

## NÜKLEER GÜÇ EKONOMİSİ

Basil BROWN

*Birleşmiş Milletler Nükleer Fizik Müşaviri  
Nükleer Enerji Enstitüsü, İstanbul*

Bir memlekette nükleer güç istasyonu kurmanın faydalı olup olmayacağına karar verebilmek için, iki noktanın gözönünde tutulması gerekir :

1. Uzun vadeli tabii yakıtların rezervleri meselesi,
2. Kısa vadeli masraflar meselesi; buna sermaye ile cari masraflar da dahildir.

2000 yılında bu ikisi arasında kaba bir sınır meydana gelmesi muhtemeldir; şöyle ki, bu tarihten önce nükleer güç istasyonları sadece masrafların başka enerjilere nazaran daha az olduğu yerlerde kurulduğu halde, 2000 yılından sonra tabii yakıtların tükenmesi meselesi yeni enerji kaynaklarının gelişmesine yol açacaktır. Günümüzde kısa vadeli problemler çok daha önemli olmakla beraber, uzun vadeli problem üzerinde kısaca durmak daha ilginç olacak.

Çeşitli veçheleri olduğu için, arz ve talebedilen güç miktarını pek yaklaşık olarak tahmin mümkündür. Nüfusun çoğalması, ekonomik gelişme, hayat şartlarının değişmesi (daha fazla sıcak veya serinlemeye olan ihtiyaç v.s.) gibi çeşitli faktörlerden dolayı güç talebi artmaktadır, öte yandan, arzedilen ve kullanılan tabii yakıtların miktarı, yeni teknik sayesinde gittikçe artmaktadır. 2000 yılında yeryüzü nüfusunun 1000 milyon olduğu farzedilirse, yıllık enerji ihtiyacı, katı yakıt, petrol ve tabii gaz olarak, 8000 milyon ton civarında olacaktır. Bu rakam, halen bir kişinin yıllık yakıt ihtiyacının 1 ton olduğu farzedilerek tesbit edilmiştir; halbuki daha ileri memleketlerde bir kişinin yıllık yakıt sarfiyatı 4 tonu bulmaktadır. Bu rakamlara göre, eğer yeryüzündeki nüfusun % 2 oranında arttığı farzederek, 2200 yılında yeryüzünde mevcut bütün tabii yakıtlar tükenmiş olacaktır. Nüfus % 3 oranında arttığı takdirde, mevcut yakıtla ancak 2090 yılına kadar idare edilebilecektir. Tabii yakıtların hidroelektrik usullerle artırılması her ne kadar mümkün oluyorsa da, 1000 milyon tonu bulması imkânsızdır. Bunun için, eninde sonunda ya nükleer güç, ya da henüz bilinmeyen bir enerji kaynağından istifade şarttır. Bir nükleer güç istasyonunda, 1 tonluk uranyum yakıtı, binlerce ton kömürün verdiği enerjiyi verir; buna göre yeryüzünde mevcut uranyum, çok uzun yıllar ihtiyaca kâfi gelecek demektir.

### **Kısa vadeli plânlama**

önce, ekonomik olmayan iki faktör üzerinde duralım :

1. Askerî amaçlar,
2. Prestij.

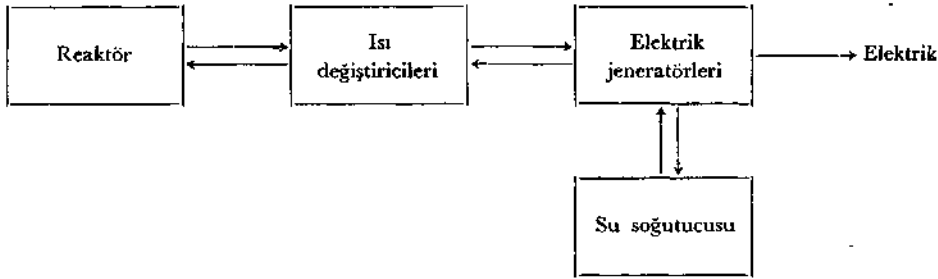
Atom silâhları bir memlekete, dünya işlerinde bir miktar kudret sağlar, yani atom silâhına sahip olan bir memleket, dünya işlerinde bir miktar kuvvet kudret edinmiş, kelâm hakkına sahip olmuş sayılır. Bir memleket, fabrikalar ile gerekli bilgiye sahip olduktan sonra, atom bombası istihali oldukça ucuzdur. Meselâ, küçük bir atom bombası yoketme bakımından binlerce ton T.N.T. ye eşit olup, maliyeti % 99 oranında daha azdır.

Atom silâhlarında yakıt olarak plütonyum kullanılmaktadır ve ekonomik olmıyan bir oranda olmakla beraber, plütonyum istihali barış için gerekli enerji istihali ile birleştirilebilir, İngiltere'de ekonomik olmıyan enerji veren reaktörler, başlangıçta plütonyum istihali için yapılmışlardı. Şu noktayı hatırdan çıkarmamalıdır ki, İngiltere, Amerika ve Rusya atom enerjisini yirmi yıl önce askerî maksatlar için kullanmaya başlamışlar, böylece nükleer enerji istasyonları gelişmiştir.

Ekonomik olmıyan ikinci sebep de, daha fakir ve yeni kurulmuş devletlerin «atom enerjisi» nin cazibe ve tesirine kapılmalarıdır. Hükümetler yatırım konusunda büyük bir rol oynarlar, politikacılar da böyle bir fikri empoze etmek zorunda olduklarından, ekseriya ekonomik olmamakla beraber, atom reaktörü kurulması için birkaç milyonluk bir para yatırılır. Bundan başka, birçok memleketler, eskiden ortaya atılmış olan mübalâğalı bir takım iddialara dayanarak, atom enerjisinin ucuz bir enerji olduğunu zannederler, fakat şimdi birçok memleketler atom enerjisinin masraflarını tahminde sağlam temellere dayanmaktadırlar.

### Ekonomi

Ekonomik durumu tahmin edebilmek için, bir nükleer enerji istasyonunun nasıl çalıştığı üzerinde kısaca durmak gerekmektedir.



Esas itibariyle, her hangi bir enerji istasyonu ile nükleer enerji istasyonu arasındaki tek fark, kullanılan yakıtın cinsi ile, kullanılış şeklidir. Nükleer reaktörde, atomun parçalanması ameliyesinde uranyum yakıtı kullanılır ve neticede ısı şeklinde büyük bir enerji meydana gelir. Bu ısı, reaktörün içinde dolaşmakta olan sıvı veya gaz halindeki soğutucu içinden geçirildikten sonra, ısı değiştiricileri vasıtasıyla buhar devresine nakledilir. Buhar da türbo-alternatörleri çalıştırarak enerji meydana getirir. Dięer enerji istasyonlarıyla mukayese edildiği zaman, nükleer enerji istasyonlarının sermayede değilse bile, işleme masraflarında gün geçtikçe bazı avantajlar sağlaması gerekmektedir.

Bir memlekette ihtiyacın nasıl karşılanacağı hakkında karara varılmadan önce, elektrik ihtiyacının detaylı olarak etüd edilmesi gerekir. Bu bakımdan her memleket değişiklik arz etmektedir, fakat esas itibariyle nükleer enerjiden faydalanılması hususunda lehte ve aleyhte bazı fikirler vardır.

### Lehte fikirler

1. *Nakliye.*— Atom enerjisi istasyonlarında az yakıt kullanılır. Meselâ, 1 ton uranyum, binlerce ton kömüre eşittir. Böylece, kömürle çakışan bir enerji istasyonunda bir hafta için birkaç vagon dolusu kömüre ihtiyaç olduğu halde, nükleer enerji istasyonunda birkaç kamyon dolusu ihtiyaca kâfi gelir. Hindistan gibi, yakıt merkezleri ile enerji istasyonları arasındaki mesafenin çok uzun olduğu büyük memleketlerde, bu şekilde, yakıt nakliyesinden büyük tasarruf sağlanmış olur.

2. *Endüstrinin yayılması.* — Elektrik enerjisini dağıtmak pahalıya mal olduğundan, şehirleri elektrikleştirmek, dağınık köyleri elektrikleştirmekten daha kolaydır. Bu bakımdan, elektrik enerjisi dağıtmak için geniş ölçüde dağıtım yapan büyük bir konsantrasyon merkezi daha elverişlidir. Bununla beraber, çiftçiliğin fazla endüstrileşmiş [olduğu ve dolayısıyla fazla elektrik sarfedilen bölgelerde küçük reaktörlerden çok faydalanılmaktadır. Şu noktayı da hatırdan çıkarmamalıdır ki, bir nükleer güç istasyonunun kurulması, az gelişmiş bir bölgenin sanayileşmesinde büyük rol oynar.

3. *Doğal mineral yatakları.* — Uranyum gibi nükleer yakıt yatakları ve breeder reaktörlerinde kullanılan toryum, nükleer güç istasyonunun masraflarını epeyce düşürür.

4. *Yetişmiş personel.*— Nükleer güç istasyonu tesis edip, çalıştıracak kabiliyeti olan mühendis ve ilim adamlarına sahip olmak., bir memleket için büyük değer taşır. İstenilen evsafa personeli yetiştirmek için yıllara ihtiyaç vardır ve ilerde nükleer güç istasyonu kurmayı düşünen her memlekette nükleer mühendisi yetiştirilmesi için, önceden bir program yapılması gerekir.

### Aleyhte fikirler

1. *Tabii yakıtların doğal olarak bol miktarda bulunması.* — Bazı memleketlerde bol miktarda tabii yakıt bulunduğu için, bunun yerine nükleer güç kullanılması ekonomik bakımdan kârlı olmaz. Bunun örnekleri : Venezuelâ (petrol), Brezilya (bol hidroelektrik potansiyel) ve Pakistan (tabii gaz kaynakları) dır.

2. *Yetecek kadar tabii yakıt bulunması.* — Bazı memleketlerde ucuz ve yeter miktarda tabii yakıt vardır; ayrıca liman ve nakliye işleri de iyi olduğundan, oldukça ucuza enerji sağlanmaktadır. Bu memleketlerde 1970 ten önce nükleer güçten faydalanılması iktisadi olmaz.

3. *Yetişmiş personel bulunmaması.* — Yetişmiş personel bulunmaması, nükleer güçten faydalanmak isteyen bir memleket için önemli bir meseledir; dışarda bu iş için elverişli personel bulmak da çok güçtür.

### Masraflar

Hangi usulle elektrik elde edilirse edilsin, umumi masrafları iki grupta mütalâa edebiliriz :

1. *Âzami şarj ihtiyacı.* Elektrik enerjisi depo edilemediği için, mevcut enerjinin âzami şarjı karşılaması gerekir. Böylece fazla enerji istihsalinden ötürü, masraflar da artar.

2. Elektrik enerjisinin dağıtılması pahalıya mal olur, böylece istihlâkçi, elektriğin kendisine gelebilmesi için, istihsal masrafının yarısından daha fazla bir parayı ilâve olarak öder. Bu bakımdan, elektrik istihsal masrafındaki her hangi bir düşmenin, istihlâkçiye faydası olmaz.

*Sermaye yatırımı.* — Araştırma ve geliştirme pahalıya malolur. Yeni bir reaktör kurulduktan sonra, ekonomik bakımdan yararlı hale gelebilmesi için, 10-15 yılın geçmesi gerekir. Tahminen 1500 personel ve daha fazla malzemeye ihtiyaç olduğundan, masraf aşağı yukarı 50 milyon sterlingi bulur. Reaktörlerini bir ticarî firmadan satın alan memleketler için bile bu masraf fazladır.

Halen bir nükleer güç tesisinin kurulması beher kilovat için 110 sterlinge malolmaktadır, halbuki halen İngiltere'de, alalade bir enerji istasyonunun beher kilovatı için 50 sterling yetmektedir.

*İşletme masrafları.* — Her hangi bir memlekette enerji istasyonu kurulması için normal olarak dışardan borç alınır. Nükleer enerji istasyonu kurulabilmesi için, alalade enerji istasyonuna kıyasla iki kat paraya ihtiyaç olduğundan, alınacak borç ve borcun faizi de iki kata yükselir. Nükleer güç tesislerinin sigortası da diğerlerinininkine nazaran yüksektir, fakat nükleer güç kullanıldıkça sigorta bedeli azalabilir. İngiltere'de işçi ücretleri de hemen hemen her ikisinde aynıdır, fakat nükleer güç tesisleri daha standardlaşıp, otomatikleştikçe, bunda da bir düşme beklenebilir. Mevcut reaktörlerin yakıt masrafı ise göze çarpacak derecededir, fakat satın alınan miktara göre fiyat değiştiğinden, tam olarak yakıt masrafını tahmin etmek güçtür. Halen beher ton yakıtın verdiği enerji binlerce ton kömürden elde edilen enerjiye eşittir. Yılda bin ton uranyum kullanan bir reaktörde, uranyumun bir kilosu 10 sterlinge malolmaktadır. Tabiiyle bu masrafın bir kısmı, plütonyum istihsal eden memlekette bununla karşılanmaktadır. Aşağıda, işletme masraflarının bir karşılaştırması yapılmıştır :

Alalade enerji istasyonları . . . . . 0.5 d beher k.w.h.  
Nükleer enerji istasyonu — Berkeley, Bladsvell (İngiltere) ... 1.0d beher k.w.h.

Böylece, nükleer güç istasyonlarının kurulması nasıl iki kat masrafa maloluyorsa, işletmeleri de, aynı şekilde, iki misline malolur.

Bununla beraber, İngiltere'deki ilk reaktörlerden ahnan sonuçlar ilerisi için umut vericidir.

1. Ghapelcross'taki bir reaktörün ısı istihsalinde % 30 artma görülmüştür.
2. Yakıt maddelerinin daha 3000 M wd/t kadar dayanacağı tahmin edilmektedir.
3. Bütün reaktörler, % 85 kadar bir zaman içinde tam kapasite ile çalışırlar.
4. Aşınma ve yıpranma dikkate alınmıyacak kadar azdır.

Bütün bu faktörlerden ötürü, işletme masrafı tahmin edildiğinden azdır. Ayrıca reaktör tekniği gittikçe geliştiği için, daha kullanışlı reaktörler yapılabilmektedir. Halen İngiltere'de yapılmakta olan reaktörlerde basınç kapları çelik yerine betondan yapıldığı için masraf, beher k.w. için 90 sterling kadar azalmıştır. Daha az, fakat daha büyük ısı değiştiricileri ve turbo-alternatörlerin konulmasıyla da masraf azalmıştır. Reaktörler daha müessir hale getirilmek suretiyle işletme masrafında da kısıntı mümkündür. İngiltere'de reaktörleri daha yüksek ısı derecesinde çalıştırmak suretiyle bu da mümkün olmuştur. Halen mevcut reaktörler 330° G de çalışmaktadır, fakat İleri Gaz Reaktörünün (AGR: Advanced Gas Reactor) 550° C de Yüksek Isı Gaz Reaktörünü (HTGR : High Temperature Gas Reactor) ise 800° C de çalıştırmak için plânlar yapılmaktadır. Bu şekilde işletme masrafının, beher kilovat saat için 0.35 d, gibi bir rakama düşeceği umulmaktadır.

Halen İngiltere'de mevcut reaktörlerin masrafından anlaşıldığına göre, 1970 yıllarında nükleer enerjiden elde edilen elektriğin fiyatı, şimdiki elektriğin fiyatı ile aynı olacaktır. Bunun aksine, kömür stokları tükendikçe, halen kullanmakta olduğumuz elektriğin fiyatı daha da artabilir. Şu noktayı da belirtmeliyiz ki, bu fiyatlar % 75 oranında kapasite ile çalışan bir tesisin 20 yıllık çalışmasına göre hesaplanmıştır. Mevcut reaktörlerde yapılan deneyler daha umut verici rakamların elde edilebileceğini göstermektedir.

*Neşre verildiği tarih 28 Şubat, 1964*