

NÜKLEER ENERJİNİN GELECEĞİ

Prof. Dr. Ahmet DEMİR

Enerji konusu, daha doğru bir ifadeyle enerji problemi, günümüzde, ülkelerin ekonomik, sosyal, kültürel ve savunma politikalarında son derece önemli bir yer tutmaktadır. Bu bakımdan her ülkenin kendine has özellikleriyle bağdaşabilir bir enerji politikası saptanmaya ve uygulamaya çalışıldığı görülmektedir.

Ülkeden ülkeye farklılıklar göstermekle beraber bu politikalarda benimsenen ilkelerin başlıcaları şöyle belirlenebilir:

- a) Mümkün olduğu ölçüde yerli (milli) kaynaklardan yararlanma,
- b) Yerli kaynaklardan karşılanamayan enerji açığını emin, nispeten ucuz, sürekli ve istikrarlı bir şekilde ithalat'la karşılama,
- c) Bu ithalatta, mümkün olduğu ölçüde, tek bir ülkeye bağlı olmaktan kaçınma,
- d) Ülkenin ekonomik ve sosyal şartlarını göz önüne alarak gerçekçi bir fiyat politikası saptamak ve uygulama,
- e) Enerji kullanımında akılcı davranmak ve mümkün olduğu ölçüde tasarrufa yönelme,
- f) Enerji kaynaklarının değerlendirilmesi ve ileriye dönük dinamik enerji politikalarının oluşturulmasında yardımcı olabilecek kurum, kuruluş ve akademik çevrelerle sıkı ve sürekli işbirliğine gitme,
- g) İleride doğabilecek bir kriz olasılığını da göz önünde tutarak gerçekçi bir "stok politikası" izleme.

Ülkeler ölçüsünde yapılacak bir incelemede bu hususların hemen her ülke tarafından benimsendiği ve gerçekleştirilmeye çalışıldığı görülmektedir.

Ancak, genel hatlarıyla göz önüne alındığında, ülkeler arasındaki coğrafi farklılıklar, doğal kaynakların ve bu arada enerji kaynaklarının çeşitliliği, niteliği ve potansiyeli bugün olduğu gibi bundan sonra da ülkeler arasında yaygın ve yoğun bir "enerji ticareti"nin sürüp gideceğini göstermektedir.

Sözü edilen enerji ticareti ise bir yandan bazı enerji kaynaklarının tükenmeye yüz tutması veya bazı ülkelerin stok ve koruma-ileriye saklama (prezervasyon) politikalarını uygulamaya ağırlık vermeleri bir yandan da teknolojik gelişmeler ve insanların sosyal yaşantılarında yeni kalıplar (patern) benimsemeleri nedeniyle zaman içerisinde muhteva bakımından değişiklikler gösterebilecektir.

Aslında günümüzde ortaya çıkan ve önümüzdeki yıllarda giderek ağırlık kazanacağı anlaşılan bazı nedenlerle ülkelerin enerji politikalarını zaman içinde daha sık revize edecekleri ve bunun sonucunda da uluslararası düzeydeki enerji ticaretinin yapısal değişiklikler göstereceği muhakkaktır. Bunun nedenini ise ana hatları ile şöylece açıklamak mümkündür:

Günümüzde refah düzeyi artan insanlar ve dolayısı ile toplumların talebi kullanımı kolay, tasarrufa yatkın ve çevre kirletmeyen enerji türlerine doğru kaymaktadır. Bunun sonucu olarak, örneğin konutlarda kömürden petrole, petrolden doğal gaz ve ondan da mümkün olduğunda elektrikli ısınmaya geçiş eğilimi ve isteği vardır. Özellikle çevre kirlenmesini önleme açısından hidrolik enerji, rüzgar enerjisi, güneş enerjisi gibi sürekli veya yenilenen kaynaklara geçiş için toplumlar bilim kurumlarını ve teknik kuruluşları adeta seferber etmiş gibidir.

Özellikle son zamanlarda ozon tabakasındaki tahribat ve fosil yakıtların atmosferin yapısını ve niteliğini zehirli gazlar ve sera etkisiyle büyük ölçüde olumsuz yönde etkilemesi, toplumların çevreye bakış açılarını değiştirmiş, bir bakıma, onları çevreci (çevre koruyucu) bir kimliğe sokmuştur.

Kısaca belirtmeye çalışılan bu gelişmeler sonucunda tasarruf faktörü başta olmak üzere, genelde temiz ve çevreyi kirletmeyen enerji türlerine yönelinmekte ve bu arada "alternatif enerji kaynakları"ndan sık sık söz edilmektedir.

Aslında, dünya nüfusu durağan (stable) bir nitelikte olsa ve iktisadi gelişme de görülme, belki global olarak, enerji talebi de belli bir noktada sabit kalabilirdi. Ancak görünen odur ki dünya nüfusu her yıl 85-90 milyonluk net bir artışla büyümekte, bazı ülkeler gelişme çabalarını sürdürürken, gelişmiş sayılan genelde endüstrileşmiş ülkelerde de gelir dü-

zeyi yükselme eğilimini sürdürmektedir. Bunların sonucunda ise diğer kaynaklara yönelik talep yanısıra, enerji kaynaklarına karşı da aşırı sayılabilecek ölçüde bir talep artışı ortaya çıkmaktadır. Bunun diğer bir sonucu ise enerji arzını artırma yönünde çalışmaların giderek hızlanması şeklinde görülüyor. (İlişkin tabloda bu konuda global değerler verilmektedir.)

Halen enerji kaynakları üzerinde dünya ölçüsünde ve bölgesel ölçüde yapılan envanter çalışmaları yanısıra değişik enerji türlerinin üretim masrafları, piyasada oluşan fiyatlar da göz önüne alındığında enerji kullanımında bazı alternatiflerin ortaya çıktığı görülmektedir. Bu konuda özellikle son yıllarda ekonomik bakımdan nükleer enerjinin nisbeten ucuz enerji kaynakları arasında bulunduğu belirtiliyor.

Görünen de odur ki bazı ülkeler nükleer enerjiyi, özellikle en yatkın olduğu elektrik üretiminde, öncelikle benimsemişler ve bu enerjiden giderek gelişen bir şekilde faydalanma yoluna girmişlerdir.

İlişkin tablolarda bu durumu görmek mümkündür.

TABLO : 1

Seçilmiş bazı yıllarda bazı ülkeler veya bölgeler itibariyle enerji tüketimi (Rakamlar kullanılan enerjiyi "milyon ton petrol eşdeğeri" olarak göstermektedir.)

Yıllar:	1966	1971	1976	1984
Ülke veya bölgeler:				
A.B.D. ve Kanada	1.543	1.874	2.016	2.019
Fransa	121	165	179	187
Belçika	31	45	48	46
B. Almanya	193	248	261	261
Diğer B. Avrupa ülkeleri	536	692	770	756
Rusya	698	858	1.070	1.322
Diğer D. Avrupa ülkeleri	273	343	418	530
Japonya	170	303	356	362
Çin	235	308	415	587
Diğer Asya ülkeleri ve Okyanusya	251	360	456	573
Latin Amerika	196	250	315	361
Afrika	86	110	128	196
Dünya Toplamı	4.344	5.559	6.432	7.200

Kaynak: Luc Gillon, Après Accident de Tchernobyl Le Nucléaire en Question, Belçika, 1986, s. 17'deki bir tablodan kısaltılarak alınmıştır.

TABLO: 2

Seçilmiş bazı ülkelerde elektrik üretiminde nükleer enerjinin payı
(Milyar kw saat ve % olarak)

		1974	%	1988	%
ABD	T.	1.967		2.582	
	N.	119	6,0	435	16,8
Kanada	T.	280		456	
	N.	16	5,7	75	16,4
G. Kore	T.	17		50	
	N.	—		28	56,0
Japonya	T.	461		557	
	N.	18	3,9	166	29,8
B. Almanya	T.	312		408	
	N.	12	3,8	120	29,4
Belçika	T.	43		59	
	N.	1	2,3	39	66,1
Fransa	T.	180		362	
	N.	14	7,8	254	70,2
İspanya	T.	81		129	
	N.	6	7,4	38	29,5
İngiltere	T.	273		303	
	N.	34	12,5	59	19,4
Rusya	T.	976		1.600	
	N.	8	0,8	160	10,0
İsveç	T.	75		133	
	N.	2	2,7	70	52,6
Dünya	T.	6.260		9.605	
	N.	245	4,0	1.599	16,6

Not: T: Toplam elektrik enerjisini,

N: Toplam içerisindeki nükleer enerjiyi göstermektedir.

Kaynak: J. Beaujeu-Garnier; A. Gamblin; A. Delobez; Images Economique du Monde 1988, Paris, 1988, s. 29-30'daki tablodan kısaltılarak hazırlanmıştır.

Tablo 2'den görüleceği üzere bazı ülkelerdeki elektrik üretiminde nükleer enerjinin payı yüzde ellinin üzerindedir.

Fransa, Belçika, İsveç, Güney Kore, gibi ülkelerde durumun böyle olması yanı sıra Japonya, Batı Almanya, İspanya gibi ülkelerde de yakın bir gelecekte elektrik üretiminde nükleer enerjinin payının yine yüzde ellilere ulaşacağı ve geçebileceği anlaşılmaktadır. Bu gelişmenin başlıca nedenlerini şöylece belirtebiliriz. Bunlardan başta gelen neden genelde dünya ölçüsünde en aranan enerjinin elektrik enerjisi şeklinde olmasıdır. Bunda da yerli enerji kaynakları yetersiz kalan yukarıdaki ülkelerin dün-

ya ölçüsünde göz önüne alındığında, halen nispeten ucuza maledilen nükleer orijinli elektriğe, haklı olarak yönelmeleri gösterilebilir.

(İlişkin tabloda, nükleer elektrik santrallerinde üretilen elektriğin maliyeti diğer santrallarda üretilenle karşılaştırılmaktadır.

TABLO : 3

Fransa'da 1985 yılında kömür, petrol ve nükleer yakıtla çalışan santrallarda elektriğin kw. saat başına maliyetini oluşturan harcama kalemleri (Frankın yüzdebirini oluşturan "santim" cinsinden)

	Nükleer	Kömür	Petrol (Fuel oil)
Yatırımlardan dolayı hesaplanan sabit masraf	13,8	9,5	7,9
Yakıt için harcama	6,4	17,3	41,0
İşletme masrafları	4,9	4,1	3,5
Kwh. saat başına			
Toplam giderler	25,1	30,9	52,4

Kaynak: Luc Gillon; a.g.e., s. 213'teki bir tablodan yararlanılmıştır.

Tablo 3'ten görüleceği üzere nükleer santrallarda fosil yakıtla çalışan santrallara göre hatırı sayılır ölçüde bir maliyet farkı vardır. Fransa için verilen bu örneğin diğer ülkeler için de geçerli olduğu tahmin edilmektedir.

Yukarıdanberi yapılan açıklamalardan anlaşılacağı üzere, elektrik üretiminde nükleer enerji, fosil yakıtlara göre daha ucuza gelmektedir. Bu bakımdan ve ayrıca fosil kaynaklarının potansiyel olarak yetersiz kaldığı ülkeler, eğer su kaynakları da nisbeten düşük potansiyelde ise, genelde nükleer santral kurarak elektrik talebini karşılamak eğiliminde görülmektedir.

Ancak genelde üretilen elektriğin nisbeten ucuz bir maliyete sahip görünmesine karşılık nükleer santrallerin kurulması ve işletmeye alınması her ülkede ve her zaman kolay olmamaktadır. Bunda en büyük engel kamuoyunun, nükleer santrallerin genelde düşük dozlarda da olsa, çevreyi bir ölçüde radyasyonla kirletmeleri ve asıl önemlisi ise santrallerde olması muhtemelen kazaların çevreye yapabileceği son derece zararlı etkileri nedeniyle büyük tepki göstermekte olmasıdır.

Nitekim ilk nükleer reaktörün 1942 yılı 2. Aralıkta geliştirildiği tarihten bu yana özellikle 1950'lerden sonra ticari amaçlı büyük reaktörlerin devreye girmesi ile gelişen nükleer enerji üretim süresince bazısı oldukça tehlikeli kazaların da ortaya çıktığı görülmektedir. Bunlardan özel-

likle iki adedi yarattığı tehlike ve uyandırdığı panik bakımından üzerinde durulmaya değer niteliktedir. Bunlardan birincisi A.B.D.'nde Mart 1979 da Pensilvanya'da Three Mile Island mevkiinde kurulu nükleer reaktörde ortaya çıkan kazadır.

Bu kazanın genelde teknik sebeplerden ortaya çıktığı ancak bunda ihmalin de rol oynadığı yapılan tahkikat sonucu ortaya çıkmıştır. Bu kazada can kaybı olmamasına rağmen çevrede oturanların tahliyesi başta olmak üzere, onarım ve diğer masraflarla birlikte bir milyar dolarlık bir zarar ortaya çıkmıştır. Ayrıca bu ülkede nükleer santral programlarında da revizyon ve dolayısıyla aksamalar ortaya çıkmıştır.

İkinci kaza ise Rusya'da Nisan 1986 da Çernobil şehri yakınındaki nükleer santralde meydana gelmiştir. Santralin reaktöründe hızla yükselen ısınnın kontrol sisteminin çalıştırılmaması sonucu, yangına dönüşen kaza sonucu yakın çevreye, atmosfere ve rüzgarın etkisiyle çok uzaklara kadar radyoaktif serpintilerin yayıldığı tesbit edilmiştir.

Bu kazada çok sayıda insan ölmüş ve yaralanmıştır. Özellikle çevrede oturan yüzbinlerce kişinin aldıkları yüksek dozajda radyoaktivite nedeniyle sağlıkları büyük bir riskin altına girmiş bulunuyor.

Çernobil'deki kazanın Avrupa'nın bir çok ülkesine ulaşan radyoaktivite etkisi nedeniyle bitkilerde ve özellikle yeşil sebzelerde radyoaktif kirlenme görülmüş bunların üreticileri büyük zararlara uğramıştır. Çernobil kazasından memleketimizde, özellikle Doğu Karadeniz yöresi de etkilenmiş, burada yaşayan vatandaşlarımızın da epey yüksek dozda radyasyon almış olmaları yanısıra, bölgenin en önemli ürünü olan çayda da radyoaktif birikme sebebiyle onbinlerce ton çay imha edilmek üzere depolara yığılmıştır.

Aslında nükleer enerjiye karşı kamuoyundaki güvensizlik ve tepkiyi haksız bulmamak gerekir.

Konunun uzmanları ve uygulayıcıların da belirttikleri gibi, nükleer enerji üretiminde karşılaşılan problemler sadece santral kazaları ve çevreye isteyerek veya istemiyerek dağılan radyoaktivite ile de sınırlı değildir. Diğer önemli bir husus da enerji üretiminde kullanılan nükleer yakıtlardan kullanım sonucu arta kalan maddelerdir. Genelde nükleer atıklar veya nükleer küller de denilebilen bu maddelerin bir bölümü yeni işlemlerle tekrar yakıt olarak kazanılabilmektedir. Ancak işe yarayan atıklar ise, insan ve diğer canlıların sağlığına son derece zararlı ve radyoaktiviteleri genellikle çok uzun yıllar etkisini kaybetmeyen tehlikeli maddeler olarak nitelendirilmektedir. Bu tehlikeli atıkların zararsız bir duruma getirilmeleri, daha doğru bir deyimle, olası zararlarının önlenilmesi

si için çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Bunların başlıcaları, atıkların kurşunla izole edilmiş radyasyon sızdırmaz varillere konularak denizlerin diplerine bırakılması veya yeraltında terk edilmiş tuz ocaklarında depolanması yahut yeraltında özel olarak hazırlanacak kalın beton duvarlı depolara konulması şeklinde özetlenebilir. Bütün bu önerilere ve bunların da büyük ölçüde uygulanmalarına rağmen, amiyane bir deyimle "canlısı da problem, cansızısı da problem" olan nükleer enerji maddelerinin enerji üretimi sonucu ortaya çıkan atıkların ne şekilde saklanılacağı ve korunacağı henüz bütün ilgili ülkelerin üzerinde tam bir mutabakata varmış oldukları bir husus değildir. Aslında teknik bakımdan da henüz % 100 bir güvenliliğe varılmış değildir.

Durum böyle olmakla birlikte, genelde dünyada giderek büyüyen bir enerji açığı sonucu, diğer enerji türlerine olduğu gibi nükleer enerjiye karşı da, bugünkü şartlarda, kaçınılmaz bir talep vardır. Bunun sonucu görünen odur ki önümüzdeki yıllarda yeni tesislerin kurulması ile nükleer enerji üretimi büyüüp gidecektir. (İlişkin tabloda nükleer enerji alanında kurulu santrallerle 1995 yılında erişilecek güç gösterilmektedir.)

TABLO : 4

Seçilmiş bazı ülkelerde nükleer santrallerin durumu
(Kurulu Güç MW. Olarak Verilmiştir)

Ülkeler	Toplam Reaktör Adedi	Kurulu Güç 1987 Sonu	1995'te Erişilecek Kurulu Güç
Güney Afrika	2	1.844	1.844
Kanada	18	12.132	15.700
ABD	109	91.109	103.800
G. Kore	7	5.398	8.100
Hindistan	7	1.254	3.000
Japonya	36	26.876	39.700
Pakistan	1	128	128
Formoza	6	4.923	4.923
Batı Almanya	21	18.955	23.000
Doğu Almanya	5	1.702	5.200
Belçika	7	5.500	5.500
Bulgaristan	5	1.632	5.400
İspanya	9	5.597	7.600
Fransa	53	43.788	64.000
İtalya	2	1.100	2.800
İngiltere	39	8.724	12.500
İsveç	5	2.931	2.931
Çekoslovakya	8	3.144	7.400
Rusya	56	29.573	90.300
Dünya Toplamı	422	282.674	441.100

Kaynak: Images Economique du Monde 1988 s. 31'deki tablodan yararlanılmıştır

Yukarıda yapılan açıklamalarda genelde atom enerjisinin elektrik üretiminde kullanılması ile ilgili bilgiler özetle verilmiştir. Ancak atom enerjisinden sınırlı da olsa yerleşim yerlerinin ısıtılması yolunda da çabalar mevcuttur. Bunun ötesinde ulaşım alanında da bu enerjiden yararlanılma yolları düşünülmüş ve denenmiştir. Nükleer reaktörün, kapasitesine göre değişmekle birlikte, çok büyük ölçüde soğutma suyu kullanılması nedeniyle elektrik üreten santrallerin genelde su kaynakları (Deniz, göl, akarsu) yanına kuruldukları bir gerçektir. Bu nedenle atom gücünden öncelikle, gemilerde yararlanılması düşünülmüş ve sayısı çok olmakla birlikte, bazı ticari gemilere, buna karşın çok sayıda savaş gemisine nükleer reaktörler konulmuştur.

Ticari amaçlı olarak atom gücüyle giden ilk gemi A.B.D.'inde 1962 yılında servise giren "Savannah"tır. Bu gemi on yıl süreyle A.B.D. ve diğer ülkeler arasında yük taşımış ancak genelde yüksek maliyette çalıştığı için ekonomik bulunmayarak servisten çekilmiştir. Savannah serviste kaldığı süre içerisinde, gemide reaktörle ilgili hiçbir problem çıkmamış ve gemi servis süresince 300.000 deniz mili yol katetmiştir.

Atom enerjisi ile çalışan diğer bir gemi de B. Almanya'da inşa edilen "Otto Hahn" isimli cevher gemisidir. Bu gemi genelde Almanya ile Fas arasında maden cevheri taşımış, serviste kaldığı sürede 650.000 mil katetmiştir.

Ticari amaçla inşa edilen üçüncü gemi ise 1979 da sefere konulmaya çalışılan Japon "Mutsu" yük gemisidir. İnşa edildiği limanın ismi verilen bu gemi bazı teknik problemlerle birlikte doğmuş gibiydi. Şöyle ki, nükleer reaktörün etrafını çeviren koruyucu kılıf (Shield) bir miktar defolu bulunmuş ve bunun sonucu az miktar da olsa, radyoaktif sızıntı tespit edilmiştir. Bu problemin çözümlenmesi için çalışılmış ancak bu arada kamuoyunun sert tepkileri sonucu Mutsu şansız bir gemi olarak servise girememiştir.

Atom enerjisinin gemilerde kullanılmasının sağladığı avantajların başında uzun süre yakıt almadan sefer yapabilmek gelmektedir. Örneğin reaktörüne yeni yakıt konmuş bir gemi yüzbinlerce hatta milyonlarca mil yapabilecek bir potansiyele sahip olabilmektedir. Uzun süre yakıt almadan serviste kalabilme niteliği dolayısı ile özellikle buzkıran gemileri için de nükleer reaktörlerden yararlanılması düşünülmüştür. Bu amaçla inşa edilen Rus buzkıran gemisi "Lenin" 1960 yılında servise girmiş bulunmaktadır. Halen Rusya da atom enerjisiyle giden bir miktar buzkıran gemisinin mevcut olduğu anlaşılmaktadır.

Atom enerjisinden askeri alanda yararlanılması ise, nükleer silahlar dışında, deniz kuvvetlerinde görülmektedir. Halen A.B.D., Rusya, İngil-

tere, Fransa ve muhtemelen Çin donanmalarında 10-12 adedi uçak gemisi, 50-60 adedi kruvazör, destroyer ve fırkateyn, takriben 400 adedi de denizaltı olmak üzere 500'e yakın, savaş gemisinin nükleer enerji ile çalıştığı bilinmektedir.

Buraya kadar yapılan açıklamalardan da anlaşılacağı gibi atom enerjisinden giderek yaygınlaşan bir şekilde yararlanılmaktadır. Bu yararlanmanın barışçıl amaçlarla kullanılması genelde nükleer santrallarda elektrik üretimi şeklinde olmaktadır. Ancak nükleer enerji günümüzde vazgeçilmez bir nitelikte görünmesine karşılık, bünyesinde büyük tehlike ve riskler taşıyan bir nitelikte görülmektedir. Kanımca 21. yüzyılın başında bu enerjiden uzaklaşmak için teknik ve ekonomik alanda çok büyük çabalar sarf edilecektir. Bu çabaların başında, halen üzerinde çalışılmakta olan projelerin, gündeme geleceği şüphesizdir. Bu alanda özellikle teknik bakımdan güneş enerjisinin büyük imkânlar sağlayabileceği anlaşılmış bulunmaktadır ve bundaki ekonomik güçlüklerin de giderek hafifleyeceği anlaşılmaktadır. Bu bakımdan bir çok ülkede yapılan çalışmalara Türkiye'nin de katkılarda bulunması, kendi şartlarında (Ülkenin coğrafi şartlarını da gözönüne alarak) yapabileceği herşeyi yapması gerekmektedir. Bu alanda hedefe varıldığında sinsi ve öldürücü bir enerji yerine tükenmeyen ve çevre kirletmeyen dost bir enerji kazanılmış olacaktır.

Atom enerjisinin savunma sistemlerinde kullanılmasına gelince, bunda da, başta nükleer silahların ortadan kaldırılması hususu olmak üzere, genel bir silahsızlanma sonucu diğer alanlarda olduğu kadar denizlerde dolaşan savaş araçlarının da azaltılması yoluna gidileceği düşünülürse bu alanda çabaların yoğun bir şekilde sürdürülmesi gereği ortaya çıkar.

Bu bakımdan, geniş bir perspektifle değerlendirilme sonucu, nükleer enerjinin pek yakın bir gelecekte olmasa bile, er geç zararlarının ülkeler ve insanlık alemince anlaşılacağı ve bunun sonucunda kullanılmasından vazgeçileceğini ümit etmek pek yanlış olmayacaktır.

Ancak tıpta, tarımda, ve benzeri alanlarda bilimsel araştırmalarda nükleer elementlerden yararlanıldığı ve bunun devamının da insanların mutluluğu ve geleceği için vazgeçilmez olduğu bilinmektedir. Bu bakımdan sınırlı ölçüde de olsa radyoizotoplar ve dolayısı ile radyoizotop üreten reaktörlerle, deneysel reaktörlerin insanlığın hizmetinde bulunmasının itiraz kabul etmez bir husus olduğunu da unutmamak lâzımdır.