

*ABD'nin elektrik mühendisliği ğretiminde önde gelen kurumlarından Kettering University (Michigan) Elektrik ve Bilgisayar Mühendisliği Bölümü ğretim yesi Prof. Dr. Hüseyin Hızıroğlu yaz tatilinden yararlanarak Türkiye'ye geldi. İTÜ Elektrik Elektronik Fakültesi'nde IEEE PES Kolu organizasyonu ile iki konferans veren Hızıroğlu ile ABD'de "Kuzeydoğu Karanlığı" diye adlandırılan bir yıl önceki elektrik kesintisi olayını, enerji üretim sektöründeki yeni eğilimleri, nükleer enerji ve yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili gelişmeleri, hidrojen enerjisini ve mesleki alanımızda Türkiye'deki son olayları kapsayan bir söyleşi yaptık.*

*Söyleşinin yeni ve yenilenebilir enerjilerin ABD'deki son uygulamalarına ilişkin bölümünü sonrakı sayımızda yayımlayacağız.*

**- ABD'deki elektrik kesintisi dünyaya en ncmlı olaylar arasında yansdı. Siz bu olayı ABD'de yaşadınız. Bununla ilgili neler söylemek istersiniz?**

- Yanlış hatırlamıyorsam gecen yıl Ağustos'un ncyd. Kuzeydoğu karanlığı diye adlandırılan, elektrik sisteminin okmesi olayı yaşandı. Sebebi hala kesinlik kazanmış değil. Yalnız en son raporlara göre Ohio'daki iki enerji taşıma hattının aşırı yüklenmesi sebebiyle hatların sistem dışı bırakılması ve bunu takip ederek de diğer retim



## **Kettering University (ABD) đ ABD'deki Kuzey Doğu sonrasında iletim**

gruplarının, yani santrallerin yükü taşıyamaması nedeniyle sistem dışına çıkması ve bir domino olayı veya bir zincir reaksiyonu türünde 4.5-5 saat süren bir sreden sonra bütün Newyork, Kanada'nın Montreal bölgesinde, Toronto Őhrinde, Ontario eyaletinde, kismen Michigan eyaletinde ve Detroit'te bir elektrik sistem okmesi ortaya çıktı ve tekrar sistemi geriye getirebilmek aşağı yukarı 3-4 gün sürdü. Bunun önceden başlayan bir dizi uzun döneme yayılmış sebepleri vardı. Bir defa ABD'de 1990 yıllarında deregülasyon başlamıştı. Bu deregülasyon bařladđı zaman artık enerji satışı tekeller tarafından yapılmayıp birçok kurum tarafından yapılmaya başlandı. Tabii, bu yapılmış enerji sektöründe de tamamen serbest pazar ekonomisi hakim olmaya başladı. Dolayısıyla elektrik

almak için kim en yüksek fiyatı verirse üretici de o müşteriye elektrik aktarma yoluna gitti. Fakat sistemdeki hatlar, tekel döneminde göre tasarlanmış ve yapılmış olduğu için, bir benzetme yapacak olursak bir mahalle yolu birden bire ana bir arter durumuna dönüştü, büyük kamyonları nakletmeye başladı. Bir mahalle yolunun bunu kaldırması çok zordu. Aynı Şekilde enerji sisteminde de bu oldu. Hatlar tekel sistemindeki belirli bir enerji miktarının bir noktadan başka bir noktaya nakledilmesine göre tasarlanmış ve yapılmıştı. Fakat Şimdi o enerjiyi naklettiği gibi talep olduğu zaman başka uzaktaki bir mesafeye yüksek bir akım taşımaya başladı. Dolayısıyla hatlar, iki katına kadar giden aşırı yüklenmelere maruz kalmaya başladı. Doğal olarak bu durumda da hatlar devre dışı kalıyor. ─

**- Konuya biraz açılım getirilim uygun görürseniz, sadece üretim kısmı mı özelleştirildi? İletim hatları da özelleştirildi mi?**

- İletim hatları da serbestleştirildi. İletim hatlarının da bir sahibi oldu, iletim hattını bir şirket yönetiyor. Dolayısıyla üretici o hattan enerjisini nakledeken belirli bir payı da o iletim hattının sahibi olan şirkete ödüyor. O hattın bakımından, yapımından, işletmesinden ve her şeyinden o şirket sorumlu. O hattan kimler enerji naklediyorsa onlar o şirkete belirli bir pay ödüyorlar. Dolayısıyla bu hatlar aşırı yüklenme yapmıştı. ABD'de yeni enerji iletim hattı yapımı çok kısıtlı. Önümüzdeki on yıl içinde yeni enerji taşıma hatlarında yüzde 4,5 kadar bir artış beklenmekte. Yalnız

elektrik şirketleri yeni yöntemlerle yük akışını kontrol etmek durumunda kalıyor. Bunlardan bir tanesi hızlı anahtarlama yöntemleri ile yapılıyor. Bu hızlı anahtarlama yöntemleriyle aşırı yüklenen bir hattaki enerji, az yüklü bir hatta aktarılıyor. Yalnız bunların çok süratli olarak, belirli bir program ve protokol içinde yapılması gerekiyor. Bunlarda olabilecek aksaklıklar kuzeydoğu elektrik sisteminin çökmesi gibi sonuçlara sebebiyet verebiliyor. Temel olarak 2003 Ağustos ayında, iki hattın aşırı yüklenmesinden dolayı sistemde birden bire santrallerin devre dışı kalıp yükü karşılayamayışı sistemin yaklaşık 4-4,5 saatlik bir süreç içinde tamamıyla çökmesine sebebiyet verdi. Tabii bunun bir dizi etkisi oldu toplum üzerinde. Büyük şehirler karanlıkta kaldı, gece

sokağa çıkma yasağı getirildi, su pompaları çalışmadığı için suyun sağlığa uygun hale getirilememesi durumu ortaya çıktı. Dolayısıyla çeşmelerden su içilmesi yasaklandı. Şişe sulannı tavsiye ettiler. Bunun gibi bir dizi problemle karşılaştı toplum. 3-4 günlük bir kargaşa yaşandı. Sonra yavaş yavaş sistem de kendisini toparladı.

**- Burada teknik yaklaşımla ticari yaklaşımın bir çelişkisi varmış gibi geliyor. Hatların belli bir taşıma kapasitesi var ama ticari olarak bakıyorsunuz tüketicilerin talepleri doğrultusunda üreticiler bir yerden bir yere enerji iletmek istiyorlar. Fakat hattın kapasitesi sınırlı. Buna bir engel koymak lazım...**

## retim Üyesi Prof. Dr. Hüseyin HIZIROĞLU'na göre Karanlığı'nın nedeni serbestleştirme hatlarının yetersiz kalması

yeni enerji taşıma hattı yapılması için bir dizi problem var. Enerji hattının yaymış olduğu düşük frekanslı elektromanyetik dalgaların insan sağlığına olası zararları halkı bu konuda çok duygusal yaptı ve hiçbir şekilde yerleşim bölgelerinin yakınından yüksek gerilimli enerji taşıma hattı geçirilmesini istemiyor halk. Bölgede halk istemezse oylamaya sunuluyor. Oylama sonucunda da ret çıkarsa oradan hattı geçirmiyorsunuz.

**- Hatlar yeraltından mı gidiyor?**

- Çoğu havai hat. Dolayısıyla önümüzdeki on yıl içinde bu yüzde 4,5'lik hat artışı da aşağıya çekilecek. Yeni enerji taşıma hattı yapımı ABD'de oldukça güç bir durumda. Eldekilerle idare etmek gerekiyor. Eldekilerle idare etmek için de





- Yeni enerji taşıma hattı yapılırsa bunlar düzelebilir. Fakat yeni enerji taşıma hattı yapılması konusunda sınırlamalar çok fazla. Bunlardan en önemlisi halkın yeni hatların, yakınından geçmesine muhalif olması. Hatta öyle bir durum oluyor ki adam tarlasının üstünden hat geçmesini istemiyor. Çünkü mahsulüne etki edebilir endişesi içinde. Bazı yerlerde çok büyük elma bahçeleri var. Örneğin 200 hektarlık elma bahçesi vardı. Bir hat geçirmişler, elma ağaçları bodur olmasına rağmen belli bir seviyenin üstünde olması nedeniyle elektrik şirketi gelmiş, "Buradaki bütün ağaçları keseceksiniz" demiş. Çünkü elektrik hattına yakın durumda oluyor. Tabii ki bahçesinin üzerinden elektrik hattının geçmesini hiçbir elma bahçesi sahibi istemeyecektir. Bu tip problemlerle karşılaşıyor. Her ne kadar çiftçi ile elektrik şirketi orta bir yolda anlaşabilse bile bazen mahsulde yer kaybı nedeniyle bir miktar azalma söz konusu olabiliyor. Dolayısıyla yeni enerji taşıma hattın kurulması oldukça güçleşti. Ama kurulmayacak mı? Tabii ki kurulacak. Hiçbir zaman yeni hat kurulmayacak diye bir şey söz konusu değil. Yeni hatların inşası yapılacak. Yalnız istenenden, beklenenden az

**"Hatlar tekel sistemindeki belirli bir enerji miktarının bir noktadan başka bir noktaya nakledilmesine göre tasarılanmış ve yapılmıştı. İki katına kadar aşırı yüklenince devre dışı kaldı."**

miktarda olacağı için bunları süratli anahtarlamalarla, hızlı güç elektro-niği cihazları kullanarak hat yapımı en aza indirip sistemi de en verimli hale getirmeye çalışıyorlar.

**- Deregülasyon kelimesi yerine Türkçe'de serbestleştirme diyebilir miyiz?**

- Evet, serbestleştirme de denilebilir. Çünkü önce bir yönetmelik çerçevesi içerisinde elektrik şebekelerini tekel kurumlar yönetiyorlardı. Fakat şimdi tamamıyla serbest pazar ekonomisinde isteyen şirket bu işe de girmeye başladı. Aslında halk da istiyor bu şekilde olmasını, şirketler de. Çünkü önümüzde bunun başka örnekleri var. 1980'le-

rin ortalarında ABD'de havayolları serbestleştirildi ve uçak bilet fiyatlarında büyük ölçüde düşüşler görülmeye başlandı. Aynı şey 1980'lerde telekomünikasyonda yapıldı. Bilhassa yeni teknolojilerin de devreye girmesiyle, telefonla haberleşme ücretleri büyük ölçüde düştü. Telekomünikasyonda, yirmi yıl önceki fiyatların çok düşük miktarlarını bugün ödüyoruz. Aynı beklentiler enerji sektöründe de olduğu için bu serbestleştirmeyi hem halk, hem de enerji sektöründe ki kurumlar teşvik etti. Fakat şu an geçiş döneminde olması nedeniyle bazı sorunlar ortaya çıkıyor ama yine de bu sorunların çok düşük boyutlarda olduğunu söyleyebilirim. Kuzeydoğu karanlığı ciddi bir durumdu. Ama uzun yıllarda bir defa olan bir durumdu. Tabii böyle bir şeyin bir sefer olması da büyük bir problem olabilir. Ekonomik açıdan bakacak olursak bu birkaç günlük elektrik kesintisi milyonlarca dolar zarara sebebiyet verdi.

**- Serbestleştirmenin hava yollarında ve telekomünikasyonda ucuzlamayı sağladığını ifade ettiniz. Elektrikte ise tersine bilgiler var galiba...**

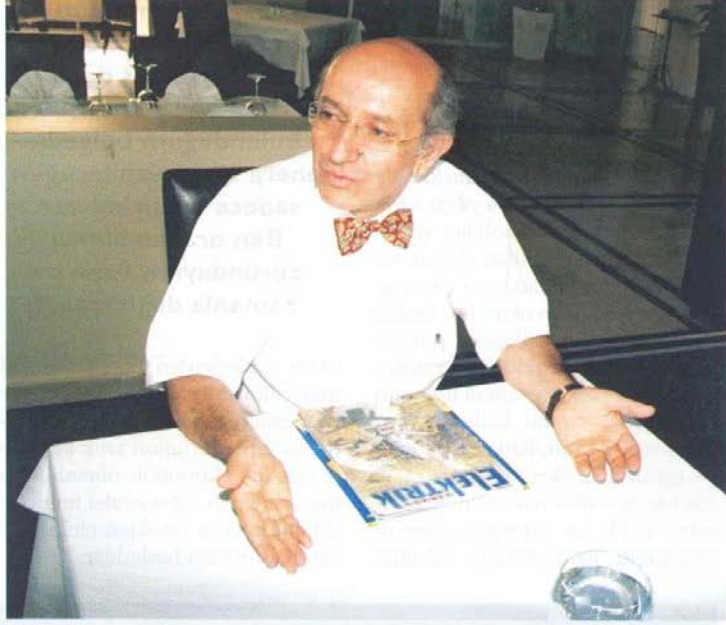
- Aslında en azından ben elektrik faturamda büyük bir değişiklik görmedim. Bazı durumlarda, mevsimsel olarak benim faturamda elektrik enerjisinin birim fiyatında düşmeler de olabiliyor.

**- Siz ABD'deki bir bireysel tüketici olarak enerji alacağınız yeri seçme şansına sahip misiniz?**

- Şu anda değil. Şu anda en azından benim bulunduğum bölgede bu imkân yok. Çünkü bir tek elektrik şirketi var. Yalnız yavaş yavaş yenileri girecek devreye. Birtakım söylentiler var, benim bulunduğum bölgeye de bir veya iki şirket girebilecektir. Şu anda benim olduğum bölgede başka bir seçenek yok. Bir tek şirket var ben oradan alıyorum. Ama yavaş yavaş bu durum gelişecek. ➤

- Bu şirketler hidrolik, güneş veya doğalgaz gibi muhtelif üretim dallarını mı kullanıyorlar?

- Evet. Örneğin, benim bulunduğum bölgedeki şirketin adı Consumers Energy... Oldukça büyük bir şirket ve bunlar uluslararası piyasalara giriyor. Hatta Türkiye'de bile bir elektrik şirketi açmayı planlamışlar. Fakat uluslararası atımlara çok tereddütlü bakıyorlar. Yabancı ülkelerin şartlarını, imkânlarını tam bilmiyorlar. Bu şirketin benim bulunduğum bölgede hidroelektrik santrali da var, nükleer santrali da var, doğalgaz santrali da var, termik santrali da var. Birtakım değişik enerji santrallerini bünyesinde bulunduruyor. Yalnız nükleer enerji santrallerinin yapımı 1976'da olan Three-Mile Island kazasından sonra çok büyük ölçüde düştü. Bu şirket 1978'de Michigan'da bir nükleer santral yapımına başlamıştı. Fakat 1982 senesinde nükleer santralin yapımını durdurmak zorunda kaldı. Çünkü çok pahalıya mal olmaya başlamıştı. Durdurduktan sonra bu santrali kojenerasyon ve buhar santrali haline dönüştürdü ve o bölgede bulunan dünyaca ünlü Dow Chemical şirketine aktardı santrali. Doğal olarak bu santralin dört yıl kadar süren bir yapım maliyeti olmuştu. Bu maliyeti 10-12 yıl içinde müşterilerinden elektrik faturalarına yansıtarak geri aldı. Sonra dediler ki 'bu santralin borcu bitti bundan sonra faturalarımızda ucuzlama göreceksiniz'. Nitekim elektriğin birim maliyeti düşmüştü. O zamandan sonra yeni bir nükleer santrale teşebbüs edilmedi. Fakat çalışmakta olan nükleer santraller var. Yalnız herhangi bir arıza olursa nükleer santral uzun bir süre devre dışı kalıyor. Anzası gideriliyor, bir dizi testlerden geçiyor. İşletmesi oldukça maliyetli olmaya başladı. Her ne kadar halen yakıtı, işletmesi en ucuz santrallerden olduğu söylenebilir de, herhangi bir arıza esnasında santral emniyet açısından derhal durduruluyor. Bakımı, arızanın giderilmesi, oldukça yüksek maliyetli işler. Bu nedenlerden dolayı ABD'de nükleer santral yapımı hemen durdurulmuş durumda.



**“Yeni enerji taşıma hatları yapılırsa durum düzelebilir. Ancak bu konuda çok fazla sınırlamalar var. En önemlisi ürünlerine zarar vereceği gerekçesiyle halkın yeni hatların yakınlarından geçmesine muhalefeti.”**

- İsterseniz nükleer enerji meselesine sonra girelim. Şimdi elektriğin ucuzlaması ve serbestleştirme olayına dönersek, siz bir tüketici olarak bir tek üretici kuruluştan alma hakkına sahipsiniz. O zaman bu serbestleşme anlamına gelmiyor, rekabet henüz yok...

- Tam olarak gerçekleşmiş durumda değil. 1990'larda başladı. Yavaş yavaş geliştiriliyor. Hepsini bir seferde yapamıyorlar. Şu anda benim bulunduğum Michigan eyaletinde elektrik üreten en az dört büyük kuruluş var. Bunların hala bölgesel sorumlulukları var. Bir kurum belli bölgeye elektrik veriyor. Diğer bir kurum başka bir

bölgeye elektrik veriyor. Fakat bu kurumlar birbirleri arasında elektrik alım satımı yapıyor.

- Devletin herhangi bir müdahalesi oluyor mu fiyatlar konusunda?

- Evet oluyor. Bazı eyalet yönetimleri maksimum satış fiyatı koyuyorlar. 'Bu fiyatın üzerinde elektrik satamazsınız' diyebiliyorlar. Nitekim bu California'da tepkiye yol açtı diyebilirim.

- Bu konuyu biraz açalım isterseniz. Şikâyetler hangi konularda oldu?

- 2001 yılında Ocak ayında California'da elektrik kısıntısı söz konusu oldu ki bu ABD'de düşünülebilecek bir olay değildi. Gece gündüz her yerde elektrik kullanılan, gökdelenlerin gece karanlıklarında ışıl ışıl yandığı bir ülkede, California gibi ABD'nin en modern eyaletlerinden birinde elektrik kısıntısı hiç düşünülecek bir şey değildi. Fakat eyalet, 2001 yılının Ocak ayında dönüşümlü kısıntıya geçti. Şöyle ki bir bölgede elektrik, diyelim saat 10'dan 11'e kadar kesildi, başka bir bölgede ise 11'den 12'ye kadar

kesildi. Elektrik kesintisi, bu şekilde kontrollü yapıldı.

Bunun doğal olarak ekonomiyi mali yükü büyük oldu. Sebebi de California'daki enerji yönetmeliklerinin çok sıkı olması. California eyaleti 1990'larda öyle birtakım kurallar çıkardı ki, örneğin 2004 yılına kadar sıfır emisyonlu otomobiller olacak dediler. Sıfır emisyonlu demek egzozdan hiçbir şekilde gaz çıkmayacak demek. Gerçekte bu hedefe ulaşamadı, ama ulaşmak için çalışmalar ciddi bir şekilde sürmektedir. Benzer şekilde 'enerji üretiminde nükleer santral kullanmayacağız, mevcut santrallerle idare etmeye çalışacağız' denildi. Son 20 sene içerisinde California'da enerji üretimine ciddi bir yatırım yapılmadı, eldekilerle idare etmeye çalıştılar.

**“Serbestleşme bütün eyaletlerde tam olarak gerçekleşmiş değil. Şu anda benim bulunduğum bölgede enerji satın alabileceğim sadece bir şirket var. Ben oradan almak zorundayım. Ama bu zamanla değişecek.”**

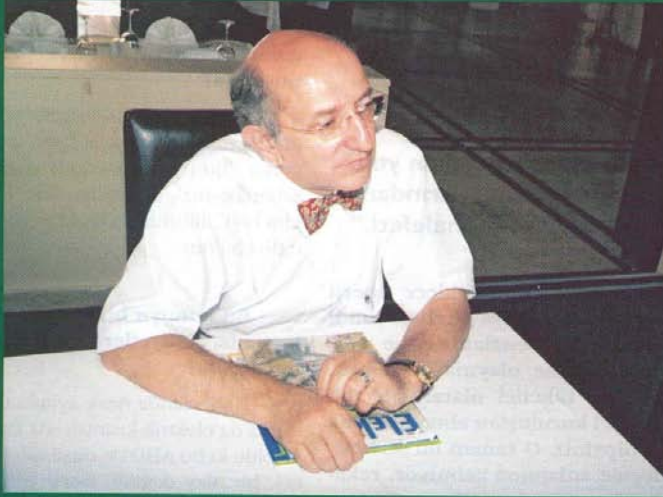
Civar eyaletlerden enerji satın almaya devam ettiler. Bilhassa serbestleşmeyle bu biraz da kolaylaştı. Fakat bu durumun artık kendileri için hiç ekonomik olmadığı sonucuna varan diğer eyalet üreticileri California'ya sattıkları elektrik fiyatını artırmaya başladılar.

Elektriği diğer eyaletlerden alıp California'daki kişilere satan aracı kurumlar var. Bu aracı kurumlar, fiyat artışını absorbe edemez duruma geldiler. Çünkü California'da eyaletin ön gördüğü bir satış üst sınırı var. Elektrikin maliyet fiyatı satış fiyatından fazla olmaya başlayınca aracı kurumlar borçlarını ödeyemez duruma geldiler ve iflas etmeye başladılar. Elektrik borcunu toplayamayan eyaletler California'ya elektrik vermeyi kestiler. Bu durumda da California'nın kendi enerjisi yetmeye başladı. Sonuç olarak da enerji kısıntısına gidildi.

**- Fiyat da arttı galiba bu arada...**

- Çok arttı. California'da önmüzdeki beş yıl için, 5 bin megavat-

## “Bütün gelişmiş ülkeler nükle



**- Nükleer santralleri ele alacak olursak ABD'deki nükleer santraller konusunda son yaklaşımlar nasıl?**

- ABD'de biraz önce de söylediğim gibi artık nükleer santrallerin yenileri yapılmıyor. Eskileri ise üç seçeneği olarak ele alınıyor. Birinci seçenek, elden geçirilip ulu-

sal atom enerjisi komisyonu tarafından sertifikalandırılıp yeniden kullanıma geçiliyor ki oldukça maliyetli bir iş, birkaç yüz milyon dolara mal oluyor. Ve risklerini, işletme maliyetlerini göz önüne alacak olursanız birçok elektrik şirketi bu işleme gitmeyi düşünmüyor. Diğer bir seçenek santralin kapatılıp o

şekilde bırakılması. Bir başka seçenek ise santralin kapatıldıktan sonra parçalanarak tamamıyla yok edilmesi. Tabii ki depolanacak. Çünkü radyoaktif bir ürün, bir yerde saklanması gerekiyor. Bunlardan birini yapmaya çalışıyorlar. Fakat birçoğu santralde kapatılıp bırakıyor en ucuz olanı bu. Kaldırılıp başka bir yerde depolanması yine nereden baksanız birkaç yüz milyon dolarlık bir iş. Bu nedenle ABD'de hiç kimse nükleer santrallara sıcak bakmıyor.

Dediğim gibi bir arıza yapması yaklaşık bir haftayla 15 gün, bazen bir ay kadar santralin devre dışı kalmasına neden oluyor ki bu çok büyük bir kayıp oluyor nükleer santral için, çünkü nükleer santraller çok büyük gücü üretiyorlar. Sisteme baz güç diye tabir edilen sürekli sabit gücü veriyorlar. Bir nükleer santral genellikle tek ünitesi olup bin megavat civarında gücü üretir. Nükleer santraller bilhassa 1976'daki Three-Mile Island kazası ve 1986'daki Çernobil olaylarından

lık bir enerji açığı ortaya çıktı. Belki beş altı tane büyük kapasiteli enerji santralına ihtiyaç var. Bugün yapımına başlansa asgari dört beş sene sürer, nükleer santral kurmaya başlansa 10-15 seneye kadar süren bir yapım zamanı olacak.

#### - Amerikalılar doğalgazı tercih etmiyor mu?

- Doğalgaz tercih ediliyor, kullanılıyor da. California yönetimi o yıllarda şöyle bir çözüme gitmeye başladı. Büyük santraller yerine 100, 150, 200 megavatlık küçük doğalgaz santralleri kuralım dendi. Termik santral California için yine düşünülebilecek bir şey değildi. Zaten varolan rüzgar enerjisi ise ağırlıklı olarak konuşuluyordu.

**“Büyük santral kavramı ABD’de yavaş yavaş ortadan kalkmaya başladı. Elektrik şirketleri de bunu kabul ediyorlar. 1980’lerde ortalama jeneratör-türbin grubu gücü 200-250 MW iken 90’larda 100-150 MW’a düştü.”**

#### - Sıkıntılı durumda devletin bir müdahalesi oldu mu?

- Bildiğim kadarıyla hiçbir müdahalesi olmadı. Zaten federal hükümetin, eyalet problemi olması nedeniyle bu tür konulara pek müdahalesi olmuyor. Ve bu enerji açığı

ğını komşu eyaletlerle, ve bilhassa da rüzgar enerjisi türünden yenilenebilir enerjilere ağırlık vererek enerji problemini çözmeye çalıştılar. Fakat elektrik fiyatı bir miktar arttı ve California en pahalı elektrik satan eyaletlerden biri oldu. Rüzgâr enerjisi California’da çok fazla kullanılıyor. 1980-1990 arasında yaklaşık 50 kilovattan 300 kilovata kadar binlerce rüzgar tribünü çalışmaya başlamıştır.

#### - Bunlar enterkonekte sisteme elektrik veriyor mu?

- Genelde ABD’de 10 megavatın altındaysa bağlanma şartı pek yok, ama bunlar zaten kendi aralarında birbirlerine bağlı olmaları nedeniyle enterkonekte

## er santrallardan vaz geçiyor”

sonra artık hiç kimse tarafından istenmiyor. Başlanmış olanlar durduruldu, kimisi buhar santralına, kimisi doğalgaz santralına dönüştürüldü. Artık ABD’de nükleer santral bitmiş bir teknoloji çeşidi olarak göz önüne alınabilir. Nükleer mühendisler iş bulamıyorlar, üniversitelerin araştırma merkezlerine ve bölümlerine öğretim üyesi olabilmek için müracaat ediyorlar. Nükleer santral işi yapan şirketler birçok eleman çıkartmak durumunda kalıyorlar. ABD’de şu andaki nükleer santrallerin durumu bu.

#### - Nükleerle ilgili iki konu var. Birincisi; kapatılıyor veya başka yere naklediliyor dediğiniz santraller. Atıklarla birlikte kapatılıyor. Atıkların zararsız hale getirilmesi için yeni yöntemler var mı?

- Birtakım çalışmalar yapılmakta fakat ne kadar zararsız hale getirilirse getirilsin yarı

ömrü 10 bin sene olan bir atık. Yarı ömrünü bin veya beş yüz seneye düşürseniz ne kazanacaksınız?

Şu anda korumaları çok iyi bir şekilde yapıyor. Örneğin, santrallarda derin kuyular, havuzlar yapıyor. Bunların içi su dolu. Suyun içine nükleer atık yerleştiriliyor. Üstünde de çok kalın beton kapaklar var. Burada nükleer atık korunuyor. Ama dediğim gibi bunun yarı ömrü 10 bin sene. Bu enerji teknolojisinin geçmişi ise 50 sene bile değil.

Bundan 50 sene sonra ne olduğumuz belli değil. Şu anda enerji üretimi bir geçiş döneminde. Yeni birtakım hamleler yapılmaya çalışılıyor. Bundan 10-15 sene önce bu kadar hamle yapılmıyordu. Şimdi çok ciddi hamleler yapılmaya çalışılıyor. Ve önümüzdeki 20-25 yıl içinde teknolojiler ciddi bir şekilde değişebilir. Bilhassa bu yakıt hücreleri bizim günlük yaşamımıza girecek olursa şimdiye kadar kullandığımız enerjinin yüzü tamamıyla değişecek.

#### - Nükleer enerjide yeni kuşak nükleer santral çalışmaları vardı, onlar ne durumda?

- Bu konu ile ilgili olarak ABD’de birtakım çalışmalar yapılmakta. Ama yine de ABD’de yaygın olarak kullanılacağına pek ihtimal vermiyorum. Ne kadar yeni geliştirme de yapılırsa bile atık yine meydanda. Atık üzerinde birtakım işlemler yapılırsa bile atık yine radyoaktif. Yarı ömrü 10 bin sene olmayacak da belki üç yüz sene olacak. Ama bu kadar süre içinde ne olacağını bilmiyoruz. Şu anda dünyanın sosyo-politik durumu da çok farklı. Dünya şu anda bir terör mücadelesi vermekte. Bunlar o kadar can alıcı şeyler ki... Kimsenin hiç haberi yokken, eskiden bir nükleer santral varmış orada, o nükleer santralin yerinde de başka bir şey bulunmakta, bir de atık havuzu var, havuzun ne olduğu belli değil, bin yıl sonra oraya birileri geliyor ve radyasyona maruz kalıyorlar. Bunlar olabilecek şeyler. Bu durumun sorumlusu kim olacak? Günü kurtar-

sisteme bağlanmış oluyor. O şekilde enerji açığını kapatmaya çalışıyorlar.

**- ABD'de enerji üretimi sektöründe son dönemde öne çıkan belirgin eğilimler var mı?**

- Artık büyük santral kavramı yavaş yavaş ortadan kalkmaya

başladı ve bunu elektrik şirketleri de kabul etme durumuna geldiler. 1980'li yılların başlarında büyük santrallarda birim jeneratör-türbin grubunun gücü yaklaşık 1400 megavattı.

Bu şimdi düşmeye başladı. 1980'lerde ortalama olarak jeneratör-türbin grubu yaklaşık 200-250 megavatken 1990'larda bu değer

100-150 megavata düştü. 80'li yıllarda yükseken 90'lı yıllarda düşüyor. Rüzgâr türbinleri olsun, güneş panelleri olsun, yakıt hücreleri olsun bunlar genelde düşük güçlü ünitelerdir. Dikkat edersem bunlar hep yenilenebilir türden enerji kaynakları ve bunlar şu anda çok teşvik ediliyor. Bunların kullanılması isteniyor.

mak tabii ki önemli, ama geleceği de hiçbir zaman göz ardı edemeyiz. Sorumlu olmamız gerekiyor.

**- Zaman zaman çocukların bir yerlerde bomba bulup ve onunla oyuncak gibi oynarken patlaması ve çocukların ölmesi gibi değil mi?**

- Aynen o şekilde. Halen Birinci Dünya Savaşı'ndan kalma mayınlar bulunuyormuş, kıyıya vuruyormuş ve kıyıda çocuklar, insanlar ölüyormuş. Nerdeyse yüz sene geçti üzerinden. Bu tip şeylerin artık bu modern çağda olmaması gerekir. Dolayısıyla nükleer santral, benim görüşüm, hiç düşünülmesi gereken bir konu.

**Sizin Türkiye'de bulunduğunuz sürede nükleer enerji de Türkiye gündemine girdi. Türkiye ve nükleer enerji konusunda neler söylemek istersiniz?**

- Öncelikle nükleer santral konusu beni gerçekten çok üzmekte. Bundan birkaç yıl önce yine böyle bir konu gündemeydi ve son anda nükleer santral ihaleleri durdurulunca ben gerçekten çok mutlu olmuştum. Türkiye gerçekten sorumlu davranarak nükleer santrali sokmamak için gayret etti. Fakat bu gelişimdeseyse maalesef düş kırıklığına uğradım. Basında bir santral değil üç santraldan bahsediliyor. Her bir santral yaklaşık 1000-1500 megavattlık olacak. Demek oluyor ki, toplam 3000-4500 megavattlık bir ilave güç elde edilecek. Bu da yaklaşık Türkiye'nin kurulu gücünün yüzde onu kadar

**“Yarı ömrü 10 bin yıl olan atıklar yüzlerce yıl sonra bile başımıza dert olabilir. ABD'de nükleer santraller artık bitmiş bir teknoloji. Nükleer mühendisler iş bulamıyor, üniversite araştırma merkezlerine girmeye çalışıyorlar.”**

bir güç olacak. Bir nükleer santralin yapımı 10-15 yıl sürecek. Bir tanesinin maliyeti en iyimser şekilde bakacak olursanız 3,5 milyar dolar ile 5 milyar dolar arasında. Üç santral ise 14-15 milyar doları bulacak. Ne zaman devreye girecek? 15 yıl sonra. Niçin girecek? Tahmin edilen yüzde on kurulu güç artımını sağlamak için. Benim görüşüm, nükleer santrallerin yaratacağı bu risklere, bu kadar küçük güç artımları için büyük paraları yatırarak girmenin hiçbir anlamı yok. Bütün gelişmiş ülkelerde nükleer enerji teknolojisi yavaş yavaş bırakılmaya başlandı. Diğer taraftan Türkiye'ye teknolojik katkısı da büyük olmayacak. Bazı kurumlar Türkiye'de nükleer santraller sayesinde nükleer teknolojiye aşina olunacağını söylüyor, bu benim pek aklima yatmıyor. Eğer nükleer teknolojiye aşina olmak isteniyorsa Türkiye'de nükleer araştırma merkezleri var. Bu araştırma merkezlerinde daha fazla projeler geliştirilip büyük atılımlar yapılabilir. Bunun için muhakkak suretle birkaç bin megavattlık nükleer santral kurmaya gerek yok. Çünkü bunların atık-

ları, bugün, yarın, 50 sene sonra 100 sene sonra, belki 500 sene sonra Türkiye'nin başına büyük dert olacak. Biraz sorumlu davranmamız lazım bu konularda. Nükleer enerji santralına harcanacak olan 14-15 milyar dolarlık yatırımın yarısı, temiz enerji kaynakları araştırmalarına ve geliştirmelerine harcansa, Türkiye en azından rüzgâr enerjisinden çok yoğun bir şekilde faydalanmaya başlayabilir, hidrojen enerjisinde otorite ve söz sahibi olup dünyadaki öncü ülkeler arasına girebilir.

Yine basında görüyorum, nükleer santrallerin yapılması için destekçi bazı sivil toplum örgütleri var ve bunlara gerçekten çok üzülüyorum. Bunlar Türkiye'nin entelektüelleri ve bilim kurumları... Bu konuları gayet iyi bilen kimseler, burası gerçekten üzücü bir nokta. Halk ise bu konuda çok fazla bilinçli değil. Nükleer santrali çok fazla tanımıyor, bilmiyor. Halkın artık şu aşamada konu hakkında bilinçlendirilmesi oldukça güç. Bazı yazılarda nükleer santrallerle ilgili bütün dezavantajlar ortaya konuyor. Fakat bunun yanında nükleer santral kurulacak olursa referanduma gidilmesi gerektiği söyleniyor. Halk bilinçsiz olunca böyle bir referandumda ne tür bir oy kullanacağı soru işareti olup şüphe götürecek bir durum ortaya çıkaracağından, ben bu tür söylemleri Türkiye açısından oldukça tehlikeli buluyorum. Diliyorum ki nükleer santral işi bir heyecanın sonucu olarak ortaya çıkıp kısa bir süre sonra, birkaç yıl önce olduğu gibi gündemden düşecektir.

### - Birim güç küçüldükçe verim düşüyor mu?

- Mesela 100 megavatlık bir üniteyle 1000 megavatlık bir ünitenin verimi aşağı yukarı aynıdır. Zaten elektrik makineleri, genelde çok yüksek verimle çalışan makinelerdir. Yüzde 85-90'lara varan hatta daha yüksek verimlerle çalışan makinelerdir. Termal sistemlere baktığınız zaman sistemin genel verimi zaten düşük. Ama elektrik makinesi tarafında büyük bir verim kaybı olmuyor. Jeneratör 200 megavattan 100 megavata düşünce verim yüzde yarım, ya düşüyordur ya düşmüyordur. Diğer husus da ABD'de elektrik şirketleri büyük santraller devrinin kapandığını kabul ederek evlere broşürler yollayıp "evinize bir türbin jeneratör grubu takmak ister misiniz?" diye sormaya başladılar. Örneğin, şu aşamada yakıt hücreleri yaygın bir şekilde kullanılamıyor. Pahalı, hidrojeni en ekonomik şekilde nasıl üreteceğimiz belli değil. En büyük problemlerden bir tanesi bu. Ekonomik olamıyorlar. Fakat en azından şu aşamada elektrik şirketleri, "evinizde nasıl olsa doğalgaz var, doğalgazla çalışan elektrik jeneratörü arzu eder misiniz?" diye evlere broşür yolluyorlar. Demek oluyor ki artık ister şebekeye bağlanırsınız, ister şebekeden çekmezsiniz kendiniz çalışırsınız. Henüz ters satış kavramı birçok yerde oluşmadı. Geriye satamıyorsunuz elektriği. Ama isterseniz "şebekeden çekersiniz, kendi jeneratörünüzü kullandığınız takdirde uzun dönemde ucuz mal edersiniz" şeklinde sunumlar yapıyor elektrik şirketleri. Tabii bu da düşük maliyetli değil, hala şebekeden elektrik almak yeni bir grup alıp evinize takmaktan daha ucuz. Ama en azından kavram olarak halka sunulmaya başlandı. Demek ki artık elektrik şirketleri de büyük yükler istemiyorlar. Diğer taraftan kalabalık şehirlerde örneğin Chicago veya Newyork şehir merkezinde diyelim ki McDonalds türünden bir lokanta açacaksınız veya bir kahvehane açacaksınız. Bu tabii elektrik istiyor. Sizin açmak istediğiniz yerdeki şebeke size elektrik verecek



Prof. Hızıroğlu ile yaptığımız görüşmenin bir bölümüne Prof. Dr. H. Nusret YÜKSELER (solda) ve Elektrik Yüksek Mühendisi Selçuk ESENDAL da katıldılar.

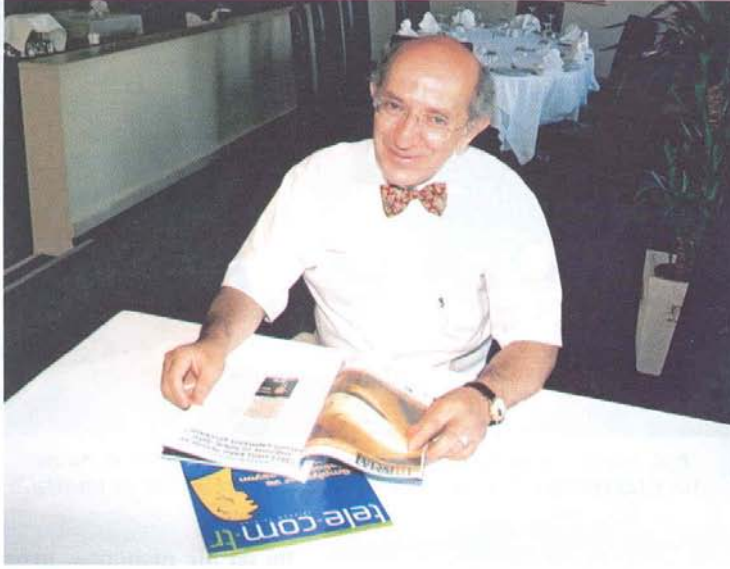
### "California'da önümüzdeki beş yıl için beş bin MW'lık bir enerji açığı ortaya çıktı. Belki beş-altı büyük kapasiteli enerji santraline ihtiyaç var. Bugün yapımına başlansa 4-5 yıl sürer"

kapasitede değilse size aynı hat çekmiyor. Diyor ki "Burada açabilirsiniz bu dükkânı, yalnız kendi enerjinizi kendiniz üreteceksiniz". Kendi enerjinizi kendiniz üretmeniz demek doğal gazlı bir jeneratör grubu alıp dükkânınıza takacaksınız, kendi elektriğinizi kendiniz üreteceksiniz. Yani kalabalık ve yüksek nüfus yoğunluğu olan şehir merkezi gibi yerlerde örneğin bizim İstanbul'daki Taksim veya Karaköy gibi yerlerde bir yer açacak olursanız size, "biz elektrik vermiyoruz siz kendi elektriğinizi kendiniz üretin" diyorlar. Yok, üretemezseniz bu dükkânı açamıyorsunuz. O zaman ne oluyor? Küçük enerji kaynakları için içine girmiş oluyor. Demek oluyor ki elektrik şirketi büyük bir üretim yapıp da o sorumluluğa, o yükümlülüğe girmek istemiyor. Biraz da kullanıcıya sorumluluk vermek istiyor. Bu büyük santral kavramı ABD'de yavaş yavaş artık devrini tamamlıyor.

- Bu da bir planlama, program gerektirmiyor mu? Tek tek küçük işyerlerinde ve konutlarda yaygın bir şekilde elektrik üretilmeye başlandığında ülkenin genel koşulları bakımından denetlemeye de alınması gerekmez mi?

- Bunlar belirli bir plan içinde yapılıyor. Bunlar daha bir iki senelik olaylar ve kullanım yüzdesi çok düşük. Ama en azından bir noktadan başlanmış durumda. Gelişimi ve yaygınlaşması 10-15 yıl sürebilir. Yine şu da unutulmamalıdır ki şebeke her zaman bulunacak, ortadan kalkmıyor. Ama artık şebekeye yeni yük bindirilsin istenmiyor. Amaç bu; şebeke yine duracak; yine o gücü üretecek; ama eski nükleer santraller devrini kapatmaya başlıyor. Yani, 10-15 yıl sonra eski nükleer santrallerin yerine başka santrallerin gelmesi lazım. Ne şekilde gelecek bunlar? Nükleer santral yapmayacağız. Yerlerine ne yapılacak? Kömür santralına birçok insan karşı. Doğalgaz santralleri için içinde kahyor. Yeni doğalgaz santralı yapılır belki, o da yine sınırlı bir şekilde. Bunların yerine yenilenebilir enerji kaynakları ortaya çıkıyor ve bunların üzerine büyük araştırmalar yapılıyor. Küçük ve büyük şirketler araştırmalar yapıyor. Örneğin, otomobil şirketleri, General Motors, Ford, Daimler-Chrysler- ➤





ler, Honda, Toyota gibi şirketler, yakıt hücreleri araştırmalarına büyük paralar harcıyor. Hükümetler, eyaletler yakıt hücreleri için büyük destekler, teşvikler veriyor. Örneğin, hidrojen enerjisiyle çalışan yakıt hücrelerine halk pek sıcak bakmıyor. Sebebi hidrojen kullanması. Hidrojen dendiği zaman halk arasında akla ilk gelen şey hidrojen bombası. Halk bilinçsiz bu konuda. Dolayısıyla, halkı bilinçlendirmek için birtakım programlar geliştiriliyor. Bunda da üniversiteleri görevlendiriyorlar. Örneğin bizim üniversitemiz, yaklaşık 1,5-2 milyon dolarlık bir proje aldı eyaletten ve federal hükümet Ticaret Bakanlığı'ndan. Bu paralarla yeni bir yakıt hücresi merkezi kurulacak. Ve öğrenciler yakıt hücreleriyle hidrojen enerjisi hakkında bilgilendirilecek. Bu kişiler mezun olup iş yerlerine gittiği zaman yakıt hücrelerinden, hidrojen enerjisinden bilgilendirilmiş elemanlar olarak orada çalışan kişileri de bilinçlendirip hidrojen enerjisinin yaygın olarak ilerde kullanılmasını sağlayacak. Yani bir de eğitim bileşeni var bu işin içinde. Halkın eğitimi çok önemli. Aksi takdirde istediğiniz kadar yeni bir teknoloji geliştirin halk kabul etmediği müddetçe siz onu piyasaya sokma durumuna gelemiyorsunuz.

**“Derginizde çok güzel yazılar çıkıyor büyük bir zevkle okuyorum. Bu yıl 25. yılınızı kutlamanız sizin için bir onur vesilesi. Yayın grubunuzun diğer dergisi tele.com.tr de Kaynak Elektrik kalitesinde, çok güzel hazırlanmış.”**

**- ABD'de yaşıyor ve çalışıyor olmanıza rağmen Türkiye'yi sürekli izlediğinizi biliyorum. Yine Türkiye'ye geldiğiniz bir yaz tatilinde ve bir kaç önemli olay yaşandı. Bir nükleer enerji meselesi Türkiye'nin gündemine girdi. Tren kazası yaşadık. Bunlarla mesleğimiz ve sektörümüzle ilgili Türkiye'de gelişen son olaylar hakkında yorumlarınızı alabilir miyiz?**

Ben de kısa bir süre önce trenle Ankara'ya gitmiştim. Türkiye'ye geldiğim zaman, en emniyetli taşımacılık aracı olduğunu düşündüğüm için, tren varsa trenle giderim. Fakat en son gidişimde hızlandırılmış diye tanımlanan treni tercih etmemiştim. Sebebi, tren hızının 140 km olması. Otomobilde bile 140 km hız yaparken gayri ihtiyari hız nedeniyle geri-

lime giriyorum. Demiryollarımızın da bu yüksek hızlarda hizmet vermeye henüz yeterli olmadığına inanıyordum. Çünkü, demiryolları, temel olarak, yıllardır aynı demiryolları. Başka bir ekspresle Ankara'ya gittim. Trenin vagonlarında hız göstergeleri var. Trene ne zaman binsem bu hız göstergelerine bakarım. Bu sefer rekorumu kırdım. Tren 137,8 km hızla gidiyordu. Gerçi düz bir bölgeydi ama ne olursa olsun o kadar hızlı geldi ki bana, 'inşallah biraz sonra yavaşlar' dedim. Biraz sonra tren neyse ki yavaşladı, 91 km'ye düştü. Ama bu tren hızlandırılmış tren olmamasına rağmen İstanbul-Ankara arası 6 saat 26 dakikada katetti. Bu ekspresle hiç bu kadar hızlı gitmemiştim ve bu bir hızlandırılmış tren değildi. Nitekim hızlandırılmış trende ise bu çok üzücü istenmeyen raydan çıkma kazası oldu ve birçok yurtaşımızı kaybettik. Gerçekten çok üzücü oldu. Tabii dönüşte İstanbul'a otobüsle geldim. Bunlar gerçekten çok üzücü. Çok ani kararlarla ortaya çıkarılmış projeler. Aslında bu tip projelerin biraz olgunlaştıktan sonra yapılması gerektiğine inanıyorum.

**- Çok teşekkür ediyorum, bize zaman ayırdınız. Her görüşmemizde olduğu gibi bu kez de yeni bilgiler edindik.**

- Bu imkanı verdiğiniz için ben teşekkür ederim. Derginizde çok güzel yazılar çıkıyor. Büyük bir zevkle okuyorum. Tebrik edilecek bir çalışma. Bu yıl da tahmin ediyorum 25. yılınızı kutlayacaksınız. Bu da ayrıca sizin için bir onur meselesi. Böyle bir dergiyi 25 yıl götürülebilmek hiç de kolay değil. Sizi bu konuda tebrik ediyor ve başarılarınızın devamını diliyorum.

Yayın grubunuzun diğer dergisi 'telekom.tr'de yine 'Kaynak Elektrik' kalitesinde, çok güzel hazırlanmış. Sayfalara göz attığımızda kalitesi ortada, bu çok açık. Bir iki yazı okudum gayet güzel hazırlanmış. Baskısı çok mükemmel, ilan reklâm düzeni yerinde yerleştirilmiş. Oldukça güzel bir mecmua. Bu bakımdan yine sizi kutluyorum. ●