

# ENERJİ PLANLAMASI VE ÇEVRE

Yıldız ARIKANO

1973 petrol krizine kadar tüm ülkelerde düzgün bir yol izleyerek artan enerji ihtiyacını karşılamak üzere yine düzenli fakat düşük bir hızla fiyatları artan enerji kaynaklarından, elde edilebilirlik, uygunluk ve görece fiyat kriterlerine göre yararlanılmaktaydı. Bu nedenle herhangi bir ülke hangi enerji kaynağına (hidrolik enerji, kömür, doğal gaz vs.) sahipse, o kaynağı yoğun olarak kullanırken karşılanamayan enerji ihtiyaçları için çoğunlukla petrol ithal etme yoluna gidilmekte idi. Petrol fiyatlarının düzenli ve az artış gösteren bir yol izlemesi diğer bir deyişle petrolün ucuz olması tüm ülkelerde petrole bağımlı teknolojilerin kullanımının yaygınlaşmasını, elektrik üretiminde ise yatırım maliyeti düşük yağ-yakıtlı santrallerin hatırı sayılır oranlarda kullanılmasını özendirdi. Bu dönemde geleceğin ve bu günün enerji talebinin eldeki seçeneklerle ülke ekonomisi açısından en ucuz maliyete sahip bir yatırım ve işletme programı çerçevesinde sağlanması anlamını taşıyan enerji planlaması, zor bir problem oluşturmuyordu. Değişik enerji türlerine olan talep ve fiyatlar düzenli bir yol izlerken ileriye dönük tahminler yapmak ve basit modeller aracılığı ile optimal bir strateji bulmak görece olarak çözümlenmesi kolay bir planlama problemi idi. Bu dönemde enerji talebi, ekonomik gelişmeye paralel bir artış gösteriyor, enerji türlerinin görece fiyatları çok az değiştiği için, fiyat duyarlılığı göstermiyordu. Çevre etkileri de pek dikkate alınmıyordu. Ancak 1973 de ve izleyen yıllarda karşılaşılan petrol kıtlığı ve fiyat artışları bu düzenli resmi bir anda karıştırdı. Bütün ülkeler çok büyük petrol faturaları ödemek ve petrolü başka enerji türleri ile ikame etmek durumu ile karşılaştılar. Bu dönemde gelişmekte olan ülkeler bir yandan artan petrol faturasını ödeyebilmek bir yanda da gelişmeyi sürdürebilmek gibi birbiri ile çelişen



iki amacı sağlamak durumunda kaldılar. Doğal olarak, petrol faturasının etkileri yatırımların kısılması ve gelişme sürecinin yavaşlaması şeklinde oldu.

Gelişmiş ülkelerde ise bu etkiler enerji tasarrufu kavramının güncellik kazanmasına yol açtı. Enerjinin verimliliğinin artırılması yolları arandı. Böylece 5-10 yıl içinde ekonomik gelişmeyi yavaşlatmayacak biçimde % 25, % 30 enerji tasarrufu sağlanırken petrol büyük ölçüde kömürle ikame edildi. Yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili araştırma geliştirme faaliyetleri arttı. Nükleer enerji ilâ elektrik üretimi yaygınlaşırken ileride karşılaşılabilecek

uranyum kaynağı kısıtını engellemek için hızlı üretken reaktörlerin (FBR) ticari hale getirilmesi yolunda stratejiler denenmeye başladı.

Bütün bu gelişmeler olurken gelişmiş ülkelerde çevre sorunlarına duyarlılık artıyor, enerji kullanımının yarattığı çevre sorunları da ön planda göze çarpıyordu. Bu değişiklikler, enerji planlaması probleminin, uzun dönemde enerji piyasalarında meydana gelebilecek belirsizlikleri ve ülkeler ve/veya dünya ekonomik konjonktürünü içeren bir çerçeve içinde ele alınması gereğini ortaya çıkardı. Bunun sonucunda enerji planlaması konusunda çok kapsamlı çalışmalar yapıldı. Ülke düzeyinde ve uluslararası çapta enerji modelleri geliştirildi, aynı varsayımlar altında karşılaştırıldı ve sonuçlar geleceğe ışık tutmak açısından incelendi.

Aşağıda, önce enerji-çevre etkileşimine sonra da enerji çevre ekonomi boyutlu planlamaya değinilmektedir.

## 2- ENERJİ • ÇEVRE ETKİLERİ

Enerji üretimi ve tüketiminin bütün aşamalarında çevresel etkiler yaratılmaktadır. Bu etkilerin ve yarattığı sorunların bölgesel sorunlar olmadığı bütün dünyayı ilgilendirdiği geç de olsa anlaşılmıştır. Bu durum enerji planlaması probleminin çözülmesi için ülke veya bölge çapında, düşük ekonomik maliyet ve yüksek güvenilirlik amaçlarının sağlanmasının yeterli olmadığını, seçilen enerji politi-

(\*) Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü

kasının çevre ile uyumunun tüm insanlığın iyiliği için gerekli bir boyut oluşturduğunu vurgulamıştır. Günümüzde yaygın biçimde enerji kullanımından doğan çevre riskleri ve güvensizlikleri dört grupta toparlanmaktadır<sup>\*1)</sup>. Bunlar;

- (1) Atmosfere bırakılan gazların sera etkisi nedeni ile yaratacağı iklim değişiklikleri (özellikle fosil yakıtların yanmasından kaynaklanan karbondioksit),
- (2) Yine fosil yakıtların yanmasından kaynaklanan kirleticilerin (uçucu küller ve cüruf) neden olduğu kirlilik,
- (3) Çevrede aynı nedenlerle artan asit ve asit yağmurları,
- (4) Nükleer reaktör kazası riskleri, arıtma sorunları, yaygın biçimde nükleer enerji kullanımından doğacak tehlikeler, ekonomik ömrünü doldurmuş reaktörlerin sökme riskleri.

Sözü edilen riskleri ve kuşkuları azaltmanın yolu daha az enerji kullanmak, yaratılan çevre kirliliğini ortadan kaldıracak ya da azaltacak teknolojilerin geçiştirilmesi ve kullanılmasından geçmektedir.

Daha az enerji tüketilen bir gelecekte anlaşılan, ekonomik büyümeyi engellemeyi bir tasarruf stratejisi ile enerjinin yüksek verimlilik ile kullanılması olmaktadır. Bunun sağlanması, nihai enerji kullanımına dönük teknolojilerin yenilenmesini, ve/veya verimliliklerini artırıcı yatırımları gerektirmektedir. Ayrıca yasal düzenlemeler ve uygun yönetmelikler ile çevresel etkilerin değerlendirilmesi ve denetlenmesi uygulamaları da etkin bir biçimde yürütülmelidir.

Çevre sorunlarının ve çevre kirlenmesinin ekonomik maliyeti yanında, bu sorunların önlenmesi için gerekli harcamaların boyutu enerji planlaması açısından büyük önem taşımaktadır. Günümüzde bu harcamaların yanında çevre sorunları ve kirlenmesinin maliyetinin kat kat fazla olduğu hesaplanmaktadır. Çevre kirliliği yaratma etkisi daha az olan yenilenebilir enerji kaynaklarına, sürekli ve yaygın olarak bulunabildikleri de göz önüne alındığında 21. Yüzyıl için ümitle bakılmaktadır. Bu kaynakların ticari olarak kullanılabilmesi büyük çapta araştırma-geliştirme çalışmalarını ve teknoloji geliştirmeyi gerektirmektedir. Bu amaçla uluslararası işbirliğine gidilmesinin katkılarının büyük olacağı da ortadadır, özetle enerji-çevre etkileşiminin yaratacağı sorunların çözümü, çevresel etkileri az teknolojilerin geliştirilmesini, mevcut teknolojilerin iyileştirilmesini, enerji-kullanımında verimliliğin artırılmasını, çevre bilincinin yaratılmasını ve çevresel etkilerin ölçümü ve denetimini ve bunu mümkün kılacak teknolojilerin ve yasal çerçevelerin geliştirilmesini gerektirmektedir.

### 3- ÇEVRESEL BOYUTLU ENERJİ PLANLAMASI

Enerji fiyatlarının ve kullanımında karşılaşılan zorlukların ekonomik gelişmeyi büyük ölçüde etkilediğinin anlaşıldığı

70'li yıllardan beri enerji planlaması problemi enerji-ekonomi etkileşimine olanak veren modeller çerçevesinde ele alınmaktadır. Ülkesel veya bölgesel çapta olabilen bu modellerde değişik enerji türlerine olan arz ve talebin ekonomik gelişme, enerji fiyatları, tüketicilerin gelir ve fiyat esneklikleri, gelecek ile bu gün arasında tüketim açısından yapılan seçimi vurgulayan bugüne indirgeme oranları gibi davranışsal özelliklere bağlı olarak eşitlenmesi sağlanmıştır. Böylece enerji talebi üzerinde fiyatların ve çeşitli kısıtların etkileri doğrudan ölçülebildiği için politika analizleri yapmak mümkün olmuştur.

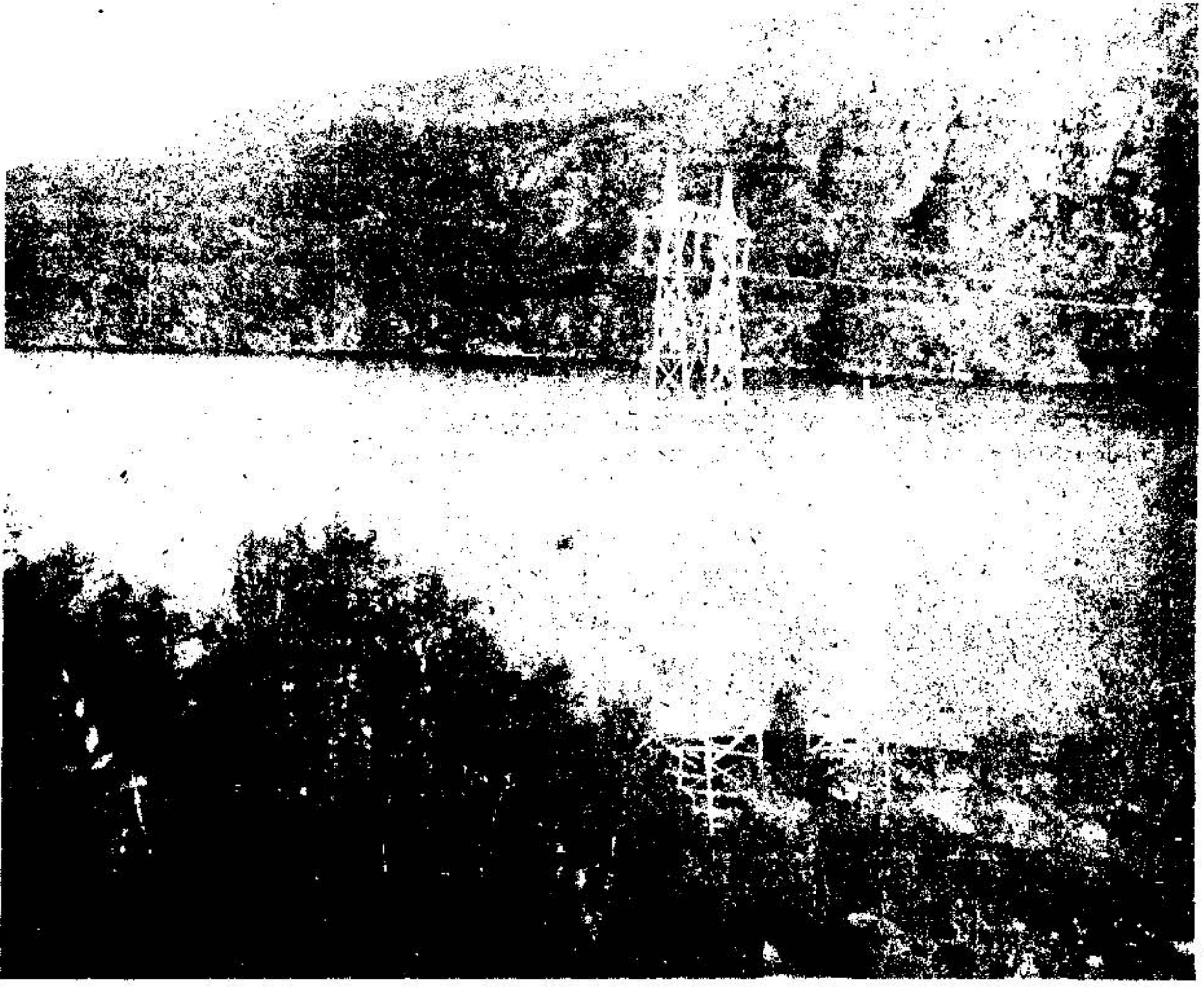
Çeşitli varsayımlar altında üretilen değişik çözümlerin karar vericilere yararlı olabilmesi için "Belirsizlikler Altında Karar Verme" kuramından da geniş ölçüde yararlanılmaktadır. Bunun en iyi örneklerini hızlı üretken reaktörlerin araştırma-geliştirme ve ticari hale getirme politikalarının saptanması çalışmaları<sup>2)</sup> ile "geleceğin yakıtı olarak hidrojen" için yapılan aynı tür karar verme analizi çalışmaları<sup>3)</sup> görmekteyiz.

Bu modeller, enerji politikaları oluştururken, görece enerji fiyatlarının rolünü sayısal olarak irdelemeye olanak vermiştir.



Böylece fiyat konusu açıklık kazanırken ortaya çıkan çevre bilinçlenmesi enerji teknolojileri seçiminde çevre etkilerinin göz önüne alınması boyutunu ön plana getirmiştir. Bu yeni boyutun eklenmesi enerji planlaması probleminde birden çok amaçlı sağlanması gereken bir çözüm aranmasını gerektirmiştir. Böyle bir çözüm "çok amaçlı matematiksel programlama" modellerini doğurmuştur. Bu modellerde karşılaşılan en büyük güçlük çevre etkilerinin ve gerektireceği ek maliyetin doğru olarak modele katılabilmesinde yatmaktadır. Ancak bu güçlük modelleme güçlüğünden çok çevre etkilerinin ölçülmesi ve maliyetlerin belirlenmesindeki belirsizliklerden kaynaklanmaktadır. Alışlagelmiş ve yeni ve yenilenebilir enerji teknolojilerinin çevresel etkilerine ilişkin sağlıklı veriler olmadıkça modellerden alınacak sonuçlar güvenilir olmayacaktır.

Bütün modelleme çalışmalarında olduğu gibi enerji modellemesinde de sonuçlar, yapılan varsayımlar ve kullanılan veriler değiştiğinde büyük ölçüde değişecektir. Enerji planlaması çeşitli belirsizlikleri içeren bir problemdir. Bu belirsizlikler dünya enerji pazarlarındaki fiyatlara ve yakıtların bulunabilirliğine ilişkin belirsizlikler, enerji kaynaklarına sahip ülkelerdeki ekonomik ve politik belirsizlikler, ülkeler arası ilişkilerdeki belirsizliklere bağlı belirsizliklerdir. Öte yandan temiz teknolojilerin geliştirilmesi ve ticari hale getirilmesi mevcut kaynakların hangi süre ile yeterli olabileceği, fiyatlarının ne olacağı, bunlara olan çevresel tepki veya risk tepkisi beklentisinin ne olduğuna bağlıdır. 1973 krizinden sonra



Dünya da yaşanan gelişmeler -nükleer enerji ile yenilenebilir kaynaklara olan ilgi artışı- yukarıda sözü edilenlerin kanıtıdır. Ancak petrol fiyatlarının düşük bir düzeyde karar kılması ve nükleer santral kazalarından sonra bu teknolojilere gösterilen ilgi azalmıştır.

Enerji - çevre bilincinin yaygınlaştığı günümüzde en önemli sorun bir ölçme sorunu olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca akla yakın gelen çözüm sonuçlarının ima ettiği çevre politikalarının eksiksiz uygulanması da ayrı bir sorun yaratmaktadır. Sonuç olarak günümüzde çevre enerji-ekonomi etkileşimi ülke düzeyinde ve ülkeler arası düzeyde bir çok amaçlı optimizasyon problemi oluşturmaktadır. Bu problemin çözümü, önce mevcut ve ileriye.dönük teknolojilere ilişkin, maliyet ve çevre etkisi, verilerinin ekonomik ve politik belirsizlikler ortasında değerlendirilmesidir. Bu sonuçlardan öğrenileceklerin ışığında teknolojiye ilişkin AR-GE çalışmalarının yeniden gözden geçirilmesini gerektirmektedir.

Bu alanda enerji politikaları saptama açısından önemli konular ve öneriler kısaca aşağıdaki gibi özetlenebilir.

(1) Enerji arz-talep dengesi ve bu dengenin hangi seçeneklerle sağlanacağı (kömür, petrol, hidro elektrik vs.) enerji türlerinin görece fiyatlarına, ve bulunabilirliklerine ve görece çevresel kirlenme faktörlerine bağlı olarak belirlenmelidir.

(2) Yukarıdaki nedenlerle enerji politikalarının saptanması için öncelikle ölçme sorununun çözümü sağlanmalıdır. Ölçme sorunu çeşitli belirsizlikler içermektedir. Ayrıca çevre etkileri açısından sağlıklı verilerin üretilmesi de bir sorun yaratmaktadır.

(3) Eldeki veriler ile yapılan çalışmalar bir ön çalışma gibi ele alınıp değişik varsayımlar altında hangi sonuçlar elde edileceği öğrenildiğinde geleceği şekillendirmek için neler yapılması gerektiği daha kolay saptanabilecektir.

(4) Herhangi bir enerji üretim veya tüketim teknolojisinin hangi koşullarda ekonomik ve çevre uyumlu olacağı diğer teknolojilerin ekonomik ve çevre etkisi verilerinden bağımsız olarak belirlenemez. Ayrıca bütün bu verilerin dünya enerji piyasalarına bağlı olarak değişeceği göz ardı edilmemelidir.

D

#### KAYNAKLAR

- (1) Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, "Ortak Geleceğimiz", Ceneva, 1987.
- (2) A. Manne, R.G.Richels, "A Decision Analysis of the U.S. Breeder Program", Energy 3, s. 747-767 (1978).
- (3) W.Hafele, A.Manne, "Strategies For a Transition From Fossil to Nuclear Fuels", Energy Policy 3 (1975), RR-74-7, (International Institute For Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria, 1977.