-250 kVA'ya kadar güçlerde koruyucu parafudur ilave edilmesi yıllık yıldırımların sebep olduğu arızalı trafo miktarı binde biri geçmeyecektir. Yıllık arızalanan (yıldırımdan dolayı) trafoların tamir masrafları ile bu trafolarla bağlanacak parafudur sipariş masraflarının karşılaştırılması büyük bir tasarrufu gösterecektir.

Köy, kasaba ve sanayi bölgelerinde uygun durumlarda beton veya demir direkli hat yerine kablo ile enerji iletilmesi büyük tasarruf sağlamaktadır; yıllık işletme, arıza ve bakım masrafları hiç yok denecek kadar az olan kablo iletiminin ömrü 50 yıldır ve demir veya beton direk ihtiva eden, dolayısıyla demir, izolatör, iletken, çimento, kum masrafları ve ömrü 20 yıl civarında olan şebekelere nazaran daha ucuzdur. Ancak ağaç direkli alçakgerilim şebekelerinde kablo döşenmesi yatırım masrafı yönünden başa baş olmaktadır, fakat burada da işletme ömrü ve bakım işçiliği nazarı itibara alınırsa kablo sistemi daha ağır basmaktadır. Buna ilaveten aynı uzaklığa aynı kesitte güç naklinde bakır damarlı kablo % 59 daha fazla, Al damarlı kablo ile % 30 daha fazla güç nakledilmektedir. (Aynı kabul edilir kayıp değerinde).

Sonuç olarak yukarıdan beri belirtilen işletme ve montajda alınacak önlemlerde trilyonlar mertebesinde enerji tasarrufu sağlanabilir. Bu önlemler yıllardan beri problemin içinde ve dışında bulunan elektrik mühendisleri tarafından bilindiği halde neden değerlendirilmemiştir? İşte bu husus çok yönlü bir irdeleme konusudur.