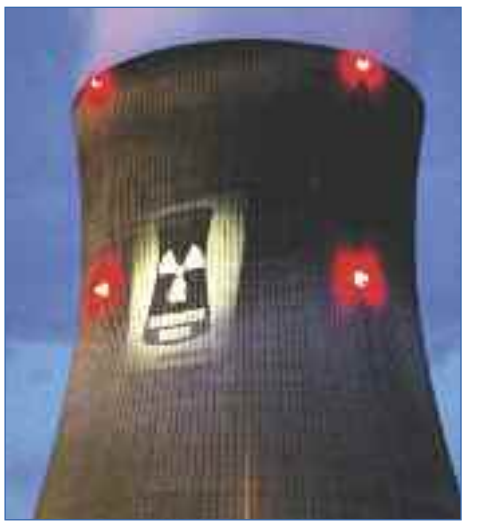

Beklentilere karşılık enerjide Ar-Ge harcamaları yetersiz

Enerji teknolojilerinden beklentiler

Nilgün ERCAN
Kimya Mühendisi

Uluslararası Enerji Ajansı'nın G-8 ülkelerinin eylem planına destek olarak yaptığı 'Enerji Teknoloji Perspektifleri 2008' adlı çalışmasına göre, var olan iş ilişkilerinin aynen sürdürülmesi halinde 2050'ye kadar petrol ihtiyacının yüzde 70, karbondioksit salımının ise yüzde 130 düzeyinde artacağı öngörülmektedir. Özellikle iklim değişikliği konusundaki kaygılar nedeniyle böylesine bir artış sürdürülemez bulunmaktadır.

Tarih boyunca insan tarafından kullanılan enerji kaynakları da değişime uğramış, geçmişte insanın kol gücü, odun, odun kömürü, hayvan gücü, rüzgar ve su gücünden yararlanılırken günümüz dünyasında enerjiyi ağırlıklı olarak temin ettiğimiz fosil yakıtların yoğun olarak kullanımına kadar uzanan bir değişim yaşanmıştır. Fosil yakıtlar denildiğinde, jeolojik dönemlerde organik kalıntıların milyonlarca yıllık süreçte ısı ve basınç altında dönüşümüyle oluşan kömür, petrol ve doğal gaz gibi enerji kaynaklarından söz edilmektedir. Fosil yakıtların kimyasal enerjisi yanma sonucunda ısı enerjisine çevrilmektedir. Günümüzden 250-300 yıl önce buhar gücünün mekanik enerjiye dönüştürülmesi sanayi devrimine olanak sağlamış, üretim artışı ve teknolojinin hızlı gelişimini de beraberinde getirmiştir. Yığınsal üretim ve tüketime dayalı kapitalist büyüme, başlangıçta kömür olmak üzere fosil yakıtların kullanımını da arttırmıştır. Yirminci yüzyılın başında elektrik enerjisinin kullanıma girmesi teknoloji düzeyinde önemli bir gelişme sağlamıştır. Geçtiğimiz yüzyılda,1970'lerdeki petrol şoklarına kadar bol ve ucuz olarak bulunabilen petrol kapitalist gelişmenin şekillenmesinde etkili olmuş, petrol ve türevleri enerji kaynağı olarak kullanılmalarının yanı sıra çeşitli kimyasalların üretilmesine olanak sağlayan petrokimya sanayinin hammaddesini de oluşturmuştur.

Buna karşılık günümüzde alışılagelmiş enerji kaynaklarının ve sistemlerinin geleceği ve sürdürülebilirliği konusu tartışmalıdır. Küresel ekonominin günümüz ile 2050 yılları arasında dört katı büyüyeceğine, aynı dönemde Çin ve Hindistan'daki büyümenin daha yüksek oranlarda olacağına dikkat çekilmektedir. Böylesine bir büyüme hızının yenilenmeyen, sonlu enerji kaynakları ve diğer kaynaklar üzerinde önemli bir baskı yaratacağı açıktır. Fosil kaynakların rezervlerinin coğrafi dağılımı, rezervlerin kalan ömrü, ülkeler arasındaki ilişkiler ve siyasal faktörlerle birlikte düşünüldüğünde enerji arz güvenliğinin riske girdiği genel olarak kabul görmektedir. Bunun yanı sıra fosil yakıtların yanması sonucu açığa çıkan karbondioksit başta olmak üzere, sera etkisi yaratan gazların salımının azaltılması konusu enerji sorununa yeni bir faktör ve kısıtlama daha eklemiş olup, enerji ile ilgili hemen her türlü çalışmanın, belgenin ayrılmaz parçası haline gelmiştir. Günümüzde enerji sorunu dünyada da kimsenin cevabını tam olarak bilemediği bir duruma gelmiştir.

Anahtar niteliğindeki enerji teknolojileri

Uluslararası Enerji Ajansı'nın (UEA) G-8 ülkelerinin eylem planına destek olarak yaptığı **"Enerji Teknoloji Perspektifleri (ETP) 2008"** adlı çalışmasına göre, var olan iş ilişkilerinin aynen sürdürülmesi halinde 2050'ye kadar petrol ihtiyacının yüzde 70, karbondioksit salımının ise yüzde 130 düzeyinde artacağı öngörülmektedir. Özellikle iklim değişikliği konusundaki kaygılar nedeniyle böylesine bir artış sürdürülemez bulunmaktadır.

Bu değerlendirmelere göre enerji temini ve kullanımında küresel bir devrim yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Enerji verimliliğinin iyileştirilmesi bu alanda büyük öneme sahip olmakta, onun yanı sıra yenilenebilirler, karbondioksit tutma ve depolama teknolojilerinin (KTD), nükleer enerjinin ve düşük karbonlu veya karbonsuz ulaşım yöntemlerinin/araçlarının büyük ölçüde devreye girmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Hükümetlerin uzun vadeli politika değişimlerinin gerekliliği, ekonomik büyüklükleri açısından belirleyici durumdaki ülkelerin işbirliğinin zorunlu olduğuna dikkat çekilirken, küresel enerji yapısını ve ekonomisini dönüştürecek on yedi temel teknoloji konusuna yönelik yol haritaları oluşturulmaya çalışılmıştır. Arz ve talep tarafına yönelik bu teknolojiler Tablo-1'de verilmektedir.

Tablo-1 Enerji alanında anahtar niteliğinde görülen teknolojiler

Arz Tarafı	Talep Tarafı
Karbon Tutma ve depolama(KTD)	Bina ve cihazlarda enerji verimliliği
Nükleer santrallar	Isı pompaları
Kara ve denizde rüzgar uygulamaları	Güneş ile ısınma/ısıtma
Biyokütle entegre gazlaştırma kombine çevrim ve birlikte yakma (co-firing)	Ulaşımda verimlilik
Fotovoltaik sistemler	Elektrikli araçlar
Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi	Hidrojen yakıt hücreli araçlar
Kömür: Entegre gazlaştırma kombine çevrim	Sanayide KTD,H2 ve yakıt dönüşümü
Kömür: Ultra süper kritik	Endüstriyel motor sistemleri
İkinci nesil biyoyakıtlar	

Çalışma kapsamında, Hızlandırılmış Teknoloji Senaryoları (Accelerated Technology Scenarios) ve Mavi Senaryolar(Blue Scenarios) olmak üzere iki set üzerinden çeşitli senaryolar hazırlanmış olup, burada Hızlandırılmış Teknoloji Haritası ve Mavi Harita senaryoları üzerinde durulacaktır.

Hızlandırılmış teknoloji senaryoları

Mevcut ya da gelişmenin ileri bir aşamasındaki teknolojilerin emisyon düzeyini 2050'ye kadar 2005 yılı seviyelerine gerileteceği düşünülmektedir. Bu seviyeyi hedefleyen Hızlandırılmış Teknoloji Haritası senaryosu, marjinal maliyeti tasarruf edilen karbondioksitin tonu başına 50 ABD dolarına ulaşan bir dizi teknolojinin devreye sokulmasını öngörmektedir. Varolan teknolojiler üzerinden kurgulanan bu senaryonun maliyeti de az değildir. İçinde bulunduğumuz dönemden 2050 yılına kadar baz senaryoya ek olarak 17 trilyon dolarlık bir maliyet gerektireceği hesaplanmaktadır. Bu değer yıllık 400 milyar dolarlık, yani 2050 yılına kadar her yıl Hollanda'nın bugünkü GSYİH ya da dünyadaki toplam GSYİH'nın yüzde 0.4'ü kadar bir maliyete karşılık gelmektedir.

Daha ileri uygulamalar: Mavi senaryolar

İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamındaki çalışmalarda küresel ısınmanın 2-2.4 derece (C) arasında tutulması için emisyonların 2050 yılına kadar yüzde 50-85 arasında azaltılması gerektiği öngörülmektedir. G8 liderlerinin de 2007 yılındaki Heiligendamm Zirvesi'nde yüzde 50 azaltım hedefini ciddi olarak düşündükleri belirtilmektedir. Bunun uzantısı olarak, ETP kapsamındaki Mavi Harita Senaryosu'nda çok daha yoğun bir teknoloji dönüşüm hedefi ele alınmıştır. Bu Senaryonun hedeflerine göre, iyimser bir tahminle marjinal maliyetleri bir ton karbondioksit başına 200 ABD dolarına varan teknolojiler devreye girecektir. Ancak özellikle ulaşım sektöründeki

teknolojilere ilişkin belirsizlikler düşünüldüğünde bu rakamın 500 ABD doları/ton'a çıkması da olasıdır. Mavi Senaryo enerji alanında yeni politikaların uygulanmasını gerektiren ve enerji sistemlerini tümüyle değiştirecek bir kapsama sahiptir. Ancak, içerdiği bazı teknolojik araştırmaların nasıl sonuçlanacağı bugünden görülemediğinden beraberinde birtakım belirsizlikleri de taşımaktadır. Bu Senaryo'da teknolojik gelişmelerden beklenen emisyon azaltım payları Tablo-2'de verilmektedir.

harcamaları yılda yaklaşık 10 milyar ABD doları seviyesindedir. Özel sektörün harcamalarının da kesin olmamakla birlikte 40 milyar dolar civarında olduğu tahmin edilmektedir. İlave olarak gereken miktar belirsiz olmakla birlikte yılda 10 ila 100 milyar ABD doları bir artış gerekeceği tahmin edilmektedir. Özel sektörün yeterli olmaması nedeniyle, hükümetlerin büyük ölçekli demonstrasyon (uygulanabilirliğin gösterilmesi) projeleri için destek vermesi gerektiği de vurgulanmaktadır.

Tablo-2 ETP Mavi Harita Senaryosu'na göre sera gazı azaltımında enerji teknolojilerinin payı

Baz senaryoya göre emisyon miktarı (2050 yılı)	**62 Gton**
Mavi Harita senaryosuna göre emisyon miktarı (2050 yılı)	**14 Gton**
Emisyon azaltımı için önlem/teknoloji	**Emisyon azaltımındaki payı %**
Nihai kullanımda yakıt verimliliği	24
Nihai kullanımda elektrik verimliliği	12
Nihai kullanımda yakıt değişimi	11
Elektrik üretim verimliliği ve yakıt değişimi	7
Yenilenebilirler	21
Nükleer	6
Karbon tutma ve depolama (KTD)	10
Sanayide KTD ve dönüşüm	9

Mavi Senaryo'nun 2050 yılına kadar 45 trilyon ABD doları seviyesinde bir ek maliyet getireceği hesaplanmaktadır. Bunun yıllık değeri yaklaşık 1.1 trilyon dolar düzeyinde olup, yaklaşık olarak İtalya'nın bugünkü GSYİH'sı seviyesindedir. Her iki senaryo için verilen maliyetlerin net olmadığı, tasarruf edilecek kömür, petrol ve doğal gazın getirisinin söz konusu senaryoların gerektirdiği ek maliyetlerden daha yüksek olduğu vurgulanmaktadır. Özellikle enerji verimliliğini yükseltmeye yönelik gelişmeler maliyet açısından en etkin önlemlerdir. Buna karşılık karbon tutma ve depolama teknolojisi santral verimini azalttığı için tam tersine birim elektrik üretimi için gereken kullanılan yakıt miktarını arttıran bir etki gösterecektir.

Mevcut durumda Ar-Ge harcamaları

Enerji teknolojileri konusunda geleceğe yönelik böylesine iddialı bir tablo çizilirken diğer yandan enerji alanındaki Ar-Ge harcamalarının yıllar içinde azalması da dikkat çekici bir husustur. UEA ülkelerindeki toplam Ar-Ge harcamaları içinde enerji sektörünün payı 1978'lerde yüzde 11 civarında iken, yıllar içinde bir azalma eğilimi göstererek 2006 yılında yüzde 3 civarına inmiştir. Ar-Ge'de en büyük miktar nükleer alanındaki araştırmalara ayrılmaktadır. Tek başına bu açıdan ele almak yeterli olmasa da, mevcut Ar-Ge bütçesinden en yüksek payı alan nükleer enerji, Mavi Harita Senaryosu'na göre 2050'de sera gazı azaltımında kendinden en düşük katkı beklenen teknoloji durumundadır.

AB'de 1980 yılından beri kamu Ar-Ge harcamalarının önemli ölçüde azaldığı belirtilirken, eğer Ar-Ge harcamaları 1980 yılındaki hızında sürdürülebilseydi, günümüzde harcamaların şimdikinin dört katı olması gerektiği vurgulanmaktadır. **(1)** Senaryo hedeflerine ulaşılması için enerji Ar-Ge'si için yapılan harcamaların arttırılması son derece önemlidir. UEA üye ülkelerinin hükümetlerinin Ar-Ge

Petrol başta olmak üzere alışılagelmiş kaynakların fiyatlarındaki artışlar Ar-Ge'ye yönelimi arttıracak etkenler olarak görülse de, piyasanın yapısında yer alan 'belirsizlik' ve 'istikrarsızlık' ile enerji alanının gerektirdiği uzun vadeli programlama uyum göstermemekte, Ar-Ge için de uygun ortam oluşmamaktadır. Ayrıca neoliberal politikaların mantığı gereği, alanı özel sektöre bırakma eğilimleri sonucunda kamunun bu alandaki rolü de geriletilmiştir.

Neoliberal politikalar ve Ar-Ge

Enerji alanında Ar-Ge'ye ayrılan payların azalması ile neoliberal politikalar ilişkili konulardır. Piyasa yaklaşımlarının geçerli olduğu sistemde enerji alanında yapılacak Ar-Ge faaliyetlerinin zayıf yönleri bulunmaktadır. Varolan teknolojilerin hakimiyeti, sistemin ataleti, yeni teknolojilerin piyasaya girmesinin uzun süre alması, kısa vadeli ekonomik kazançlarının yeterli görülmemesi, enerji alanındaki araştırmaların riskinin yüksek olması, özel sektörün yapısı gereği riski düşük, kısa vadede getirisi olan araştırma-geliştirme çalışmalarına ilgi duyması enerji alanındaki yenilikleri engelleyici faktörlerdir.

Petrol başta olmak üzere alışılagelmiş kaynakların fiyatlarındaki artışlar Ar-Ge'ye yönelimi arttıracak etkenler olarak görülse de, piyasanın yapısında yer alan **"belirsizlik"** ve **"istikrarsızlık"** ile enerji alanının gerektirdiği uzun vadeli programlama uyum göstermemekte, Ar-Ge için de uygun ortam oluşmamaktadır. Ayrıca neoliberal politikaların mantığı gereği, alanı özel sektöre bırakma eğilimleri sonucunda kamunun bu alandaki rolü de geriletilmiştir.

Ekonomik krizin etkileri

Günümüzde ekonomik krizin etkilerinin iyice açığa çıktığı gözönünde bulundurulduğunda, geçtiğimiz yıllar içinde gerileyen enerji araştırma geliştirme faaliyetlerinin geleceği konusunda da pek iyimser olmak mümkün değildir. Ekonomik krizin ve petrol fiyatlarındaki düşüşün enerji yatırımlarını etkilediği yönünde haberler çıkmaya başlamıştır. **(2)** Çeşitli ülkelerde yapılması beklenen enerji yatırımlarının ertelendiği veya kapsamının daraltıldığı bildirilmektedir. ABD kaynaklı bazı haberlere göre rüzgar ve güneş enerjisi alanında faaliyet gösteren firmalar kredi darlığı ve ekonomik kriz nedeniyle zor duruma düşmüş olup, işçi çıkarmaya başlamışlardır. **(3)**

Ayrıca genel olarak fiyatlardaki belirsizlik, yatırımları etkileyen bir faktördür. Geleneksel enerji kaynaklarının, özellikle petrol fiyatlarının yarattığı etkinin yanı sıra, karbon piyasası ile yerleştirilmeye çalışılan anlayışa göre düşük karbonlu teknolojilere dayalı yatırımların yapılması için belli başlı itici faktör karbondioksitin piyasa fiyatıdır. Halen ekonomik krize bağlı olarak bir ton karbonun piyasa fiyatı 10 Avro civarına düşmüştür. Uzmanlar, bu rakamın yenilenebilir enerji yatırımları için yeterli olmadığını, yenilenebilir enerji yatırımlarının özendirilmesi için bu fiyatın 25 Avro'dan yukarıda olmasının gerektiğini belirtmektedir.

Enerji ihtiyacı ne için?

Ayrıca hakim söylem sürekli olarak hızla artan enerji ihtiyacına vurgu yapmakta, ancak söz konusu ihtiyacın hangi üretim ve tüketim için gerekli olduğu konusunu hiç gündemine almamaktadır. Sermaye birikimi ve büyüme üzerine dayalı sistemde üretim kararlarının itici gücü sermaye sahibi ve **"kar"** beklentisidir. Kar edilecekse ne üretilirse üretilsin sistem bununla ilgilenmemekte, tüketim de buna göre şekillendirilebilmekte, pazarlamak için **"ihtiyaç"** yaratılabilmektedir.

Eşitsizlik üreten sistemde bir yanda temel ihtiyaçlarını karşılayamayan bir yoksullar dünyası, diğer yanda ise aşırı tüketim içinde bir azınlık söz konusudur. Dünya nüfusunun en yoksul yüzde 40'ı küresel gelirin ancak yüzde beşini alırken, en zengin yüzde 20'si dörtte üçüne sahip olmaktadır. İnsanların en az yüzde 80'i günde 10 doların altında bir gelirle yaşamını sürdürmekte, dünya nüfusunun yüzde 80'inden fazlası gelir farklılaşmasının giderek arttığı ülkelerde yaşamaktadır. **(4)** Sosyoekonomik sistemin yapısını dikkate almayan, teknolojik gelişmeleri bundan soyutlayarak çare olarak gören politikaların doğal kaynaklar ve yerkürenin taşıyabilme kapasitesi üzerindeki baskıları geriletmesi mümkün görünmemektedir.

Ekonomik daralma sonucunda üretim, enerji ihtiyacı ve dolayısıyla sera gazı emisyonları da en azından bir miktar azalacak ya da öngörülen hızda artmayacaktır; ancak ekonomik kriz sonucunda Ar-Ge'ye ayrılacak mali kaynakların azalması ve uygulanan ekonomik politikaların beraberindeki diğer açmazlar, uzun vadede enerji teknolojilerinde olması beklenen dönüşüme katkı sağlamayacaktır. Geleceğin enerji sistemlerini oluşturmak ve enerji üretim-tüketim yapısını şekillendirmek üzere hemen bugünden başlaması gerektiği düşünülen süreç, neoliberal politikaların yarattığı belirsiz ve istikrarsız ortama bırakılmış görünmektedir. Bu nedenle, egemen kesimlerin iddiaları, savundukları politikalar, enerji teknolojilerinden beklentileri ile varolan durum ve şimdilik görünen gidişat karşılaştırıldığında ortaya pek de tutarlı bir tablo çıkmamaktadır. ■

DİPNOTLAR

1- W, Raldow, "European Research Priorities in the Electricity Sector", Electricity Research Road Map in Europe, Final Conference, Eurelectric; Brüksel, 20 Şubat 2008.

2- "Global energy investment hit by financial crisis" 28.01.2009 Reuters, Forbes.com'da alınmıştır

3-"Dark days for green energy", Intenational Herald Tribune, 4 Şubat 2009

4- Global issues,: http://www.globalissues.org/article/26/poverty-facts-and-stats., Eylül 2008

KAYNAKÇA

**Energy Technology Perspectives Strategies&Scenarios to 2050, IEA/OECD, 2008*
-Executive Summary,
-Fact sheet-The Blue scenario www.iea.org/textbase/techno/etp/fact_sheet_etp2008.pdf
-Paper prepared for the International Energy Workshop, 30 Haziran-2 Temmuz 2008, www.ies.org/Textbase/techno/etp/iew_paper.pdf