

## 7. teknik kongre elektrik enerjisi

### ENERJİ DAĞITIMINDA ENTERKONNEKTE SİSTEMİN YERİ VE KOCOK GOCLO ELEKTRİK SANTRALLARININ ENERJİ PLANLAMASINDAN ÖZEL GÖREVİ

*sami tolgay*

#### 1. GİRİŞ

Enerji sorunu, gıda sorunu gibi, dünya nüfusunun denetimsiz artması ve buna paralel olarak sanayinin ilerlemesi ile üzerinde önemle durulması gereken bir sorun durumuna gelmiştir. Doğa, kendi yarattıklarının devamı için çok gerekli maddeleri, bir sorun olmayacak biçimde bol miktarda vermiştir; hava, su ve çeşitli bitkiler gibi.

Uygarlığın hızla gelişmesi enerjiyi onun ayrılmaz bir parçası durumuna getirmiş olduğuna göre, insanın enerji gereksinmesini yeterince karşılayabilmek için çaba göstermesi doğal bir sonuçtur ve bu da gelişmiş ülkelerde şimdiden gözönünde tutulmaktadır. Kömür ve petrol rezervlerinin bitme tehlikesi karşısında, bir yandan nükleer enerjiyi pratik hale getirmek için çalışılırken öte yandan deniz suyunun hidrojenini yakıt gibi kullanma olanakları aranmaktadır. Sonsuz bir enerji kaynağı durumunda olan güneş enerjisi üzerinde de ciddi çalışmalar sürdürülmektedir.

Enerji üretiminde, üretim sistemi ve üretim ham maddesi ne olursa olsun, büyük hatta çok büyük birimli enerji santrallerinin daha rantabl, daha ekonomik oldukları bilinmektedir. Bugün 500 MW'lık birimler kolaylıkla yapılmakta ve 1000 MW'lık gruplar üzerinde çalışılmaktadır.

Bu büyük güçlü birimlerin sürekli ve tam yükte çalışmaları daha kârlı olduğundan, tam yük çalışma düzeyini düşürmemek için, üretim fazlası enerjinin ihraç edilmesi konusu ülkeler arasında bir rekabet haline gelebilecektir. Başka bir deyimle; büyük birimli, örneğin atom santralleri için enerji fazlasını ihraç etmek ekonomik yönden zo-

*Sami Tolgay, Sümerbank*

runlu olacaktır. Dolayısıyla elektrik enerjisinin alım ve satımında enterkonnekte sistemlerin önemi çok artacaktır, hatta uluslararası enterkonnekte sistemlerin bile tesisi gerekecektir.

Enterkonnekte sistemin gelecekteki önemini özet olarak böylece belirttikten sonra ülkemizde örgütlenmek te olan enterkonnekte sistem üzerindeki görüşlerimi belirtmek istiyorum. Dergilerden ve yayınlardan edindiğimiz bilgilere göre ülkemizin, örneğin 50 yıl sonrası hedef alınarak sap-tanmış, bir ana enterkonnekte sistem programı ve bu programı değerlendiren bir ön projenin var ol-madığı kanısı ortaya çıkıyor.

Türkiye Elektrik Kurumu'nun Haziran 1974 tarih ve 5 sayılı dergisinde Türkiye'nin enterkonnekte sisteme geçiş tarihçesini kapsayan değerli bir yazıdan alacağım bir paragraf bu kanıyı kuvvetlendirmektedir. Yazıda şöyle denilmektedir:

"Enterkonnekte sistemlerin gelişmesinde bütün ülkelerde görülen, sistemin ilk tesislerinin gerek-tikleri bölgelerde kurulması, sonra bunların çevresinde alt sistemler oluşturulması ve daha sonra ülke sistemini kurmak üzere bu alt sistemlerin birbirine bağlanması yada en büyüğünün çevresinde bağlanmaları gibi işler yurdumuzda da aynen görülmüştür.

tik tesisler daha önce de belirtildiği gibi 1952'de Kuzeybatı Anadolu bölgesinde kurulmuş, bunu Orta Anadolu, Batı Anadolu ve Çukurova bölgelerinde kurulan tesis ve alt sistemler izlemiştir. 1957 yılında Kuzeybatı ve Orta Anadolu alt sistemleri, 1963'de ise bu sonuncu sistem ile Batı Anadolu alt sistemi bağlanmış ve böylelikle ortaya çıkan sisteme "Enterkonnekte Sistem" adı verilmiştir."

Buradan anlaşılıyor ki bizde enterkonnekte sistem kavramı 1950'lerde kullanılmaya başlanmış ve 25 yıl içinde de doğal yollarla bugünkü duruma gelmiştir. Bundan sonrası için şimdiye kadar edinilen deneylerden ve bilgi birikimlerinden de yararlanılarak 50 yıl sonrasının gereksinmelerini karşılayacak güç ve nitelikte bir Türkiye enterkonnekte sistem projesi hazırlanır, bundan sonraki gelişmeleri olayların akışına bırakmamış oluruz. Şimdiye dek yapılan tesislerden amortisman sürelerini dolduranlar yenilenirken, yenisinin hazırlanacak bu uzun erimli projeye uydurulması sağlanırsa 50 yıl sonrasının koşullarına uygun güç ve nitelikte bir sisteme kavuşulması olanakları şimdiden sağlanmış olur.

## 2. BİR ENTERKONNEKTE SİSTEM NASIL OLMALIDIR ?

Enterkonnekte sistemin amacını: "Bir ülkenin coğ-rafi ve jeolojik koşullarının zorunlu duruma getirdiği doğal büyük enerji kaynakları ile o ülkenin büyük sanayi birimlerini ve bölgelerini birleştirecek üretici ve tüketici merkezler arasında elektrik enerjisini en az kayıpla, en güvenilir ve ekonomik olarak iletmektir" biçiminde özetleyebiliriz.

Enerjiyi sağlarken sanayii en ön planda tutmak zorunludur, çünkü sanayi ile enerji birbirinden etle kemik gibi ayrılmaz konulardır. Bir ülkede sanayi varsa o ülkede, özellikle elektrik enerjisi üretimi ileri düzeydedir yada tersinden; bol elektrik enerjisi sağlanabiliyorsa orada derhal sanayi de oluşabilir.

Sanayinin kalkınma hızına enerji üretme hızı uymazsa, sanayici elektrik enerjisi gereksinmesini kendisi karşılamak (otoprodüktör) durumuna düşer ve kuracağı elektrik santralını da, sonradan enterkonnekte sistemden enerji alabileceğini düşünerek kurulması kolay, ancak enerji üretimi, rantabilite hesaplarında daima en pahalı ve en son gelen Dizel-Jeneratör grupları ile, pahalı üretime yoluna gider. Nasıl olsa masraflar mamul maliyetine yansıtacağından ve kendisi zararlı çıkmayacağından, zararlar tüketicinin ve hükümetin bütçesine yüklenir.

Enterkonnekte sistemimizde, ülkemizin uzun bir dikdörtgen biçiminde olması ve ortalama iletim uzaklıklarımızın da büyük olması gözönünde tutulursa, yüksek gerilim düzeyimizi çok yüksek tutmak zorunda olduğumuz anlaşılır.

Ülkemizin coğrafi durumunu Fransa'ainki ile karşılaştıracak olursak ortalama iletim uzaklıkları bakımından bizimkinin daha uzun olacağı kolayca görülebilir. Buna karşılık ülkemizde en yüksek gerilim 380 kV olarak alınırken, Fransa'da bu düzey 750 kV olarak alınmakta hatta 1200 kV üzerinde çalışmalar yapılmaktadır.

Her ne kadar gerilim tesbitinde yalnız enerji kaybının önlenmesi faktörünü öngörmek, diğer ekonomik koşulları öngörmemek, anlamına gelmez ise de, daha ileriye düşünerek, gerilimi daima en yüksek tutmanın gerekli olacağı açıktır. Enerji kaybının önlenmesi enerji üretmek kadar önemli bir konu durumuna gelmiştir. Bugün, sanayisi ileri ülkelerde, enerji kaybını azaltmak için bir taraftan çok yüksek gerilim amaç olarak alınırken, diğer taraftan çok yüksek gerilimli doğru akımla enerji iletim yöntemleri üzerinde çalışılmaktadır. Hatta daha da ileri gidilmekte, mutlak sıfır dereceye kadar soğutma yöntemleri ile, iletkenlerin öz dirençlerini çok düşürerek aygıtlarda omik ısı kayıplarının ortadan kaldırulmasına çalışılmaktadır.

Şebeke ve hat kayıpları oranını X f ile gösterirsek aşağıdaki formül yüksek gerilim iletiminin önemini açık bir biçimde belirtmektedir:

$$Z f = \frac{R_0}{n^2 (R + Z) + R} \cdot K$$

Bu formülde n dönüşüm katsayısı, Rç yüksek gerilim hattı reaktansı, R alçak gerilim dağıtım sisteminin reaktansı, Z tüketicilerin paralel toplam reaktansı, K ise faz sayısına ve Cos<sup>2</sup>'ye bağlı sabit bir katsayıdır.

Burada görülüyor ki n dönüşüm katsayısı ne kadar büyük olursa f kayıp oranı bunun karesi ile ters orantılı olarak azalır.

Bilindiği gibi, n katsayısı birincil yüksek gerilimin, sabit olan alçak gerilime oranı olduğundan;

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

U yüksek gerilimi ne kadar büyük olursa f kaybı da yüksek gerilimin karesi ile ters orantılı olarak düşecek demektir.

Öte yandan enerji kaybını önlemenin yollarından biri de, bol enerji üretebilmektir. Dağıtım trafolarının ikincil devrelerinden tüketicinin dağıtım şebekesine verilebilen en yüksek sabit gücü P ile gösterirsek, ikincil uçlardan itibaren alçak gerilim dağıtım şebekesindeki enerji kaybı;

$$dP = P \cdot \left( \frac{R}{R+Z} \right) \cdot K$$

dir. Bu formülde, R dağıtım şebekesinin reaktansı, Z ise evvelki formülde olduğu gibi tüketicinin kullandığı aygıtların toplam paralel empedanslarıdır. Yani;

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \dots + \frac{1}{Z_n} + \dots$$

dır.

Buradan görüldüğü gibi dağıtım şebekesine kendi kapasitesi dışında aygıtlar bağlandıkça Z düşecektir. Bir fikir vermek için özel durum olarak tüketici aygıtlarının reaktanslarının ortalama olarak;

$$Z_1 = Z_2 \approx \dots = Z_0 \text{ kabul edersek,}$$

$$Z = \frac{Z_n}{n}$$

olur. Başka bir deyimle n müşteri sayısı kapasite dışı büyüdükçe Z empedansı düşecektir. 0 halde yukarıdaki kayıp formülünde Z empedansı küçüldükçe şebeke kayıplarının çoğalacağı, hatta Z = 0 olunca P enerjisinin dağıtım şebekesinde tümüyle ısı şeklinde kaybolacağını göstermektedir ki bu da şebekenin tam kısa devre durumudur ve akla uygundur.

Ayrıca dağıtım şebekesinde bulunan asenkron motorlar anma güçlerine ulaşabilmek için otomatik olarak frekans kayma oranlarını değiştirerek Z<sub>n</sub> reaktanslarını (enerji yetersizliği durumlarında) düşürürler. Dağıtım şebekesinde ne kadar çok asenkron motor bulunursa (dolayısıyla ne kadar çok sanayici müşteri varsa) Z toplam şebeke empedansı (verilebilen gücün sınır değerinde ve yetersiz olduğu durumlarda, kendiliğinden ayarlanarak düşecek) ve üretilen P enerjisi arttırılmadığı sürece, yukarıdaki dP kayıp formülüne göre verilebilen yetersiz gücün büyük bir bölümü dağıtım sisteminde ısı olarak kaybolacaktır.

Bu durum gösteriyor ki, asenkron motor kullanan sanayicinin enerji gereksinimi, ayrı bir dağıtım sisteminden verilmeli ve enerji gereksinimleri yeterince karşılanmalıdır.

### 3. ENERJİ GEREKSİNİMİ ve KÜÇÜK SANTRALLARIN ÖNEMİ

Sekizinci Dünya Enerji Konferansı tebliğlerinden edinilen bilgiye göre 1971 yılında bütün dünyada üretilen enerji 5 trilyon kWh'tır. Aynı yıl dünya nüfusu 3,5 milyara yakın olduğuna göre ortalama kişi başına yıllık üretim 1500 kWh dolayındadır. Oysa ki Türkiye'nin 1971 yılındaki ortalama kişi başına yalnız 300 kWh idi. Yine aynı konferans tebliğlerine göre enerji üretimi bütün dünyada yılda ortalama % 7 oranında artmaktadır, bu artış oranı dünya sanayi kapasitesindeki artışa çok yakın olup onunla paralel bir tempodadır.

Buna göre 1971 yılını başlangıç alırsak herhangi bir (1971+n) yılında dünyada kişi başına ortalama üretim

$$d_j = 1500 (1 + 0,07)^0$$

olacaktır.

Nüfus artış oranı Z A ve 1971'deki nüfusumuz 35 milyon olduğuna göre; 1971+n yılında nüfusumuz

$$H_n = (1 + 0,0A)^n \cdot 35 \cdot 10^6$$

olacaktır. 0 halde (1971+n) yılında ülkemizin o yılın dünya ortalamasına ulaşabilmesi için

$$P_n = 1500 (1 + 0,07)^n \cdot 35 \cdot 10^6 - (1 + 0,0A)^n$$

kWh/yıllık bir üretime kavuşması gerekir.

Nüfus artışımız ortalama X 2 olduğuna göre n=25 yıl, yani 1996 yılında:

$$(1996)^f = 1500 (1,07)^{25} \cdot 35 \cdot 10^6 - (1,02)^{25}$$

$$(1996)^P = 467 \times 10^9 \text{ kWh/yıl}$$

yıllık üretimimizin 1996'da 467 milyar kWh olması gerekmektedir. Oysa ki 1971 yılındaki üretim kişi başına 1500 kWh olmayıp 300 kWh olduğundan ülkemiz için X 7 artış hızının yeterli olmadığı açıktır, öyleyse yukarıdaki sonuçtan yararlanarak % B enerji artış hızının ne olacağını hesaplasak;

$$467 \cdot 10^9 = 300 (1 + 0,0B)^{25} \cdot 35 \cdot 10^6 (1 + 0,02)^{25}$$

eşitliğinde, B=X 14 olacağı görülür. Yaani 1996 yılında örneğin Romanya'nın aynı yıldaki üretim düzeyine varabilmemiz için onların X 7 artış hızına karşılık, iki kat bir artış hızı ile, yani X 14 ile enerji üretimimizi her yıl arttırmış olmamız gerekecektir (1971'de Romanya'nın üretimi kişi başına yaklaşık olarak 1600 kWh idi).

Revizyon duruşlarını gözönünde tutarak bir birimin ortalama tam yükte yılda 5000 saat çalıştığını kabul edersek 1996 yılındaki enerji santralleri toplam:

$$\frac{467 \times 10^9}{5 \times 10^3} = 9 \times 10^7 \text{ kW}$$

yani 90 milyon kW güçte olması gerekir. 1971 yı-

lındaki kurulu toplam gücümüz 2 milyon kW olduğuna göre, her yıl ortalama

90-2-3

-25"-----'^ milyon kW toplam gücünde ener-

ji santrallerini devreye sokmamız gerekecektir. Görülüyor ki enerji üretimi konusunda ülkemiz büyük çabaları gerektirmektedir. Bugün ancak Z 5'inden yararlandığımız 430 milyar kWh kapasite-  
deki su gücümüzü hızla hizmete hazırlamalıyız. Öte yandan toprak altında yatan milyarlarca ton linyit rezervlerimizi, kuracağımız büyük birimli ısı santrallerinde enerjiye çevirmeliyiz. Su ve ısı gibi ulusal enerji kaynaklarımız dururken herşeyi ile dışa bağlı atom santralleri tesis etme önerileri bugün ülkemiz için çok fantastik bir anlam taşır.

Büyük birimli su ve ısı santrallerinin kuruluşları 8-10 yıl gibi büyük zaman aralıklarını gerektireceğinden bu boşlukları doldurmak için kısa sürede kurulabilen küçük birimli enerji santrallerine gerek vardır.

Küçük birimli santrallerin iki önemli yararı olacaktır.

1. İlk planda büyük sanayinin gereksiniminin karşılanması şart olan enterkonnekte sistemi, (şehir, kasaba, köy gibi) küçük gereksinimi i tüketicilerden kurtarmak,
2. Enerji sanayinin ülkemizde gelişmesini sağlamak.

Yukarıda da belirttiğimiz gibi enterkonnekte sistemin ilk planda gelişmekte olan ve halen büyük enerji sıkıntısı çeken sanayimize tahsis edilmesi şarttır. Oysa ki bugünkü durumda tümüyle bunun tersi bir politika güdülmektedir. Köylerimizin elektrikleştirilmesi konusu enterkonnekte sistemin köye kadar uzatılmasına bağlıdır. Transforma-  
tör yapan firmalarımız TEK'in, İller Bankası'nın ve Köy İşleri Bakanlığı elektrikleştirme bölümünün verdikleri binlerce 30-40 kW gibi küçük güçlü köy tipi trafo siparişleri ile doludur.

Küçük güçlü enerji üretimi konusunda köyleri, ilçeleri hatta nüfusu 100 000 in altındaki kentle-  
rimizi kendi çevresinin olanaklarına bağlayarak küçük ve orta güçte santraller kurmaya teşvik edilmelidirler. Hatta bu küçük enerji kaynakları daha mütevazı olanaklarda tesis edilebilecek bölgesel enterkonnekte sistemlerde toplanarak bölge için daha yararlı ve ekonomik sonuçlar elde edilebilir. Bu bölgesel özerk enterkonnekte sistemlerden iyi örgütlenmiş olanlar, toplam üretimleri ile orantılı olarak, ana enterkonnekte sistemle, bir trafo aracılığı ile irtibatlanarak karşılıklı enerji alış verişinde sağlanır. Yalnız burada irtibat trafosunun, örneğin 5000 kVA güçten aşağı olmayacağı ve bunun içinde bölgesel enterkonnekte sistemin toplam üretim gücünün 25 000 kW dan aşağı olmaması gibi koşullar önerilirse hem ana enterkonnekte şebeke bugünkü (salkım saçak) durumundan kurtarılmış olur, hem de bölgesel enterkonnekte sistemlerle belli bir oranda irtibatlanmış olarak enerji alışverişi sağlanır.

Öte yandan bölgesel enterkonnekte sistemlerin, bölgelerde kurulacak küçük santrallerin kurulması ve işletilmesi konuları TEK'in denetiminde altın-  
da oluşacak anonim şirketler tarafından yürütülmesi, işin zorlukları bakımından, çok yararlı olur kanısındayım. Böylece TEK'in, büyük tesislerle ve ana enterkonnekte sistemle daha yakından uğraşması olanağı sağlanır, öte yandan bu anonim şirketlere o bölge halkının yatırım yapması mümkün olacağından tesislerin finansmanında da büyük olanaklar sağlanır ve bölge halkının küçük enerji kaynaklarını araştırıp ortaya çıkartmaları teşvik edilmiş olur. Vatandaşa kendi çevresinin olanaklarını değerlendirmede yardımcı olunur.

#### 4. KÜÇÜK SANTRAL BİRİM ve GEREÇLERİNİN YÜRÜMÜZDE YAPILMASI

Küçük santralleri, bir birimi 100 kW'dan 1500-2000 kW'a kadar olan ısı yada su birimlerinden örgütlenmiş santraller olarak kabul ediyoruz. Böylece, örneğin, 5000 kW kuruluş güçlü bir enerji santrali: 2x1500 kW + 2x1000 kW'lık dört birimin bir dağıtım harasında paralel çalıştırılması ile elde edilebilir.

Yukarıda sınırlandırdığımız güçlerde ısı ve su birimlerinin ülkemizde yapılabileceği inancındayım. Su-ve buhar türbinleri, prensip olarak klasikleşmiş ve ufak bir çabayla ülkemizin bugünkü sanayi düzeyinde yapılması olanaklıdır. Konu bir bütün olarak ele alınacak olursa önce ülkemizin yapısına uygun birkaç tip proje standartlaştırılır; Örneğin; 1500 kW güce kadar su türbinleri, 100-150-250-500-1000-1500 kW türbinleri içinde, 500-700-1000-2000 kW gibi kademeler düşünülebilir. Böylece herhangi bir bölgeye kurulacak santralın toplam gücü bu birimlerden örgütlenecek şekilde projelendirilir.

Bu standart tiplerin ülkemizin koşullarına en uygun biçimde olmasını sağlamak için teknik üniversitelerimizin düşünceleri alınır ve en iyi standart tipler için proje yarışmaları yapılarak ödül kazanacaklar arasında en uygun olan -bir bakıma ulusallık özelliğini kapsayacak olan- pratik tipler tesbit edilir. Seçilen tiplerin yapım projeleri o şekilde düzenlenir ki her bölüm ayrı ayrı sanayicilerimize ısmarlanabilir, ülkemizin küçük endüstri örgütlerine ısmarlanan parçalar kurulacak bölgesel montaj merkezlerinde toplanarak uzmanlar tarafından monte edilir, tamamlanan gruplar isteğe hazır olarak depolanır.

Gelişmiş ülkeler, büyük birimler yapmayı küçük birimler yapmaya yeğlediklerinden, endüstrinin görece boş kalan bu alanından işe başlamamız bize çok büyük olanaklar sağlar; enerji endüstrimiz filizlenmiş olur.

Ülkemizin en az 30-40 yıllık sürekli küçük güçlü santral gereksinimi hükümetin de teşvik ve desteği ile, bu endüstrinin sürekliliğini ve gelişmesini sağlayacağı gibi, bizden daha geri ve kalkınmakta olan Asya, Afrika ülkelerinden pazarlar bulunarak bu endüstrinin yaşaması garantilenir ve ülkemize büyük bir döviz kaynağı sağlanmış olur.