

Türkiye enerji sektörü için bir yatırım planlaması model çalışması: TÜRKİYE ENERJİ MODELİ

Kemal İnan

10.Dünya Enerji Konferansında, Türk Organizasyon Grubu tarafından Boğaziçi Üniversitesine yaptırılan ve konferansta da "Türkiye için Bir Enerji Modelleme Sistemi" ismi altında özeti sunulan çalışma, bir yuvarlak masa toplantısında tartışıldı. Konferansa katılan çeşitli ülkelerin uzmanlarından oluşan bu yuvarlak masa toplantısında, ilk önce çalışmanın ana çizgileri Doçent Dr.İbrahim Kavrak tarafından sunuldu. Daha sonra panel üyeleri görüş ve eleştirilerini açıkladılar ve bunun ardından da toplantıya katılanların yazılı olarak sordukları soruları, çalışmanın yöneticisi Dr.Kavrak yanıtladı. Daha önce 20 Haziran 1977 tarihinde, "Türkiye Enerji Modeli" ismi altında sunulan bu çalışma Ankara'da yapılan bir panelde eleştiriye açılmıştı (Bakınız: Elektrik Mühendisliği, 248/Agustos 1977 s.350-355).

Enerji konusunun elektrik kısıntılarının güncel olduğu bir dönemde ne denli ilgi çekeceği düşünülürse, Türkiye Enerji Modeli isimli çalışmanın başında yer alan yankılarına şaşmamak gerekir. Bu yankıların, çoğu kez, çalışmanın niteliğini ve özünü eksik veya yanlış olarak yansıttığı da bir gerçek. Bu gerçekten hareket ederek, yazımızda, ilk önce Türkiye Enerji Modeli isimli çalışmayı kısaca tanıtmayı ve daha sonra da modele yö-

Kemal İnan, Y. Prof. Dr., ODTÜ.

neltiren çeşitli eleştirileri temel bir çerçeveye oturtarak sunmayı uygun gördük. Böylece okuyucuya, bu çalışmanın özünü daha iyi tanıtabilmiş olmayı umuyoruz.

TÜRKİYE ENERJİ MODELİ NEDİR ?

Türkiye Enerji Modeli, Türkiye'deki enerji sektörü için hazırlanmış bir yatırım planlaması modelidir. 3'er yıllık 8 süreyi -toplam 24 yıl- kapsayan bir zaman aralığı içinde enerji tüketim talebini karşılayabilmek için belirli bütçe kısıtlamaları altında ve bir amaca yönelik olarak, yatırım ve işletme kararlarını çözümlenmektedir bu model. Enerji talebi; sanayi, ulaşım, konut ve tarım olmak üzere 4 ayrı sektörün tüketim taleplerinden oluşmaktadır.

Modelde tüm sektörlerin tüketim talep tahminleri, enerji tüketiminin "gayri safi milli hasıla" (GSMH) ile ilişkisi kullanılarak ve çeşitli enerji türlerinin zaman içindeki tüketim artışlarının ilerki yıllara projeksiyonu alınarak elde edilmiştir. Bu konu, sonuçların irdelenmesinde önemli rol oynayacağından, Türkiye Enerji Modeli isimli çalışmanın raporundan sanayideki enerji talebinin tahmin yöntemini aynen izleyelim: "Sanayi sektörünün yakıt ve enerji talebi iki değişik yoldan tahmin edilmiş ve sonuçlar birleştirilmiştir. Yöntemlerden biri GSMH'nin gelişmesine dayandırılmıştır. Bir baz yılın gerçekleşmiş sanayi enerji girdisi ile sanayinin GSMH içindeki payı oranlanmış ve bu oran ilerki yılların GSMH tahminlerine uygulanmıştır. Ayrıca, sanayide kullanılan yakıtların ilerki yıllara tek tek projeksiyonları yapılarak bu yakıtların kalorifik değerlerinden toplam enerji talebi hesaplanmıştır. Toplam enerji talebi ile yakıtların toplam arasındaki fark 'ikame edilebilir enerji' olarak belirlenmiştir." Bu açıklamadan görüleceği gibi gelecek için yapılan sanayideki talep tahminleri, bugünkü talebe ve bu tüketim artış hızlarına dayandırılmaktadır. Diğer bir deyişle, talep tahminleri, bir ana planın belirleyeceği enerji gereksinimleri yerine bugünkü talep artış hızlarına ve GSMH içindeki oranlara bağlı olmaktadır. Rapor'da, diğer sektörler için de benzer tahmin yöntemleri uygulandığı belirtilmektedir.

Modelde birincil enerji kaynakları olarak linyit, kömür, ham petrol, doğal gaz, nükleer yakıt, turba kömürü, bütümlü şist, asfaltit, odun, tezek, su, jeotermal enerji, güneş enerjisi ve rüzgar enerjisi öngörülmektedir. Bunlardan, gerekirse; kömür ve linyit için ithal ve ihraç; ham petrol, doğal gaz ve nükleer yakıt için ithal olanakları tanınmış, diğer tüm kaynakların yerli olma koşulu kabul edilmiştir. İkincil enerji türleri ise, petrolden elde edilebilecek sıvı yakıtlar; kömür, linyit veya yakıt yağından elde edilebilecek gaz yakıtlar; elektrik ve elektrik üreten santrallerden veya jeotermal kaynaklardan elde edilebilecek merkezî ısı olarak belirlenmiştir.

Enerji çevrim teknolojisinin ayrıntılı bir şekil-

de yer aldığı belirtilen modelde çevrim kademele-ri: yakıt çıkarma; rafinasyon; yakıt enerji iletimi; birincil, ikincil ve kullanıcı çevrimi olarak belirlenmiştir. Özellikle kullanıcı çevrim veriminin zaman içinde değişebilmesinin modelde yer alması ile teknolojik gelişmelerin enerji tasarrufuna yardımcı olacak bir şekilde modelin kapsamında olduğu görüşü çalışmanın raporunda açıklanmaktadır.

Modelde yer alan tesisler: elektrik üretim ve iletim tesisleri, rafineriler, çeşitli yakıt (petrol, kömür vb.) çıkarma tesisleri, merkezî ısı tesisleri, gazhaneler ve güneş ve rüzgar enerjisi tesisleri olarak özetlenebilir. Bu tesisler spesifik ve gruplandırılmış tesisler ismi altında iki bölümde düşünülmüştür. Spesifik tesisler, yatırım hacimleri büyük sayılabilecek, etüdlerinin yapılmış olduğu ve özelliklerinin bilindiği ifade edilen tesisler olarak belirlenmiştir. Örneğin, Karakaya, Karababa, Altınkaya ve Gököy su santralleri projeleri ile Çan ve Elbistan linyit santralleri projeleri, modelde spesifik tesisler olarak yer almaktadır. Spesifik tesislerin ilk hizmete girişteki üretim kapasitelerinin belirlendiği varsayılmış ve değişken olarak da ilk işletmeye giriş dönemleri ve işletmeye girdikten sonraki kapasite genişletme programları alınmıştır. Spesifik tesislerin dışında kalan tesisler de gruplandırılarak birim kapasite yatırım maliyetleri için belirli ortalama değerler alınmıştır.

Modelde yatırımlarla ilgili teknolojik ve parasal kısıtlar yer almaktadır. Teknolojik kısıtlar, kurulacak tesislerin özelliğine göre, zaman içinde kapasite artış hızlarına tavan sınırları koyarak belirlenmiştir. Öte yandan enerji sektöründe yapılan harcamaların toplamının yaklaşık GSMH'nin % 10'u olduğu olgusundan yola çıkılarak ve bu oranın gelecekte değişmeyeceği varsayılarak bütçe kısıtları konmuştur. Bütçenin dövizle ödenmesi gereken bölümüne ayrıca kısıtlar getirilmiştir. Teknolojik ve parasal kısıtların yanı sıra, bilinen birincil kaynak rezervlerinin tükenmesi ile ilgili kısıtlar da modelde yer almaktadır.

Yatırım kararlarının iki değişik türden amaca yönelik olarak hesaplanabilmesi için, iki ayrı amaç fonksiyonu tanımlanmaktadır. En aza indirgenmesi amaçlanan bu fonksiyonlardan ilki; 24 yıllık süre içinde toplam yatırım ve işletme harcamalarının bugüne indirgenmiş değeridir*. Harcamalar 3 bölümde düşünülmüş, bunlar da; yakıt ithali için ödenen döviz, yatırımlar için gereken ithalat döviz ve yatırımlar için ödenen yerli para olarak belirlenmiştir. Amaç fonksiyonunda yer alan bu üç tür harcamaların herbiri ayrı ağırlık katsayıları ile çarpılmış ve böylece dış dövizle olan bağımlılığın amaç fonksiyonunda yansıtılabildiği raporda belirlenmiştir.

* "Bugüne indirgenmiş değer" gelecekteki harcamaların belirli bir iskonto haddine göre bugünkü değeridir, örneğin 10 yıl sonraki 1 milyon TL'lik bir harcamanın \$ 10 iskonto haddine göre bugünkü değeri $10^* \cdot 1/(1+0.1)^{10} = 385,543$ TL olarak hesaplanır.

Modelde kullanılan ikinci amaç fonksiyonu, toplam birincil enerji girdilerinden oluşmaktadır. Özetlenirse bu amaç fonksiyonu ile problem, enerji talebinin, birincil enerji kaynakları yönünden en ekonomik şekilde karşılanabilmesi veya diğer bir deyişle; enerjinin, birincil kaynaklardan tüketiciye, kayıpları en aza indirgeyecek şekilde yansıtılabilmesi olarak tanımlanmaktadır.

Yatırım planlaması doğrusal bir amaç fonksiyonunun çeşitli doğrusal kısıtlar altında en aza indirgenmesi biçiminde bir matematiksel programlama problemi olarak sunulmaktadır. Ancak spesifik tesisler olarak isimlendirilen tesislerin modelde yer alması, bazı değişkenlerin tamsayı olması kısıtlarını getirmiş ve böylece problem bir karışık tamsayı programlama problemi olarak belirlenmiştir. Eğer spesifik tesisler de gruplandırılmış olsaydı, problem bir doğrusal programlama problemi-ne indirgenebilirdi. Gerek modelleme, gerek çözüm yönünden çok daha karmaşık ve zaman alıcı bir yöntem olarak bilinen karışık tamsayı programlama modelinin seçilmesi, çalışmacılar tarafından da raporda açıklandığı gibi şimdiki pek rastlanmayan bir uygulamadır. Bunun da temel nedeni enerji sektörü için makro düzeyde sayılacak bir problemin modellenmesinde bu tür ayrıntıya girilmesinde fazla yarar görülmeysi olsa gerek. Çünkü, zaten normal işleyen bir planlama çalışmasında uygulamaya yönelik ayrıntılı çözümler ayrıntılı alt sektör modellerinden elde edilecektir.

Türkiye Enerji Modeli çalışmasının raporunda, karışık tamsayı programlama türündeki modelin Boğaziçi Üniversitesindeki UNIVAC 1106 bilgisayarının UNIVAC-FMPS yazılım paketinden yararlanılarak çözüldüğü açıklanmaktadır. Aynı raporda, verileri de açıklanan bir uygulamanın sayısal sonuçları çok kısa bir yorumlama ile birlikte verilmektedir. Daha sonra 10.Dünya Enerji Konferansına verilen bir ikinci özet raporda, verilerde yapılan bazı değişiklikler ile elde edilen yeni sonuçların özet eğrileri sunulmuştur.

TÜRKİYE ENERJİ MODELİ ÇALIŞMASI BİR ENERJİ POLİTİKASI OLUŞTURMADA NE ÖLÇÜDE ETKEN OLABİLİR ?

Bir ülkenin enerji politikasını, o ülkenin ekonomik politikasından bağımsız olarak düşünmek olanaksızdır. Bu nedenle Türkiye Enerji Modeli isimli çalışmanın kapsamı, bir enerji politikası oluşturmak için yetersizdir. Enerji politikasını oluşturacak en kritik kararlar, modelde değişken değil, veri olarak alınmaktadır, örneğin talep tahminleri, bütçe kısıtları ve yatırımlar ile ilgili maliyetler ancak ana çizgileri ile oluşmuş bir enerji politikası sonucu elde edilebilir. Birincil enerji kaynaklarının aranmasına ne ölçüde yatırım yapılacağı, çeşitli sektörlerin enerji gereksinmelerinin ne olması gerektiği*, çeşitli sa-

* Bu gereksinmenin ne olacağı, daha önce de açıklandığı gibi, büyük ölçüde bugünkü tüketim artışılarına dayandırılmıştır.

neyi dallarına (örneğin elektroteknik sanayii) yapılacak yatırımların enerji yatırımlarında ne ölçüde döviz tasarrufu sağlayacağı ve bütün bu tür kararların alınması sonucu enerji sektörüne nasıl bir bütçe ayrılması gerektiği sorunları, kanımızca enerji politikasının en temel sorunlarıdır. Bunun yanısıra, istenilen talebin oluşması için nasıl bir vergilendirme ve fiyat politikasının uygulanacağı da en az yatırım kararları kadar önem taşımaktadır. Bu çerçevede düşünülürse Türkiye Enerji Modeli isimli çalışma, olduğu varsayılan (kullanılan verilere bağlı olarak) bir enerji politikasının enerji yatırım planlamasını uygulamaya yönelik bir model çalışması olarak düşünülebilir.

Modelin kapsamı içine alınan, değişik enerji türleri arasında ikame olanaklarının tanınması, aslında enerji politikasını önemli ölçüde etkileyecek sonuçlar önermektedir. Ancak modelin, belki de enerji politikasına katkıda bulunabilecek tek özelliği olan bu özellik, eksik olarak ele alınmış ve yanlış ve aldatıcı sonuçların elde edilmesine neden olmuştur. Modelde, değişik enerji türleri arasında tercih kararları yalnız enerji üretim maliyetlerine ve kullanıcı tüketim verimlerine dayandırılmıştır. Örneğin, Türkiye Enerji Modeli raporundan yakın gelecek için sanayi sektöründe tercih edilen enerji türünün elektrik veya yakıt yağı yerine, linyit enerjisi olduğunu görüyoruz. Linyit üretiminin elektrikten daha ucuz olması bu konuda temel etken olmuştur. Elektrik üretiminde kullanılan en ucuz birincil kaynaklardan birinin linyit olduğu düşünülürse bu besbelli sonuca şaşmamak gerekir. Ancak sanayicinin linyiti tercih etmeye zorlanması pek ekonomik bir karar sayılmaz. Bu kararın ekonomik olabilmesi için linyit ve elektrik enerjisi üretim maliyetlerinin yanısıra, ilgili sanayi dalının bu iki değişik türdeki enerji ile ayrı ayrı birim üretim maliyetlerinin de hesaba katılması gerekmektedir. Gerçekçi bir enerji tercih politikasının saptanabilmesi için sanayi sektörü, birçok alt sektöre bölünmeli ve her sektör için değişik enerji türlerine göre birim üretim maliyetleri gözönüne alınarak o sektörün değişik enerji türlerine olan tercih katsayıları hesaplanmalıdır*. Özetlersek, yanlış veya aldatıcı sonuçlara neden olmaması için kullanılan enerji ikame yöntemi ya daha ayrıntılı ve doğru bir biçimde ele alınmalı, yada tümü ile modelden çıkarılmalıdır.

VE DİĞER ELEŞTİRİLER

Yukarıda özetlemeye çalıştığımız temel eleştirilerin yanısıra bazı ayrıntı olarak nitelendiremeyeceğimiz eksikliklere de değinmekte yarar var. Bunlardan ilki modelde kullanılan ve toplam birincil enerji girdilerinden oluşan amaç fonksiyonu ile ilgili. Daha önce de açıklandığı gibi bu amaç

* Bu tür bir yaklaşımın ayrıntıları için bkz: Pikler F., "Optimization of Decisions Concerning Long-Term Energy Supply", *Açta Oeconomica*, Vol.6 (1-2), s.87-105, 1971.

fonksiyonu ile talebin karşılanabilmesi için birincil kaynakların en verimli kullanımını yansıtan (en az enerji kaybına karşılık olan) çözümü elde edilmekte. Bu amaç fonksiyonunda para birimi yerine yalnız enerji birimi kullanılmakta, ancak dış ticaretle para biriminin kullanılma zorunluluğu düşünülürse bu yaklaşımda enerji ithal ve ihraç olanaklarının gerçekçi olarak yansıtılması olanaksız görünüyor. Modeldeki yaklaşım, tüketiciye az bir kayıpla yansiyabilecek her tür ithal enerjisini tercih etmek gibi yanlış sonuçlara varmaktadır. Türkiye Enerji Modeli raporundan görüldüğü gibi bu amaç fonksiyonu kullanıldığında, çözümlerin büyük ölçüde elektrik enerjisi ithalini öngörmesi bu yanlışı çok güzel örnekliyor. Kanımızca bu yanlıştın önüne geçmek için, raporda da önerildiği gibi, hem enerji üretim verimliliğini, hem de maliyetleri yansıtan bir karışık amaç fonksiyonu kullanmak gerekmektedir.

Modelde elektrik sektörünün ele alınışında da bazı eksiklikler gözümüze çarptı. Elektrik enerjisi yükünde güç ve enerji taleplerinin ayrı ayrı belirlenebilmesi için enerjinin yanısıra toplam ve zirve olmak üzere iki ayrı güç seviyesi tanımlanmış. Toplam gücün -belli bir yedekle- tüm santrallerin kurulu güç toplamından küçük olması, zirve gücün de su santralleri ile gaz türbinlerinin kurulu gücünden küçük olması biçiminde kısıtlar getirilmiş. Bu yaklaşımdaki yanlışı aşağıdaki basitleştirilmiş örnekte göstermeye çalışalım.

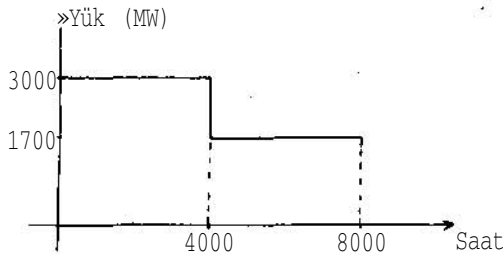
Şekil 1'deki yük eğrisinin verildiği örneğe modeldeki yaklaşım uygulanırsa;

$$\begin{aligned} \text{Enerji talebi} &= 18.8 \text{ milyar kWh} \\ \text{Toplam üretilebilir enerji} &= (1400 \times 32 + 2000) \\ &\quad \times 8000 \text{ MWh} \\ &= 19.6 \text{ milyar kWh} \end{aligned}$$

olarak hesaplanabilir. 0 halde % 4.25'lik bir enerji yedeği ile enerji talebinin karşılandığı görülüyor. Öte yandan modeldeki yaklaşımla;

$$\begin{aligned} \text{Toplam güç talebi} &= 3000 \text{ MW} < 3400 \text{ MW} \\ &= \text{Toplam kurulu güç} \\ \text{Zirve güç talebi} &= 1300 \text{ MW} < 1400 \text{ MW} \\ &= \text{Zirve kurulu gücü (Su} \\ &\quad \text{santralının kurulu gücü)} \end{aligned}$$

olduğuna göre belirli yedekler ile güç talebinin de karşılandığı görülmekte. Ancak bu örnek biraz



Taban santral (termik): Kurulu güç 2000 MW
Su santrali: Kurulu güç 1400 MW
Yük faktörü % 37

Şekil 1.

daha ayrıntılı incelenirse sistem nasıl işletilirse işletilsin 416 milyon kilovat saatlik bir enerji açığı olacaktır. Yani % 2.2'lik bir enerji açığı! Bu enerji açığının ilk 4000 saatlik süre içinde yer alacağını belirtip, ayrıntıları ilgi duyan okuyuculara bırakmakla yetineceğiz. Yine aynı örnekte su santralının kurulu gücünü 1200 MW alıp yük faktörünü de diyelim % 50 alırsak, zirve güç talebi bağıntısı saklanmadığı halde, sistem belirli bir güç ve enerji yedeği ile kolaylıkla işletilebilir. 0 halde model, geçerli çözümleri geçersiz, geçersiz çözümleri de geçerli kılan bir özelliğe sahiptir. Modeldeki bu yanlışı gerek Ankara'da gerekse de 10. Dünya Enerji Konferansında (yuvarlak masa toplantısındaki panel üyesi İtalyan uzman tarafından) dile getirilmişti.

Yukarıda özetlenen çeşitli eleştirilerin yanısıra, kanımızca model, yararlılığını koruyabilme kaydı ile daha basit bir yapıya indirgenebilir. Bu basitleştirme özellikle talebin ayrı ayrı sektörlerle bölünmeden tek bir değer ile yer alması* ve spesifik tesislerin de -gerekli kısıtları koyarak- gruplandırılarak doğrusal programlamaya geçişin sağlanması biçiminde yer alabilir.

SONUÇ

Türkiye Enerji Modeli isimli çalışma genel enerji politikasını oluşturacak üst düzeydeki ekonomik modeller ile ayrıntılı uygulamanın yapılacağı alt sektör modelleri arasında yer alan bir enerji sektörü yatırım programı uygulaması model çalışmasıdır. Modelde bazı eksiklikler görülmekle beraber bir başlangıç çalışması olarak olumlu bir çabayı yansıtmaktadır. Yukarıda açıklanan çerçevede değerlendirilirse ve daha önce açıklanan değişiklikler de yapılırsa, alt sektör modellerine, özellikle yakıt gölge fiyatlarını yansıtmaması yönünden, yararlı bilgiler sağlayabilir.

Modelden elde edilen sayısal sonuçların karamsar veya iyimser bir yönde yorumlanması kanımızca geçerli olmayacaktır. Ancak, yalnız eldeki verilerden bile görülmektedir ki bilinen birincil enerji kaynakları zengin olmayan Türkiye, enerji yönünden büyük ölçüde dışa bağımlı olma durumundadır. Bu da birincil kaynak araştırma gereksinmesinin önemini bir kez daha ortaya çıkarmaktadır. Bunun yanısıra enerji konusunda, en azından, üzerinde biraz düşünülmüş bir politikanın izlenmesi ivedilikle gerekmektedir. İnsanı karamsarlığa süren sonuç, enerji konusunda dışa bağımlılığın izlenen genel ekonomik politika çerçevesinde değerlendirilmesi ile ortaya çıkmaktadır. Unutmayalım ki enerji sektöründe büyük ölçüde dışa bağımlı olan Japonya ve Belçika gibi ülkelerin üzülünecek bir durumu olmadığı gibi, petrol içinde boğulan Suudi Arabistan'ın da gelişmiş bir ülke olduğu söylenebilir.

* Eğer enerji ikamesi olanağının, daha önce açıkladığı gibi gerçekçi bir biçimde yer alması için gerekli değişiklikler yapılacaksa böyle bir basitleştirmenin gerekmeyeceği açıktır.