



# Uygarlıkların Ateşi: Enerji

**Prof. Dr. Namık Kemal Pak**  
**TÜBİTAK Başkanı**

İnsanlığın uygarlık yolculuğunda aldığı yol, şimdiye kadar kullanılan aletler ya da ürünün ortaya çıkarılış biçimiyle ölçülmüştür. İşte, taş devri, maden devri, 10.000 yıl sürmüş tarım devri, 250 yıl önce Batı'dan başlayarak dünya uygarlığına damgasını vuran sanayi devrimi ve ortaya çıkardığı sanayi toplumu, enformasyon devrimi ve günümüzde uygarlığın temsilciliğini yapan bilgi toplumu gibi. Bu gelişme içinde ani sıçramalar görülse de, temelde düşük çözünürlüklü bir hareket izlenimi veriyor. Bir başka deyişle, karlı bir televizyon ekranında belirsiz bazı hareketlerin akışı gibi görünüyor bu ilerleme. İlerleme eksenini, belkemiği seçilemiyor. Daha yakından baktığımızdaysa bu belkemiğinin, uygarlığın ilerleyiş ekseninin enerji olduğunu görürüz.

Dünya, sahip olduğu ekonomik gönenci bilim-teknolojiye, büyük ölçüde 20. yüzyılda geliştirilen bilim ve teknolojiye borçlu. Bir diğer çarpıcı gözlem ise insanlığın 20. yüzyılda tükettiği enerjinin, daha önceki tüm zamanlar-

da tüketilen enerjinin 10 katı olması. Enerji insanlığın değil, evrenin tarihiyle yaşıt. Sonsuz yoğunlukta, sonsuz sıcaklıkta bir enerji paketçisinin çözülmesiyle ortaya çıkan evrenimiz, içinde herbiri milyarlarca yıldızı, olası gezegeni barındıran milyarlarca gökadayı yöneten, değişik biçimlerdeki enerji.

Enerji, şimdilik yaşam barındırdığını bildiğimiz tek gezegenin ve onun şimdilik tek hakimi olan bizlerin de kaderine egemen. 400.000 yıl önce mağara ocaklarında yanmaya başlayan ilk ateşler bizi bugünlere taşıdı. Aslında bir bakıma insan uygarlığının yükselişi, kullandığı ateşin sıcaklığındaki yükselişi izliyor. Mağaralardaki odun ateşinin birkaç yüz derecelik sıcaklığından, endüstri devriminin yüksek fırınlarındaki 2000 derecelik sıcaklığa, oradan deneysel füzyon makineleri içinde 150 milyon derece sıcaklıkların üretildiği günümüz teknolojisine geldik.

Bu süreç içinde her teknolojik ilerleme bir sonrakini tetikledi. 19. yüzyılın başlamasından itibaren

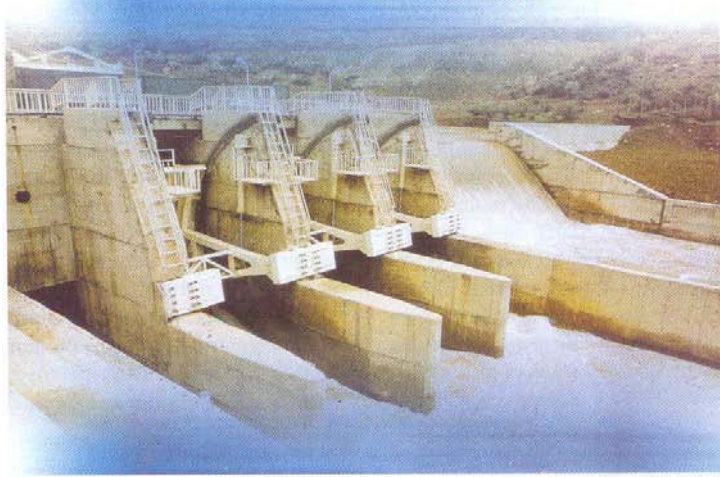
enerji kaynakları rüzgar, su ve odundan, kömüre kaydı. Kömürün başlıca yakıt olduğu 18. yüzyılın başlarında sanayi devriminin birinci evresinde James Watt'ın buhar makinesini daha işlevsel bir tasarıma kavuşturmasıyla kolaylaşan üretim ve malların demiryollarıyla, buharlı gemilerle ucuza taşınabilmesi, sanayi üretimini hızlandırdı. 19. yüzyılın sonunda elektrik enerjisinin yaygın kullanımı, içten patlamalı motorlar, otomobiller, uçaklar, kimya ve metalurji endüstrileriyle kendini belli eden bir paradigma yarattı. Sanayi devriminin bu ikinci evresine damgasını vuran ve petrokimya sanayilerine hammadde oluşturan enerji kaynağıysa petrol ve doğal gaz. 20. yüzyılın sonlarından itibaren sanayi devriminin üçüncü evresini yaşıyoruz. İletişim ve Bilgi Teknolojileri Devrimi olarak da betimlenen bu evreyse kendini giderek hızlanan ve yaygınlaşan bilgisayarlar, ileri malzemeler, optik elektronik, biyoteknolojiler ve son yıllarda da nanoteknolojiyle belli ediyor.

Peki, insanlığın bilgi toplumu ol-

mayı hedeflediği bu aşamada enerji gereksinimlerimize yaklaşımımız nasıl? Bu sorunun cevabı, yalnızca refah düzeyimizi ilgilendirmiyor. Yeryüzündeki varlığımız, hatta Dünyamızın gelecekte üzerinde yaşanabilir bir gezegen olarak varlığı, enerji teknolojilerinin nasıl kullanılacağı konusuyla yakından ilgili.

Günümüz, insanlık adına öğüdüğümüz bilimsel atılımların başdöndürücü bir hız kazandığı bir gün. Bu başarıda enerjinin önemini uzun uzadıya anlatmaya gerek yok. Ancak daha geniş bir perspektiften bakınca, binlerce yıldır insanların kafasını kurcalayan soruların pek azına cevap verebildiğimizi görüyoruz. Henüz bilmediklerimiz karşısında başarılarımız küçülüyor. Geçmişe dönüp evrenin ortaya çıkışını, işleyiş mekanizmasını anlamak istediğimizde daha fazla enerjiye gereksinim duyuyoruz. Oluşturduğumuz maddenin ilk biçimlerini görebilmek için daha fazla enerji gerekli. Oluşmadığımız, tanımadığımız, yeni yeni farkına vardığımız, tanıdığımız maddeden çok daha büyük hacim ve kütledeki karanlık maddeyi anlamak için de.

Enerjiye tabii ki yalnızca bilimsel araştırmalarımızı yapabilelim, merak ettiğimiz gizleri çözebilelim diye gereksinim duymuyoruz. Sanayi Devrimi sırasında dünyada birkaç yüz milyon insan yaşarken, günümüzde bu sayı altı milyar. Bu da, ısıtılması ya da soğutulması gereken en az bir milyar konut demek. Benzin ya da mazotla çalışan en az 500-600



milyon araç demek. Bu kadar insanın gıdasından, en temel gereksinimlerinden tutun, uygar yaşamın gerektirdiği asgari düzeyde konforun sağlanması için sanayi üretimi demek. Üstelik gelişmekte olan ülkelerin geçirmesi gereken ekonomik dönüşüm, enerji gereksinmelerini daha da artırıyor. Üstüne üstlük, dünya nüfusundaki artışın %90'ının da bu enerjiye aç ülkelerde meydana geleceği hesaplanıyor. Bu durum, ve petrole doğal gaza artan bağımlılık, yalnızca gelişme yolundaki ülkelerin değil, dünyanın enerji bütçesine ağır yükler getiriyor.

Petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıt kaynaklarının dünya üzerindeki dengesiz dağılımı ve bunların işletilmesi ve taşınması için yapılan muazzam yatırımlar da, bunlara bağımlılığı körüklediği gibi alternatif, yenilenebilir yakıtların geliştirilmesi için yapılan araştırmalara ayrılan fonların güdük kalmasına neden oluyor.

Bugün dünyada üretilen petrolün yarısı, doğal gazın en az altıda biri ve kömürün de onda biri başka ülkelerce satın alınıyor. Bu kaynaklardan doğal gaz, çıkarıldığı yerlerden dağıtım merkezlerine 1 milyon kilometre, petrole 400.000 kilometre boru hattıyla taşınıyor. Bu rakamlara yerel dağıtım şebekeleri dahil değil. 3000'e yakın tanker dünya denizlerinde ham petrol, 100'e yakını da sıvılaştırılmış petrol gazı taşıyor.

Enerji, çağımızda uygarlığın ölçüsü. Gezegenimizin üzerinde yaşayan herkesin, onun sunduğu kaynaklardan daha çok yararlanabilmesi elbette hepimizin istediği bir şey. Bu bağlamda 100 yıl öncesine göre oldukça mesafe katedildiği de bir gerçek.

Ancak, başarılarımıza bakarken, hoşlanmadığımız, dolayısıyla gözlerimizi kapatmayı tercih ettiğimiz bazı olguları, tüm çabalarımıza karşın bilincimizden atamı-

yoruz. Özetleyecek olursak, yarın biz ne olacağız, gezegenimiz ne olacak? Böylesine büyük, üstelik gün geçtikçe büyüyen bir talep karşısında fosil yakıt kaynaklarının çok uzun ömürlü olmayacakları açık. Nitekim, fosil kaynaklar, oluşmalarından 100.000 kat daha hızlı tüketiliyorlar. Yüz yıl önce dünya enerji gereksiniminin yaklaşık dörtte üçünü karşılayan kömür, bugün



ihtiyacın dörtte birine ancak yetiyor. Petrol ve doğal gazla birlikte yüzde 60'ın üzerinde bir pay sahibi. Gezegenimizin fosil yakıtlarının toplamının bugün 10 trilyon varil petrole eşit olduğu düşünülüyor. Bu durumda milyarlarca yılda oluşmuş fosil yakıt zenginliğimizi, iyimser bir hesapla yaklaşık 100-150 yıl sonra tümüyle tüketmiş olacağız! Bir de tabii, bu dizginsiz gidişin ekolojik faturası var. Büyük ölçüde ileri sanayi ülkelerinden kaynaklanan aşırı karbondioksit ve öteki sera gazlarının salımı sonucu ortaya çıkan global ısınma olgusu,

beş on yıl öncesinin kötümser tahminlerinin de ötesine geçerek, kontrolden çıkmış iklim değişikliğini ciddi ve yakın bir tehdit olarak gündemimize getirmiş bulunuyor. Burada mitolojiden bir alıntı yapmak istiyorum. Ateşi çalan Prometheus'un başına gelen, bir kayaya zincirlenmek ve bir yandan denizin dalgalarıyla dövülürken, bir yandan da güneş ışınlarıyla kavrulmak oldu. Fosil yakıtlardaki gücü zapteden modern insanın başına gelense, bireysel ve çevresel sağlığını kaybetmek olabilir.

Bu noktada insanoğlunun teknolojik gelişmelere borçlu olduğu ekonomik gönençle, çevre ve sağlık gibi yaşam kalitesini belirleyen göstergeler bakımından karşılaştığı ikilemler çok çarpıcı. 19. yüzyılın başlarına kadar enerji kaynaklarımız içinde ağırlıklı yer tutan rüzgar ve hidrolik enerjinin, sanayi devrimi sırasında hükümlerliklerini kömürle başlayarak fosil yakıtlara kaptırmaları, bugünse bu eski enerji kaynaklarına alternatif enerji kaynakları olarak geri dönüş çabaları da oldukça çarpıcı.

Yakınlaşan tehdit, fosil yakıtların yerine, temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını acil bir gereklilik haline getiriyor. Peki bu kaynaklar neler? Bunların kullanımı gerçekten mümkün mü, yoksa abartılı hayallerle mi oyalanıyoruz? Fosil yakıtlar dışındaki enerji envanterimiz hiç de azımsanacak gibi değil. Bu envanterden yararlanma derecemiz ise gözümüzü kamaştıran tüm ilerlemelere karşın insan olarak

uygarlığımızı madalya kürsüsüne taşımaktan uzak. İnsanlığın potansiyel olarak yararlanabileceği bu envanter ne? İsterseniz önce buna bir bakalım: Gezegenimizdeki enerji kaynaklarının neredeyse tümüne yakın çok büyük bir bölümünü Güneş'e ya da Güneş Sistemi daha oluşmadan gerçekleşen kozmik evrime borçluyuz. Güneş'e borçlu olduklarımız, tükenmeye yüz tutmuş olan fosil yakıtlar, gezegenimiz yüzündeki biyokütle, rüzgar ve Dünyamız yüzeyine düşen radyasyon. Doğrudan Güneş'e borçlu olmadığımız kaynak, nükleer enerji. Bunların dışında Ay'ın çekim gücünden kaynaklanan gelgit enerjisi ve Dünya'nın çekirdeğindeki nükleer bozunmanın ortaya çıkardığı jeotermal enerji de sayılabilir.

Güneş'in her yıl Dünya yüzeyine bıraktığı enerji, 178,000 terawatt-yıl gücü eşdeğerinde. Bu da tüm insanlığın bugünkü toplam enerji arzının yaklaşık 15.000 katı! Bu miktarın çok küçük bir bölümünü kullanabilesek bile insanlığın enerji diye bir sorunu kalmayacağı açık. Oysa, bu miktarın çok küçük bir bölümünü kullanabiliyoruz. Dünya'ya düşen Güneş ışığının %30'u geri yansıyor ve %50'si de yerkabuğunca soğuruluyor, ısıya çevriliyor ve yeniden yayınlanıyor. Geriye kalan %20'lik bölümde hidrolojik döngüyü çeviriyor. Güneş'ten gelen ışınımın ancak binde altısı, tüm yaşam ve tüm fosil yakıtların kaynağı olan fotosentez sürecinden sorumlu. Yine de, kullandığımız enerjinin çok büyük kısmını, Güneş enerjisinin bu küçük

bölümünün yarattığı fosil yakıtlardan elde ediyoruz. Çok daha büyük bir depo olan rüzgar, su, ve biyokütle gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının, toplam enerji tüketimimizdeki payıysa ancak %18; nükleer enerjinin payı ise yalnızca %4.

Günümüz fizikçileri, gezegenimizin tüm enerji potansiyelini kullanabilme noktasına, iklimi de kontrol becerisi kazanarak, 200 yıl içinde gelinebileceğini ortaya koyuyorlar. İki yüz yıl içinde Dünya'nın siyasi coğrafyasının ne biçim alacağını bilemiyoruz kuşkusuz. Ola ki ekonomi, kültür ve iletişim alanında bugünden gözlediğimiz globalleşme, o tarihe kadar siyasi alana da çoktan yansımış olacak. Ancak kullanılan enerjinin türü, üretim ve kullanım biçimleri konusunda zorunlu hale gelecek değişiklikler, bu gidiş içinde ulus ya da birey olarak bizlere, bu oluşuma, bu bütüne hem daha fazla katkıda bulunmak, hem de bütünden daha çok yararlanma olanağı sağlayabilir.

Ülkemiz, günümüz uygarlığının üzerine oturduğu enerjinin dağılım ve bölüşümünde adil bir pay alabilmiş değil. Kaynaklarımızın çoğunu, gereksinim duyduğumuz enerjiyi, gücü ya satın almak, ya da pahalı ve zor yöntemlerle üretmek zorunda kalıyoruz. Bu ulus olarak enerjimizin önemli bir bölümünü harcıyor. Bizi yoruyor. Oysa uygarlık, gezegenin tüm enerji olanaklarını seferber etme yolunda ilerledikçe, bizde olmayan fosil kaynaklar görece önemini yitiriyor. Po-

tansiyel yeni kaynaklarda, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi ve daha başkaları, bizim görece avantajlarımız ortaya çıkabiliyor. Artık fosil enerji kaynaklarının yokluğu ayaklarımızda pranga değil. İnsan uygarlığına sınıf atlatma sürecine, bizim insanlarımız, araştırmacılarımız, mühendislerimiz de daha onurlu, daha adil bir payla katılabilme durumunda.

Bu yalnızca insanlığın uzak geleceği için önemli değil. Yaratıcı yöntemler, her zaman yüceltmek görevini taşıdığımız ulusumuzun yakın geleceği, kısa ve orta vadeli hedefleri için de önemli. Biz, insanlığın gelecekteki kaderi belirlenirken, bu kaderin belirlenmesinde aktif bir rol oynamak istiyoruz. Ekonomik, siyasi, kültürel bütünleşme sürecinde, bu rolümüzün hiçbir şekilde tartışılmayacağı kümeler içinde yer almak istiyoruz. Kuşku yok ki, bu yeni yapılanma içinde insanlarımız için isteyeceğimiz yer, bütüne yapabileceğimiz katkıyla orantılı olacak.

Bu katkının düzeyini de bizim gelişmişlik düzeyimiz, yani günümüzdeki uygarlık düzeyinin küçültülmüş bir modeli belirleyecek olursak da bizim kendi uygarlık düzeyimizi belirleyen, kullanabildiğimiz enerji miktarıyla, bu miktar daha etkin kullanarak artırmak için seferber etmemiz gereken yenilik yapma yeteneği. Belki şu anda günlük çözümlerin yıpratıcı arayışı içindeyiz. Ama ulusal planda da, insanımıza has, sahip olmakla övündüğümüz güçlerimizi, bizi her zaman kriz-

lerden düze çıkarabilmiş gizil enerjimizi de seferber ederek Cumhuriyetimizin 100. yılında ulusumuzu bu uygarlık yarışında daha ileri bir noktaya taşımak istiyoruz. Türkiye, demografik ve coğrafi bakımdan dünyada % 1.1 ağırlığa sahip. Buna karşılık, dünyanın ekonomik katma değeri ve bilimsel üretimine katkısı % 0.6 düzeyinde. Enerji tüketimiye, toplam tüketim içinde %

0.8'lik bir paya sahip; kişi başına tüketim ise dünya ortalamasının 3/4'ü kadar. Ancak, ekonomisinin enerji yoğunluğu, yani birim GNP yaratmak için kullanılan enerji, AB ortalamasının 2 katından fazla. Bütün bunlar, Türkiye'nin demografik alandaki ağırlığının ekonomik ve sosyal gönence tam olarak yansıtılmadığını gösteriyor. Doğru kararları alabilir, doğru seçenekleri bulabilirsek, insan uygarlığı içinde ulusumuza düşen pay bir çoğunun sandığından daha büyük olabilir.

Bu noktaya gelmemiz de daha yakın olabilir.

