21. Yüzyıl Kitaplığı



Petro-Kıyamet

Küresel Enerji Krizi Nasıl Çözüle(meye)cek?

Antonio Turiel

Çeviren: Saliha Nilüfer

TÜRKİYE İŞ BANKASI
Kültür Yayınları



Genel Yayın: 5892

21. Yüzyıl Kitaplığı önümüzdeki onyıllarda insanlığın karşı karşıya kalacağı büyük sorunları; politika, ekonomi ve teknoloji alanlarında daha şimdiden görünür hale gelen gelecek tahayyüllerini konu almayı amaçlıyor.

Bilim insanları tarafından yeni bir çağa girdiğimiz söyleniyor: Antroposen. İnsan faaliyetlerine bağlı bu evrim iklim krizi, kaynakların tükenmesi, biyolojik çeşitliliğin yitirilmesi ve artan kirlilik gibi birbirine bağlı yönleriyle çarpıcı bir şekilde gerçekleşiyor. Bu noktaya nasıl geldik? Kapitalizmin dinamizminde önemli yer tutan, yenilik üretme ve yenilenme kapasitesine durmaksızın hayat veren krizlerin 21. yüzyılda yerini felaketlere bıraktığını mı göreceğiz?

İklim krizi kaynaklı kitlesel göçler, verimliliği giderek azalan konvansiyonel enerji kaynakları ve hammaddeler için rekabet gibi sistemsel etkilerin şekillendireceği yeni jeopolitik manzara neye benzeyecek? Canlı nüfusunun ve çeşitliliğinin şaşırtıcı bir hızla erozyona uğramasıyla birlikte karşılaşabileceğimiz kıtlıkların etkilerinden kaçınırken konfor ve uygarlık seviyesini korumak ne ölçüde mümkün olacak? Yenilenebilir enerji, "yeşil" olduğu iddia edilen teknolojiler; yapay zekâ, akıllı ağlar ve nano-biyo-teknolojilerden oluşan "dördüncü sanayi devrimi" gezegeni ve büyüme idealini kurtarabilecek mi?

Giderek ivmelenen teknolojik değişimler ve altı kıtaya yayılmış tedarik zinciriyle küresel ekonomi toplumların karmaşıklığını ve bağımlılığını artırdığı gibi risk faktörlerini de büyütüyor. Başına buyruk, öngörülemez biçimde ilerleyen ve insan inisiyatifini beyhude kılan bir dünyada yaşadığımız algısı teknobilimlerin dizginsiz egemenliğiyle bir arada kuvvetleniyor.

Bilgisayar sistemleri toplumları nasıl dönüştürüyor? Siyasi özgürleşme getireceği umulan internet ve dijital teknolojiler sansür, propaganda ve gözetimde yeni olanakları açarak otoriter rejimlerin önemli bir müttefiki haline mi gelecek? Bilim kurguyu bilime dönüştüreceği umulan ve her yıl öğrenme hızı yüz kat artan yapay zekânın işgücü piyasasında yaratacağı kaçınılmaz altüst oluş karşısında eğitim öğretim sistemini neler bekliyor? Embriyoların manipülasyonu yoluyla ortaya çıkan yeni öjenizmin aile, din ve ahlak anlayışımız üzerindeki etkileri neler olacak? Yakın gelecekte insanoğlu yerini, kendi icadı olan varlıklara, yarı-makinelere, yarı-organizmalara, post-insanlara mı bırakacak?

21. Yüzyıl Kitaplığı'nda tüm bu sorulara, onları doğuran süreçlere ve olası çözümlere odaklanan güncel eserlere yer vermeye çalışacağız.

21. YÜZYIL KİTAPLIĞI

ANTONIO TURIEL
PETRO-KIYAMET
Küresel Enerji Krizi Nasıl Çözüle(meye)cek?

ÖZGÜN ADI
Petrocalipsis: Crisis energética global y cómo (no) la vamos a solucionar

© Antonio Turiel, 2020
© Alfabeto Editorial, 2020

İSPANYOLCA ASLINDAN ÇEVİREN
SALİHA NİLÜFER

© TÜRKİYE İŞ BANKASI KÜLTÜR YAYINLARI, 2023
SERTİFİKA NO: 40077

EDİTÖR
DEVRİM ÇETİNKASAP

GÖRSEL YÖNETMEN
BİROL BAYRAM

DÜZELTİ
NECATİ BALBAY

GRAFİK TASARIM UYGULAMA
TÜRKİYE İŞ BANKASI KÜLTÜR YAYINLARI

I. BASIM KASIM 2023, İSTANBUL

ISBN 978-625-429-633-8

BASKI: AYHAN MATBAASI
Mahmutbey Mah. 2622. Sok. No: 6/31 Bağcılar İstanbul
Tel. (0212) 445 32 38 Faks: (0212) 445 05 63
Sertifika No: 44871

Bu kitabın tüm yayın hakları saklıdır.
Tanıtım amacıyla, kaynak göstermek şartıyla yapılacak kısa alıntılar dışında
gerek metin, gerek görsel malzeme yayınevinden izin alınmadan
hiçbir yolla çoğaltılamaz, yayımlanamaz ve dağıtılamaz.

TÜRKİYE İŞ BANKASI KÜLTÜR YAYINLARI
İstiklal Caddesi, Meşelik Sokak No: 2/4 Beyoğlu 34433 İstanbul
Tel. (0212) 252 39 91 Faks (0212) 252 39 95
e-posta: info@iskultur.com.tr
www.iskultur.com.tr

ÇEVİREN: SALİHA NİLÜFER

1972 İstanbul doğumlu. İngilizce, İspanyolca ve Katalancadan çeviri yapıyor ve vakit buldukça yazıyor.
Bolano, Marias, Arlt, Borges, Hobsbawn çevirdiği yazarlardan bazıları. Çocuk edebiyatıyla uğraşmayı özellikle çok seviyor.

21. Yüzyıl Kitaplığı

Antonio Turiel

PETRO-KIYAMET

Küresel Enerji Krizi Nasıl Çözüle(meye)cek?

Çeviren: Saliha Nilüfer

TÜRKİYE İŞ BANKASI
Kültür Yayınları

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ IX
Bölüm 1: Petrolden Nasıl Vazgeçeceğimizi Neden Bilemiyoruz? 1
Bölüm 2: Neden Petrol Kullanmaya Devam Edemeyiz? 5
Bölüm 3: Hidrolik Çatlatma Yöntemi Neden Bizi Kurtaramaz? 11
Bölüm 4: Neden Ağır Petrollerle Fazla Yol Alamayız? 17
Bölüm 5: Okyanusun Derinliklerinden ya da Kuzey Kutup Bölgesi'nden Neden Daha Fazla Petrol Elde Edemeyiz? 23
Bölüm 6: Biyoyakıtlar Neden İşe Yaramıyor? 29
Bölüm 7: Neden Doğal Gaza Geçiş Yapamıyoruz? 35
Bölüm 8: Kömür Neden Sorunu Çözen Etken Olamaz? 41
Bölüm 9: Nükleer Enerji Neden Sorunlarımızın Çözümü Olamayacak? 47
Bölüm 10: Hidroelektrik Enerji Neden Daha Fazla Gelişemez? 53
Bölüm 11: Neden Her Şeyi Rüzgâr Enerjisiyle Besleyemeyiz? 57
Bölüm 12: Neden Milyonlarca Güneş Paneli Kurmuyoruz? 61
Bölüm 13: Neden Faaliyetlerimizi Sadece Yenilenebilir Enerji Kaynaklarıyla Sürdürmemiz Mümkün Değil? 67
Bölüm 14: Tasarruf ve Verimlilik Neden Çözüm Değil? 71
Bölüm 15: Neden Su Motoru Diye Bir Şey Yoktur? 77
Bölüm 16: Neden Serbest Enerji Diye Bir Şey Yok? 83
Bölüm 17: Neden Çoğumuzun Elektrikli Arabası Olmayacak? 91
Bölüm 18: Çevreye Verdiğimiz Zarar Neden Göz Ardı Edilemez Boyutlarda? 97

Bölüm 19: İklim Değerleri Neden Eski Haline Dönmeyecek? 103
Bölüm 20: Neden Bu Krizden Asla Kurtulamayacağız? 109
Bölüm 21: Covıd-19 Krizi Neden Düşüşümüzü Hızlandırdı? 117
Bölüm 22: Asıl Değiştirilmesi Gereken Nedir? 123
Bölüm 23: Neden Mümkün? 131
Kaynakça 135

Geçmiş anılarımın hatırına, Agustín ve Carmen'e
Bugünümün tanıklığına, Montse'ye
Gelecek umutlarıma, Alba ve David'e

ÖNSÖZ[1]

20. yüzyılın son yıllarında "*olumlu düşünelim*" patlamasına tanık olduk. Yeter ki "olumlu düşünün," bütün sorunlarınız hallolur deniyordu. Elbette sorunlar ortaya konabilirdi ama ne olursa olsun bir çözüm önerilmeli, bir iyimserlik havası estirilmeliydi. Okur da bütün sorunların bir çözümü olduğu kanısındaysa bu kitap ona göre ol*ma*yabilir, öyleyse şimdiden okumaktan vazgeçebilir. Yine de elinize aldığınız için teşekkür ederim.

Çünkü şüphesiz bu bir "neler mümkün değil" kitabı; aslında "değil, yok, olmaz" bu kitapta en sık tekrarlanan kelimeler. Niyetim okurun huzurunu kaçırmak ya da hayata küskün biri gibi felaket tellallığı yapmak değil. Kesinlikle hayır. Bu kelimeleri yinelememin tek amacı var; bugüne dek yapageldiğimiz pek çok şeyin

1 Geçen Mart ayında bu kitap gün yüzüne çıkmak üzereyken COVID-19'un yayılması her şeyi iyice altüst etti. Biz de bunun üzerine kitabın basım tarihini Eylül'e erteledik. Bu aylar boyunca kitabın yazarı yeni pandeminin enerji sorunlarıyla bağlantılı etkilerini konu alan bir bölüm daha ekledi. Bu metnin keskin bir dille ve gayretle savunduğu temel görüş bugün altı ay öncesi kadar geçerli ve gün geçtikçe geçerliliği daha da artacak. (İspanyol yayıncının notu)

esasen sorunlarımızın çözümü *olmadığını*, görünüşe bakılırsa asla da olamayacağını açıkça göstermek. Yineliyorum çünkü niyetim, uzun zaman önce yanlış olduğu kanıtlandığı halde günümüzdeki tartışmaları tıpkı on yirmi otuz hatta kırk yıl öncesindeki gibi şekillendiren yerleşik bir dizi fikri kökünden söküp atmak. Bu konuları önemsiyorum çünkü başımıza gelenleri anlama çabasında hepsi birer anahtar sunuyor.

Bu krizi asla atlatamayacağız. En azından yarattığımız ekonomik ve sosyal çerçeve içinde mümkün değil. Bunun bol keseden ortaya atılmış bir önerme olduğunu sanmanızı istemem. Aslında başımıza gelecekler uzun süredir biliniyordu; fakat değişmek bir türlü işimize gelmedi ve değişmedik. Şimdiyse daha fazla bekleyecek zaman kalmadı: Eylemlerimizin kati sonuçlarıyla karşılaşacağımız günler geldi çattı.

Peki, ben kim oluyorum da bu krizden *asla* çıkamayacağımızı söylüyorum? Aslına bakarsanız, bir bilim insanıyım. Gerçi alanım iktisat değil, fizik ve matematik. Bir fizikçi ekonomiden ne anlasın diyeceksiniz. Haklısınız, pek anlamaz: Ekonomi bilgim daha çok kendi kendime öğrendiğim temel bazı meselelerden ibaret. O zaman bu krizden asla çıkamayacağımızı nasıl bu kadar kesin bir dille öne sürüyorum? Çünkü bu krizden çıkamayacak oluşumuzun sebepleri ekonomiyle değil fizikle ilgili, yani ekonomik açıdan yeniden büyüme dönemine girmemiz fiziksel olarak imkânsız; daha ötesi var, küçülmeye mahkûmuz. Bir başka deyişle, bizi buna mahkûm eden fizik yasaları. Sonumuzun tam olarak nereye varacağını bilemiyorum ama kati olarak bildiğim bir şey varsa o da nereye var*ma*yacağı.

Klasik eğitim almış iktisatçı maddi dünyanın ekonomi dünyasına fiziksel sınırlar konması fikrini reddedebilir; bu yaklaşımı kabalık, cahillik, çiğlik, saflık olarak görebilir (örneğin Paul Krugman "Hatalar ve Salımlar" adlı bir makalesinde buna benzer bir şey söylüyordu). Fakat maalesef, dünyanın ekonomik gerçekliğine ve evrimine dair ayrıntılı araştırmalar ekonominin *fiziksel* bir temele oturduğunu, dolayısıyla gezegenin sınırlarına tabi olduğunu ortaya koyuyor: Ekonominin "soyut bir varlık" olmadığını, "fiziksel mahiyeti" olduğunu, herkes ve her şey gibi mekaniğin ve termodinamiğin yasalarına göre belirlendiğini gös-

teriyor. Neyse ki ekolojist ekonomi ya da durağan durum ekonomisi[2] (büyüme olmayan bir sistemi savunan iktisat ekolü) gibi yeni nesil iktisat ekollerinin pek çoğu, bu gerçekliği bir süredir çalışmalarına dahil ederek oluşturdukları yeni ekonomi tasarımında ekonomiyi daima olageldiği şekilde, maddi dünyanın bir alt kümesi olarak ele alıyorlar. Fakat maalesef bunlar azınlıkta kalan ekoller ve henüz çok da dikkate alınmıyorlar.

O müthiş olumlu düşünme safsatasını, her sorunun muhakkak bir çözümü olduğu fikrini çürütmek çok zor değil. Bütün sorunların bir çözümü olmadığını göstermek amacıyla okurun sabrına sığınarak, genellikle okul söyleşilerinde kullandığım basit bir matematik sorusuna başvuracağım. Soru şu: Toplamları beşe eşit olan iki çift sayı bulabilir misiniz? Bir çözüm geliyor mu aklınıza? Aslında bu problemin bir çözümü yok, iki çift sayının toplamı çifttir, beş ise tek sayıdır. Sanırım fark ettiniz. Çözümü olmayan problemler mevcuttur ve böyle durumlarda genellikle problemin yanlış kurulduğunu söyleriz.

Elbette bu çözümsüz aritmetik probleminin gerçek dünyaya uyarlanması güç, son derece yavan bir örnek olduğunu düşünebilirsiniz. O halde, farklı bir soru soralım: Sonlu bir gezegende sonsuz biçimde büyüme becerisine sahip bir ekonomik sistem bulabilir misiniz? Soyut varlıklardan değil "fiziksel varlığa" sahip bir ekonomik sistemden söz ediyoruz; bugüne kadar gelmiş geçmiş bütün ekonomik sistemler öyleydi, halihazırdakiler de öyle, olması gereken de budur – yeri gelince bunu açıklayacağız. Bu sorunun bir çözümü var mı peki? Yok, çünkü burada da soru yanlış kurulmuş, problemin formüle ediliş tarzı çözümün imkânsızlığını ele veriyor. Şu anda İspanya hükümetine ya da diğer ülkelerin yönetimlerine danışmanlık yapan iktisatçılara da sorsanız bu probleme verecek bir yanıt bulamazlardı. Gelgelelim ekonomik sistemimizin işlevini sürdürebilmesi için büyümeye gereksinimi

2 Durağan durum ekonomisi: Sabit servet ve nüfusa dayalı, zaman içinde büyüme seyri göstermeyen ekonomik sistem; esasen 1970'lerden sonra ekolojist iktisatçı Herman Daly'nin çalışmalarında yer almıştır. Durağan durum ekonomisi, büyüme temelli standart bir ekonomik sistemdeki başarısızlığın göstergesi sayılan "ekonomik durgunluk ve gerileme"den farklı olarak iradi bir siyasi tercihe dayanır – ç.n.

var, malum: GSYH yılda %2 oranında artmazsa ne işsizlik düşer, ne bankalar kredi verir, ne de şirketler yatırım yapar. 2007'de başlayan ve asla sona ermeyecek olan krizden beri kısa süreli mola dönemleri yaşansa da esasen bir gerileme döngüsünden diğerine savruluyoruz. Çünkü ne zaman toparlanmaya başlasak görünmez bir duvara, kimsenin görmediği bir cam tavana tosluyoruz; günü geldiğinde ona kafamızı öyle bir çarpacağız ki geri tepeceğiz. Daha beteri, cam tavan alçalıyor da; yukarı çıkmak istedikçe her seferinde daha da alçalıyoruz.

Söz konusu cam tavan aslında enerjiden, denebilir ki, esasen petrolden oluşuyor. Şöyle ki: Enerji olmadan ekonomik faaliyet gerçekleşemez; ne kamyonlar, ekskavatörler ne de traktörler ve arabalar yerinden oynar. Plastik ya da gübre üretimi yapılamaz, sular arıtılamaz, sağlık hizmetleri yerine getirilemez. Enerji olmadan hiçbir şey işlemez. Fakat bu cam tavanın aynı zamanda finansal, sosyal sorunlar ve kirlilik gibi farklı bileşenleri de var. Üstümüze çökmekte olan bu tavanın bütün katmanları hakkında uzman olmasam da enerji bileşenini oldukça iyi ve çevre bileşenini de yeterince iyi biliyorum. Özetle, sizden ricam bu sayfalar boyunca beni takip etmeniz; enerji ve çevreyle ilgili bileşenlerini açıkça tahlil ederek size bugün geldiğimiz aşamada, yola aynı şekilde devam etmemizin neden mümkün olmadığını açıklayacağım. Amacım, tam olarak nereye doğru gittiğimizi değilse de kesinlikle nereye doğru gitmediğimizi anlaşılır kılmak.

Bu yolculuğu tamamladığımızda okur da benim gibi esas sorunumuzun, problemin doğru formüle edilmemesi olduğunu anlayacak: İmkânsızı gerçekleştirmeye çalışıyor, mantıken her seferinde duvara çarpıyoruz. Fakat kendi kendimizi o kadar kandırdık, aslı astarı olmayan öyle çok beklenti yarattık ki koşulları yeniden tasarlamadan (toplumumuz için ulaşılabilir hedefleri ortaya koymadan) önce atılacak ilk adım, problemin hatalı ortaya konduğunu tüm boyutlarıyla göstermek. O yüzden her şeyi açık seçik gözler önüne seren böyle bir kitaba ihtiyaç vardı. Bilinçlerimizi uyuşturan o peri masallarına hayır; hepsine binlerce kez dur demeli artık! Aklın ışığını kullanarak karanlıkları dağıtacak, nereye doğru yönelmemiz gerektiğini anladıktan sonra yolumuzu aydınlatıp gitmek isteyeceğimiz yerler arasından olası en iyi hedefi saptayacağız.

Bu kitaba ilişkin büyük hayallerim yok. Akademi dünyasından birilerinin çıkıp da bizi uçuruma sürükleme tehlikesi taşıyan (işsizlik ve eksik

istihdam belası ortadadır), öte yandan hükümetlerin tek geçerli yol diye bellediği saçmalıklara dair uyarılar yaptığı ilk kitap değil bu. Sayıları hayli fazla olan, ana akım medyaya kolayca ulaşan büyüme ideolojisi taraftarlarının bu kitaptan şu veya bu veriyi bağlamından koparıp çarpıtarak metinde olmayan şeyleri ben söylemişim gibi öne süreceğini biliyorum. Daha önce de başvuruldu bu tür yöntemlere, bundan sonra da başvurulacak. Bugünle dün arasındaki en önemli farksa şu: Bugün o kadar çok –hem de ağır– sorun birikti ki suni tartışmalarla zaman kaybetmek toplumsal düzenimizin devamı için felaket anlamına gelebilir.

Kitabı yazıp taslakları temize çekerken artık eskide kaldığını düşündüğüm bölümlere yeni savlar ekleyerek bir adım ileri bir adım geri ilerledim. Metni sadece tutarlı değil aynı zamanda kolay sindirilebilir bir forma sokmak için epey uğraştım. Fakat benim için en önemlisi kamuoyundaki tartışmalarda çözüm olarak ileri sürülen pek çok şeyin neden *yapılamayacağını* anlaşılır kılmaktı; bunu yaparken mühendislikten jeolojiye, fiziğin çeşitli alanlarına varana dek pek çok disiplini kapsayan bu karmaşık konunun içerdiği sayısız teknik ayrıntıda boğulmamaya çalıştım. Dolayısıyla kati bazı nicelikler telaffuz etmekten elden geldiğince kaçındım, her kaynağı bir diğeriyle bağlantılı olarak ele almayı yeğledim ki böylelikle her birinin görece önemi daha belirgin ortaya çıksın. Aynı zamanda, her bir teknolojik çözümün getirdiği zorlukları ve sınırlamaları ortaya koyarken temel sorunların altını çizmek adına teknik olarak çapraşık açıklamalar yerine en anlaşılır ve yalın yolu seçtim. Dolayısıyla kimse bu kitapta bir veri yığını, fiziksel ve kimyasal süreçler ya da mühendislik işlemleri hakkında kılı kırk yaran tezler, hatta kanıtlanmış veya muhtemel doğal kaynaklara dair tahminler bulmayı beklemesin. Bu satırlarda atıfta bulunulan tüm konuları enine boyuna tartışabilmek için en az yirmi yazarlı ciddi bir ansiklopedi kaleme almak gerekirdi; sonuçta ortaya çıkacak ürün de salt uzmanların başvurabileceği bir kaynak kitap olurdu. Şu anda yapmak istediğimse bu değil, niyetim topluma mesaj göndermek; sade söylenmiş ama sağlam temellendirilmiş savlarla okura şunu açıklamak: Sorunlarımıza tamamen yanlış yönden baktığımızdan doğru bakış açısını büsbütün kaybettik, bu sırada yolu şaşırdık ve olması gereken yönde ilerlemiyoruz. Kısacası niyetim, anlatılıp duran şeylerin aslında *neden gerçekleşmeyeceğini* ve bunu idrak etmezsek sonumuzun neden tam anlamıyla felaket olaca-

ğını açıkça göstermek. Bu felaketin ilk emaresi petrol kıtlığı olarak baş gösteriyor – *petro-kıyamet* adı da buradan geliyor.

Öne sürdüğüm fikirlerin mümkün mertebe geniş kapsamlı olmasına gayret ederken iddialarımın yer yer doğruluktan yoksun kaldığı düşünülmesin; aksine, bu fikirleri basitleştirmeye çalışırken bazı hatalı savlarda bulunmaktan kaçınmak için çok daha temkinli ve titiz olmaya çalıştım – gerçekten imkânsızlıkları belirleyen hususlara, her bölümde bıkmadan usanmadan tekrar edilen *neden olmayacak* konusuna odaklandım. Teknik kısımları epey azalttığım, genel okur açısından en yakıcı konuları ele almaya çalıştığım halde elbette bu satırlar arasında karşılaşacağı ayrıntı düzeyini yine de aşırı bulacak okurlar olabilir. Onlardan ricam fikirlerimi destekleyebilecek sayısız tabloyu, grafiği ve denklemi kitabın dışında bıraktığımı düşünerek bu ayrıntıları mazur görmeleri. Diğer yandan, burada sunduğum kilit bazı verileri kendi bildikleriyle çelişkili görüp tartışmalı bulabilecek son derece eğitimli başka okurlar da çıkabilir. Onlardan da ricam biraz sabır gösterip gözlerine ilişen ilk çelişkide metni hemen küçümsememeleri, her bir veriyi ve önermeyi defalarca gözden geçirdiğimi, söylediklerimle onların bildiği arasındaki farkın belli anahtar terimlerin kullanımından ileri gelebileceğini hesaba katmaları (örneğin birincil enerjiyle nihai enerji arasındaki fark gibi). Bunun dışında kuşkusuz bazı veriler kısmen ya da hatırı sayılır ölçüde belirsizlik de içerebilir. Ortaya konan veriler yeter ki üzerinde tartışılabilir, gözden geçirilebilir olsun; okuyup karşılaştırır, gerekli incelemeyi yaparız. Kuşkusuz, söylediklerim mutlak doğru değil, bir şekilde yanılabilirim: Bunu sırası gelince tartışırız. Şimdi uzun süredir bir kenarda bekleyen, göz ardı edilen bir tartışmayı açma zamanı. İşte buna evet, hemen yapalım bunu, çünkü harekete geçmek için vaktimiz giderek daralıyor.

Bölüm 1

Petrolden Nasıl Vazgeçeceğimizi Neden Bilemiyoruz?

Petrol kullanımının çevreye zarar verdiği herkesçe bilinen bir gerçek. Elbette yersiz değil bu bilgi; petrol tüketimi solunum rahatsızlıklarına yol açan pek çok zehirli gazın yanı sıra büyük miktarlarda karbondioksit salımı yaratarak küresel iklim değişikliğine de katkıda bulunuyor. Ayrıca petrolün çıkarılması sırasında yatakların olduğu bölgelerde suyun ve toprağın da kirlenme ihtimali var. Yine de ondan bir türlü vazgeçemiyoruz. Aslında petrol kullanmaktan nasıl vazgeçileceğini bilmiyoruz. Peki, bunun nedeni ne? Onu bu denli iştah açıcı, yeri doldurulmaz kılan nedir?

Petrol bir fosil yakıt, daha somut ifadeyle söylersek, teknik tabirle fosil kaynaklı bir likit hidrokarbondur. Milyonlarca yıl boyunca yeryüzünün derinliklerinde gömülü duran organik maddelerin çürüyüp dönüşmesiyle oluşmuş, içinde bolca hidrojen ve karbon atomu ihtiva eden moleküllerin karışımından ibarettir. Diğer yakıtlar gibi petrol de küçük hacimlerde çok fazla enerji barındırır; yani enerji yoğunluğu yüksek bir maddedir. Onu hem bu denli ilgi çekici hem de gerekli kılan özelliği de aslında işte bu.

Şöyle ki: Bir litre petrol takriben otuz milyon jullük enerji ihtiva eder. Konuya aşina olmayanlar bunun az mı çok mu olduğuna karar

vermekte zorlanabilir çünkü bir julün (uluslararası enerji ölçü birimi) tam olarak neye tekabül ettiğini kestirmek kolay değildir. Enerjiyi daha anlaşılır terimlerle ifade etmek için yararlı bir karşılaştırmaya başvurup enerji miktarını bir insanın birim saatteki fiziksel çalışmasıyla ifade edebiliriz. Bedensel olarak sağlıklı bir yetişkin, aşağı yukarı günde sekiz saat boyunca ortalama yüz vatlık kas gücü (birim zamanda üretilen enerji) sergiler. Bir vat saniyede bir jullük enerjinin tüketilmesine eşittir, dolayısıyla, ortalama bir işçinin yüz vatlık kol gücü saniyede yüz jullük ya da dakikada 6.000 jullük yani saatte 360.000 jullük enerji üretimine tekabül eder. Buradan hareketle, bir litre petrolün içerdiği otuz milyon jullük enerji işçimizin seksen üç saat yoğun güç harcamasına eşdeğer olacaktır. Bu da aşağı yukarı, kesintisiz üç buçuk gün ya da sekiz saatlik olağan mesai üzerinden söylersek on günlük çalışmadan biraz fazlasına denk gelir. Ancak bu değer rafine edilmemiş petrol için geçerlidir; benzin ya da mazottan söz ediyorsak enerji içeriği %30 artar.

Bu emsalsiz enerji yoğunluğu sayesinde son derece ağır makineleri saatlerce hareket ettirebilmek ya da çok küçük bir yakıt deposuyla yüzlerce kilometre yol almak mümkün olur. Kullandığımız arabaları düşünelim: Sadece kırk beş elli litrelik bir depoyla kaç yüz kilometre yol alabiliyorsunuz? Bazı araçlar uygun bir sürüşle, saatte yüz kilometrenin üstündeki cidden şaşırtıcı hızlarda bin kilometre bile yol gidebilir. Bir litre benzin arabanın on beş yirmi kilometre yol gitmesini sağlar. Birkaç ton ağırlığındaki o aracı elinizle iterek on beş yirmi kilometre ilerletmek için ne kadar uğraşmanız gerekirdi? Modern arabaların içten yanmalı motorlarında yakıtın sadece %25'inden faydalanılmasına rağmen–evet buna rağmen– petrolün muazzam enerji yoğunluğu sayesinde büyük dedelerimizin aklına hayaline gelmeyecek şeyleri başarabiliyoruz.

Petrol günümüzde dünya ekonomisinin yaşam kaynağı haline geldi. *Petrol* "ulaştırma" demek: Üretilen petrolün tamamı ulaştırmada kullanılmıyorsa da ulaştırmanın büyük kısmı ona dayanıyor. Kişisel ve gündelik ulaşımda yararlandığımız araba ve motosikletlerden kamyonet, tır ve gemilerle yapılan yük taşımacılığına ve uzun mesafeli ulaşım ile taşımacılıkta kullanılan uçaklara kadar petrol dünyada ulaştırmanın sürdürülebilmesini mümkün kılıyor. Geçtiğimiz on yıllara damgasını vuran ucuz ve bol petrol sayesinde küresel ulaştırma sistemi genişleyerek günümüzdeki devasa boyutlarına vardı; küreselleşme rüyası da

bu sayede gerçek oldu. Bugün Çin'de kitlesel olarak üretilen mallar büyük nakliye gemilerine yüklenen konteynerlerle dünyanın bütün denizlerini kat ediyor.

Bugün Batılı ailelerin her birinde en az bir araba mevcut, bu da gelişmiş ülkelerde otomobil üretimini önde gelen endüstrilerden biri haline getirerek ekonomik faaliyet ve istihdam yaratıyor. Bu kadarla da sınırlı değil; petrol aynı zamanda altyapıları inşa etmek, bakım ve onarımını sağlamak için kullandığımız ekskavatör ve vinçlerden tutun da kitlesel ölçekte gıda üretimini sağlayan traktör ve hasat makinelerine kadar bilumum demirbaşın çalıştırılmasında da kullanılıyor (bir de tabii petrolün kimyasal kullanım alanları var: Plastik, ayıraç, katran, parafin vs. petrolden üretiliyor).

Esasında petrolle beslenen dev bir canavar yarattık. Ekonominin devri daimini sağlayan, bize iş, güvenlik, besin sağlayan bir dev bu... Günümüzde dünyada tüketilen enerjinin üçte biri petrolden geliyor, bu da onu kullandığımız en önemli enerji kaynağı haline getiriyor. Petrolsüz bir hayat istiyoruz çünkü petrolün çevre için iyi olmadığının bilincindeyiz fakat onu kullanmaktan bir çırpıda vazgeçmemiz imkânsız.

1970'in başlarında, İsrail'e verdikleri desteğe misilleme olarak Arap ülkeleri, Batılı ülkelere aylarca süren ve 1980'lerin ortalarına kadar etkileri hissedilen bir ambargo uyguladıklarında petrole ne kadar bağımlı olduğumuz ayan beyan ortaya çıkmıştı. O zamanlar henüz küreselleşmenin ne olduğundan habersiz, bugün tükettiği petrolün ancak yarısını tüketen bir dünyadaydık ama yine de yabana atılmayacak, ciddi bir ekonomik kriz yaşandı.

2008'de ise petrol fiyatları uçuşa geçmiş, aynı yılın Temmuz ayında yüz elli dolar civarına ulaşmıştı. Bu tarihten iki ay sonra, ABD federal yetkilileri yatırım şirketi Lehman Brothers'ı kurtarmama kararı aldılar; şirketin iflas etmesi COVID-19'a gelinene kadar son yirmi otuz yıl içinde yaşanmış en derin krizin zincirlerinden boşalmasına sebep oldu. Yüksek faizli eşikaltı konut kredileri krizin yıllar boyu aynı şiddette sürmesi için gerekli yakıtı sağlarken yüksek petrol fiyatları yangını ateşleyen kıvılcımdı; çünkü kullandığımız asli enerji kaynağının o günkü fiyatları ekonomik faaliyetlerin büyük kısmını sürdürülebilir olmaktan çıkarmıştı.

Petrol kullanmayı bırakmamız gerekiyor fakat 1973 ve 2008 örneklerinin gösterdiği üzere ondan bir çırpıda vazgeçemeyiz.

En makul çözüm, kullanımından peyderpey vazgeçmeye yönelik bir plan benimsemek. Gelgelelim çok yönlü kullanım alanları olması, kolay nakledilmesi, enerjisinin bu denli yoğun olması gibi neredeyse sihirli özellikleri nedeniyle bu likitten vazgeçmemiz epey zor. Halihazırda en azından onun kadar ucuz ve verimli başka enerji seçenekleri de olmadığından fiilen gerçek bir değişim yaşanmıyor. Çünkü bu değişimlerin neticesi o kadar kârlı, ekonomik değil – o kadar gerekliler mi değiller mi, aslında ona da henüz tam kani değiliz.

Gelgelelim Kasım 2018'de alarm zilleri şiddetle çalmaya başladı. Ufukta yeni bir tehlike belirmişti; doğal kaynaklar üzerinde çalışan uzmanlar aslında bizi bu konuda yıllardır uyarıp duruyordu. Siyasi temsilcilerin ve ekonomideki büyük aktörlerin esasen senelerdir bildiği ama ellerinden geldiğince kulak arkası etmeyi yeğlediği bir tehlikeydi bu; kulak arkası etmişlerdi çünkü basitçe çözülemeyecek kadar yakıcı bir konuydu: Bir sonraki bölümde ele alacağımız *peak oil* ya da "petrol üretiminde zirve" denen sorundu bu. İstesek de istemesek de, bizi petrol kullanmaktan vazgeçmeye zorlayacak ciddi bir sorun bu. Öyle ki, biz ondan vazgeçemeden petrol bizi çoktan bırakmış olacak...

Bölüm 2

Neden Petrol Kullanmaya Devam Edemeyiz?

Petrole ihtiyacımız var çünkü her şey ona bağımlı. Ondan vazgeçmemiz gerekiyor fakat bütün ekonomik ve sosyal sistemimizin işleyişinde ciddi sonuçlar yaratacağı için bunu ancak kademeli olarak yapabiliriz. Peki, petrolümüz her geçen yıl biraz daha azalmaya başlarsa ne olacak? Kendimiz için en elverişli koşulları yaratamadan, ya bütün dengemizi borçlu olduğumuz bu kaynağa bel bağlayamaz hale gelirsek?

Peak oil, dünyada var olan petrolün çıkarılmasında azami noktaya ulaşıldığına işaret eder. *Petrol* dediğimizde aslında bu kelimeyi son derece geniş bir anlamda kullanıyoruz: Bu terimle herkesin bildiği petrole az çok benzeyen tüm sıvıları kastediyoruz (ki buna yeni adlandırmada *geleneksel ham petrol* adı verilirken aşağı yukarı ona benzer diğer sıvılara *geleneksel olmayan petrol* deniyor). Uzun zamandır bilindiği üzere, dünyanın petrol rezervleri muazzam olsa da petrol çıkarma (ya da üretme) hızımız muhtelif fiziksel etkenler yüzünden sınırlıdır ve belli bir değerin üzerine çıkamaz. Daha da kötüsü, azami seviyesine ulaştıktan sonra petrol çıkarma hızı geri dönüşü olmayan biçimde peyderpey düşecektir.

Petrolün yeraltında hangi koşullarda bulunduğuna baktığımızda, üretiminde yaşanan bu düşüşü kavramamız da kolaylaşır. Petrol genellikle gravyer peynirini andıran irili ufaklı deliklerle dolu gözenekli kayalardaki boşluk ve oyuklarda bulunur. Aynı zamanda *rezervuar* olarak adlandırılan bu gözenekli kaya, petrolü tamamen içine emmiş bir süngere benzetilebilir. Bir petrol yatağını işletmeye başladığınızda yüzeyden rezervuar kayaya ulaşılana dek sondaj yaparsınız. Petrol hem sıvı halde olduğundan hem de bulunduğu derinlikte üzerindeki kayanın bütün ağırlığıyla yüksek bir basınca maruz kaldığından bir kaçış yolu açılır açılmaz kuvvetle yüzeye fışkırmaya başlar. Sıvı serbestçe akmaya devam etse de çıkarma işlemi sürdükçe rezervuar kaya sıkışır: İçindeki petrol azaldıkça akıl almaz basınçlara maruz kalan kaya sertleşir ve sağlamlığı artar. Bu durum petrolün akışı üzerinde olumsuz etki yapar çünkü sıvının kayanın içinde dolaştığı kanallar önce tıkanır, kaya çöktükçe de tümden kapanır. Petrolün akışındaki azalmanın önüne geçmek için petrol şirketleri en azından bir süreliğine çıkarma işlemini yüksek değerlerde tutmalarına olanak tanıyan (*artırılmış petrol teknikleri* adı verilen) muhtelif tekniklere başvurur; genellikle içine basınçlı su ya da gaz püskürtülen ilave kuyular açılır; böylece kayanın içindeki basınç korunur ve oluşumun kendi içine çökmesi engellenirken petrol de sondaj kuyularına doğru itilir. Bazen yatayda sondajlar uygulanır; bazı durumlarda petrolün akmayı sürdürmesi için kaya parçalanır, bazen de aynı kaya oluşumunun farklı bir kısmından petrole ulaşmak için ilk sondaj kuyusuna belli bir mesafede yeni bir kuyu açılır. Sonunda kayada kalan da *dağınık petrol* yani küçük damlalar, cepler halinde kayanın şurasına burasına dağılıp kalmış petrol olacaktır. Kayanın içerdiği petrolün büyük kısmı asla gün ışığına çıkmayacaktır, çünkü o kadar dağınık durumdadır ki, onu çıkartmaya uğraşırken harcanacak enerji ve para, karşılığında elde edilecek ürüne değmeyecektir: Geleneksel bir petrol oluşumunda bulunan bütün petrolün takriben %35'inin çıkarılabildiğini düşünebiliriz.

Bu şekilde yılankavi daracık kanallarla birbirine bağlanan boşluklardan oluşan son derece karmaşık bir geometriye sahip rezervuarlardaki petrolün geniş alana dağılmış olması, sadece kayadaki tüm petrolün neden çıkarılamadığını değil üretimin neden azami seviyeye ulaşılıp sonra düşüşe geçeceğini de açıklıyor. Nitekim başlangıçta birbirine kolayca

bağlanmış kanallardaki bütün petrolü çıkarır, en çok verim alacağımız noktada sondaj yaparız. Petrol yatağı aşırı kullanılıp yaşlandıkça, giderek daha az petrol çıkarmak uğruna daha fazla çaba sarf etmek gerekir. O noktaya gelindiğinde şirket hesap kitap yapar; çıkarılacak her litre petrol için en fazla belli bir miktar harcama yapabilir. Bazen teknolojik yöntemlerle sondajın kapasitesi kısmen iyileştirilebilir; hatta kimi durumlarda petrolün birim satış fiyatındaki artışlar şirketin biraz daha para harcamayı göze almasını sağlayabilir ama bunların hiçbiri bir kuyudaki üretimin düşüşe geçeceği, birkaç damla petrol elde etmek uğruna daha fazla para harcamanın anlamsızlaşacağı o nihai aşamanın eninde sonunda gelip çatacağı gerçeğini değiştirmez.

Petrol ticareti yapan şirketler petrol tedarikinde asla bir sorun yaşanmayacağına insanları inandırmak için, dünya petrol rezervlerinin muazzam olduğuna dair klişeyi döne döne tekrarlarlar. İşin tuhafı, kuyuların zamanla verimliliklerini yitirmesi sorununu en iyi anlayanlar aslında kendileridir. Ayrıca bu rezervlerin muazzam olmasının hiç önem taşımadığını da en iyi bilen yine onlardır. Aslına bakılırsa, aşağı yukarı petrole benzeyen her tür hidrokarbon rezervinin toplam hacmini hesaba kattığımızda, günümüzdeki günlük doksan üç milyon varillik tüketim hızıyla rezervlerin tamamını tüketmek için önümüzde daha birkaç yüz yıl olması gerekirdi. Mesele şu ki, söz konusu bütün bu hidrokarbonların çıkarılma hızıyla onları tüketme hızımız eşit değil; bu işlem jeoloji ve fiziğin yasaları uyarınca belli sınırlamalara tabi. Deyim yerindeyse, doğa petrolle ilgili hesaplarımıza sınır koyuyor, her ay canımızın istediği kadarını değil ancak onun izin verdiği kadarını çıkarabiliyoruz. Esas sorun da buradan kaynaklanıyor"

Uzmanlar yıllar boyu petrolün çıkarılmasındaki bu sınırlamayı açıklayıp durduğu halde (ilk önce 1950'de Marion King Hubbert, sonra aynı yüzyılın sonlarında Colin Campbell ve Jean Laherrère, çok sonraları da İspanya'da başta ünlü profesör Mariano Marzo ile mühendis Pedro Prieto olmak üzere pek çok kişi) meselenin özüne dair genellikle ciddi bir kafa karışıklığı mevcut. İnsanlara "petrolün tükenmesinden" söz ettiğinizde çoğunluk, hiç akla gelmeyen bir anda artık tek damla bile petrol çıkarılamayacağını, bir gecede bolluktan feci bir kıtlığa düşüleceğini sanıyor. Bu hatalı bakış açısı petrol çıkarmayı bir deponun musluğunu açmakla bir tutmaktan ileri geliyor; ne de olsa sıvılar son

damlasına kadar akmayı sürdürür. Oysa az önce açıkladığımız gibi yerin altından petrol elde etmek çok daha karmaşık bir işlemdir ve bir üretim eğrisi takip eder: İlk başta yükselir, zirveye ulaşır, sonra düşüşe geçer. Bu yüzden, petrolün tükenmesi sorunu üretimin bir anda durmasıyla değil belli bir aşamadan itibaren azalmaya başlamasıyla ilgilidir, bu düşüş de onlarca yıl içinde gerçekleşir. *Peak oil* konusu aslında yıllar içinde maaşı azalan bir insanın yaşadığı duruma benzetilebilir: Başlangıçta bu onu pek rahatsız etmeyebilir ama gel zaman git zaman maaş hiç kesilmese de azaldıkça ay sonunu getirmek daha çok çabaya mal olacaktır. Petrol çıkarılmasındaki sınırlılık ile kastedilen, şu an karşı karşıya olduğumuz durum da tam olarak bu: "Enerji gelirimizde" kaçınılmaz, geri dönüşsüz –ve peyderpey artacak– bir düşüş yaşanıyor.

Uluslararası Enerji Ajansı, 2010'da ilk kez, *geleneksel ham petrol üretiminin* (bildik petrolün) 2005-2006 arasında tavan yaptığını açıkladı. O yıllarda günlük neredeyse yetmiş milyon varille tarihteki azami noktasına ulaşarak sonrasında ağır ağır düşüşe geçti: 2018'in sonlarında geleneksel ham petrol üretimi günlük 67 milyon varil civarındaydı.[3] Şansımıza bugün tüketilen sıvı petrolün tamamı geleneksel ham petrol değil; bunun içinde *geleneksel olmayan* diğer petroller de var, onlar da 2018'in sonunda, günlük ilave 26 milyon varile tekabül ediyordu ve 2018'in ortasında toplam rakam 93 milyon varile ulaşmıştı. Dolayısıyla, şu anda bütün petrol sıvılarının üretimini artırabilecek tek şey geleneksel olmayan petrollerdir. Ancak bu da yeterli değil, geleneksel olmayan petrollerin geleneksel ham petrol üretimindeki düşüşü de telafi etmeleri gerekir; söz konusu düşüş günümüzde ılımlı bir seyirde ilerlese de önümüzdeki yıllarda hızlanacak. Peki, geleneksel olmayan petroller bütün petrol sıvılarına yönelik giderek artan tüketimimizi sürdürmemize olanak sağlayabilir mi?

İlerleyen bölümlerde bunun neden olmayacağını göreceğiz: Geleneksel olmayan petroller petrol üretiminde artışı sürdürmemizi kesinlikle sağlamayacak. Daha kötüsü: Belki de bu üretime hiç kalkışmamak daha akıllıca olabilirdi çünkü tabiri caizse bize daha feci bir düşüşün yolunu açmış oldular. Fakat daha ileri gitmeden önce *geleneksel olmayan petrollerin* neler olduğunu sıralayalım:

3 2022 için rakam günde 62,7 milyon varildir (yazarın notu).

1- Doğal gaz sıvıları.
2- Biyoyakıtlar.
3- Aşırı derin sulardaki petroller.
4- Kanada'da ve Venezuela Orinoco Nehri kuşağında bulunan bitümlü[4] kumluk alanlardaki ağır petrol bileşenleri.
5- Hidrolik çatlatmayla (*fracking*) elde edilen sıkı kayalardaki hafif petroller.

İlk madde hariç bu kategorilerin hepsine birer bölüm ayıracağım çünkü önümüzdeki yıllarda birer mucize vaadi gibi sunulacak bu içi boş kaynaklara medyada bolca ilgi gösterileceğine eminim. Birinci maddedeki doğal gaz sıvıları bahsini fazla genişletmeye gerek görmedim çünkü bu, tam bir bölüm ayıracağım doğal gazın üretimiyle bağlantılı ve çıkarılan doğal gazın bir yan ürünü. Ayrıca sıvılaştırılmış doğal gazın neredeyse tamamı –%90'ı– bütan ve propandan oluşur; bu maddeler (sınırlı şekilde) benzinin yerine kullanılabilse de gerçek anlamda petrole benzemekten uzaktır; çünkü başka bir sürü nedenin yanı sıra, onlara *sıvılaştırılmış doğal gaz* dense de ortam sıcaklığında ve atmosfer basıncı altında normalde gaz olan maddelerden söz etmekteyiz (bunlar ancak doğal gaz çıkarılırken uygulanan muazzam basınç nedeniyle sıvıya dönüşürler). Sıvılaştırılmış doğal gazın fiiliyatta sadece rafinerilerde, daha somut söylersek, plastik imalatında kullanılan propilen ve butilen maddelerinin üretim hattında önemli bir yeri vardır. Yani doğal gaz sıvıları, petrolün yerini fiilen sadece plastik üretiminde doldurabilir; yakıt ikamesi olarak sınırlı kullanımları vardır, o yüzden bu kapsamda ele alınmalarına gerek görmedim.

4 Bitüm: Ham petrolden uçucu ve hafif yakıtlar rafine edildikten sonra kalan, akışkanlığı az, katı ve yarı-katı halde bulunan ağır petrol bileşeni. -ç.n.

Bölüm 3

Hidrolik Çatlatma Yöntemi Neden Bizi Kurtaramaz?

1970'te, ABD geleneksel ham petrol üretiminde azami seviyeye ulaştı. Bu tarihten neredeyse on beş yıl önce ise ünlü jeolog Marion King Hubbert bu dönüm noktasını öngörmüştü. O dönem bütün dünya Hubbert'in tahminlerini alaya alsa da ünlü jeolog öngörüsü gerçekleştikten sonra hiç değilse birkaç yıllığına büyük şöhrete kavuştu. Hubbert'in tahmini, hem yeni petrol yatakları bulma olasılıklarını hem de petrol sondajındaki verimliliği dikkate alan basit bir modele dayanıyordu. Hubbert, modelinin bir yerinde mütemadiyen yeni petrol kuyuları keşfedilip işletileceği halde petrol üretiminin sonunda düşüşe geçebileceğini belirtir. Yani sadece yeni yatakları açıp işleterek petrol üretimindeki düşüşün önüne geçilmesi mümkün değildir: Norm olan budur, model de zaten bundan söz etmektedir. Sonuç olarak Hubbert'in öngörülerinden kaçınmak için farklı kaynakların kullanıma girmesi gerekir, o kaynaklar da uzun vadede kendi üretim eğrilerini izleyecek, bu eğri –tabii şansımız yaver giderse– geleneksel petrolün üretim eğrisine nazaran daha yavaş bir düşüş yaşayacaktır.

21. yüzyılın başlarından itibaren petrol endüstrisinin tam da bunu yaptığı yani Hubbert'in lanetli öngörüsünden sakınmak için geleneksel

ham petrol dışında farklı kaynaklar aramaya yoğunlaştığı söylenebilir. Hedeflenen, uygun sondaj ve işleme yöntemleriyle petrolün iyi kötü yerini tutabilecek uygun hidrokarbon kaynakları tespit etmekti. İlerleyen bölümlerde son yıllarda gündeme getirilen bu ikamelerin her birinin neden petrolün yerini alamayacağını açıklayacağım. İlk önce hidrolik çatlatmayla (*fracking*) elde edilen petrolle başlıyorum, çünkü yakın geçmişte hem son derece büyüyen hem de pek çok hatalı umudun beslenmesine yol açan yöntemlerden biri bu.

Daha önce de belirttiğimiz gibi, 2005'e doğru, geleneksel ham petrol üretimi ağır ağır düşüşe geçti ve o zamandan beri dibe doğru iniyor. 2008'de varil petrolün fiyatı daha önce görülmemiş seviyelere ulaştı, Temmuz'da neredeyse yüz elli doları gördü. Bu yüzden dünyanın tamamı derin bir ekonomik durgunluğa sürüklendi. O zamanlar pek çok kişi eşikaltı konut kredilerinin finansal şemasından söz ettiği halde pek az insan bu aylar boyunca enerji kıtlığının oynadığı role parmak basıyordu; halbuki krizin zincirlerinden boşalmasında yüksek petrol fiyatlarının rolü kuşkusuz hayli fazlaydı. Aslında sektör analistleri geleneksel ham petrolde ulaşılan *peak oil* aşamasına yönelik yatıştırıcı acil önlemler alınması gerektiğinin pekâlâ farkındaydı, bu amaçla da derhal yeni bir sıvı hidrokarbon kaynağı bulmak icap ediyordu. Ne olursa olsun. Ve ne pahasına olursa olsun...

2009 sonu ve 2010 başlarında petrolün fiyatı 2000'deki şiddetli ekonomik yavaşlamadan sonra tekrar hızla tırmanışa geçtiğinde ABD'de yeni sıvı hidrokarbonlar çıkarılmaya başlandı. Çıkarılan, geleneksel petrole benzeyen bir hidrokarbondu, fakat bu sıvının bulunduğu yer, süngeri andıran gözenekli bir kayanın girinti çıkıntıları ya da boşlukları değil birbiriyle bağlantılı oyukları olmayan ve petrolün yapılan ilk sondajdan akamadığı sıkı, sert kayalardı.

Bu hidrokarbonu çıkarmak için ilkin yatay sondaj işlemine başvurulur (önce dikine bir delik açılır, sonrasında sondaj başlığı doksan derece döndürülerek yüzeye hemen hemen paralel hale getirilir ve arkasından muhtelif yönlere tüneller açılır). Genellikle farklı yönlere doğru bir iki kilometre boyunca uzayan bu yatay sondajlarla (çoğunlukla dikey kuyuyla bağlantılı sekiz ila on altı yatay tünel açılır) kayanın her tarafına dağılmış durumdaki petrol damlalarını elde edecek şekilde büyük bir kaya hacmine ulaşmak mümkün olur. Öte yandan kaya hâlâ son derece

sıkı olduğu, petrol de kolay akmadığı için hidrolik çatlatma adı verilen ikinci bir tekniğe başvurulur (İngilizcede *hydrofracking* olarak geçen bu yöntem sonrasında *fracking* olarak kısaldı). Hidrolik çatlatma, sıkı kayayı çatlatarak zorla gözenekli hale getirmeyi amaçlayan, fiilen patlamaları andıracak ani darbelerle basınçlı su ve kum püskürtmekten ibarettir. Bu yöntemle kayada depolanmış petrolün daha büyük miktarına ulaşılabilir –böyle olmasına rağmen– petrol taşa yapışıp kalmaya meyillidir ve çok az akar, dolayısıyla bu esnada petrolün yapışkanlığının azalmasını, sonunda yüzeye çıkmasını sağlayacak farklı maddelerin de püskürtülmesi gerekir.

Tahmin edileceği üzere (yatay çoklu sondaj ve hidrolik çatlatmayı içeren) *fracking* sondaj tekniği son derece masraflıdır, bu sebeple de çaresizlik bizi buna zorlayana dek yaygın biçimde kullanılmamıştır. Ara sıra ABD menşeli *fracking*'in, teknolojik yenilikçiliğin bir meyvesi olarak tanıtıldığına rastlarız ki bu da doğru değil: Yatay sondaj yöntemi özellikle derin denizlerdeki kuyularda onlarca yıldır zaten kullanılıyor (çünkü oralarda en maliyetli olan dik kuyuyu açmaktır); hidrolik çatlatma yöntemi de keza onlarca yıldır biliniyor ve yeryüzü katmanlarının geleneksel petrolün akışını zorlaştırdığı yerlerde bu yönteme zaten başvuruluyordu. Daha önce hiç yapılmayan ise bu tekniklerin, 2009'dan beri ABD'de yaygın biçimde uygulandığı şekilde, son derece kısıtlı bir çıktı elde edilecek aşırı elverişsiz kayalara uygulanmasıdır. Buna bir de *fracking* kuyularında verimin %80'inin ilk iki yılda alındığını; beş yıl içinde üretimin tam anlamıyla iyice önemsiz bir düzeye gerilediğini, hatta çoğunlukla bu zaman dilimi bile dolmadan kuyunun terk edildiğini de eklersek ürünün nakledileceği boru hatlarının neden bir türlü inşa edilmediği anlaşılır: Kuyular son derece kısa ömürlü olduklarından hiç kazanç sağlamamaktadır. Çıkarılan petrolün yanı sıra hidrolik çatlatma sırasında püskürtülen kum ve su, hidrokarbonların akışkanlığını sağlamak için gereken maddeler ve ortaya çıkan kirli suyun tamamı kamyonlarla nakledilir. Her şey kamyonla getirilip götürüldüğünden üretimin yoğun olarak sürdüğü bölgelerde yirmi dört saat boyunca gel git yapan sonu gelmez kamyon kuyrukları oluşur. Geleneksel bir kuyunun üretimini yakalamak için ortalama olarak iki yüz *fracking* kuyusu açılması, benzer bir endüstriyi işler halde tutabilmek için de ara vermeden binlerce kuyunun açılması gerekir.

2010'a gelindiğinde ABD'de günlük sadece beş milyon varil petrol üretiliyordu; ülkenin 1971'de ulaştığı (günlük on milyon varil) toplam üretimin yarısından biraz daha az bir miktardı bu. ABD neredeyse kırk yıl süren istikrarlı bir düşüşün ardından, hidrolik çatlatma sayesinde toplam sıvı hidrokarbon üretimini artırmayı başardı ve 2018'de, 1971 yılının rekorunu aşarak nihayet günlük 11 milyon varile ulaştı. Bununla da kalmadı, 2019'un ortalarına doğru ABD günlük on iki milyon varil üretimiyle dünyanın bir numaralı petrol üreticisine dönüşerek kırk yıldan uzun süredir kaybetmiş olduğu konumu geri kazandı. Petrol çıkarma endüstrisinde ABD'nin yakaladığı bu inkâr edilemez başarıya bağlı olarak artık 2012'ye gelindiğinde, sayısız mecrada *fracking*'in kullanıma sokulması büyük bir coşkuyla karşılanıyor, ABD'dekine benzer kaya oluşumları barındıran, nispeten yüksek hidrokarbon ihtiva eden sıkı kayaların bulunduğu ülkelerde söz konusu yöntemin hızla yaygınlaşacağı öngörülüyordu. Bize söylenenlere bakılırsa dünya petrolde yeni bir bolluk çağına doğru gidiyordu; ABD birkaç yıl içinde enerji bağımsızlığını sağlayacak, OPEC'in nüfuzu da böylelikle silinip gidecekti.

Yedi yıla kalmadan *fracking*'in abartılmış ve şişirilerek *pazarlanmış* bir faaliyet olduğu ayan beyan ortaya çıktı; kullanımı açıkça ekonomik iflasa götürecekti, elbette bunun hangi hızda gerçekleşeceği ABD'de farklı diğer ülkelerde farklı bir seyir izleyecekti.

2011'de, Arjantin'de de gerek siyasetçiler gerek kamuoyu bu tekniği kullanarak kaya gazının ve petrolün çıkarılmasıyla büyük fayda sağlanacağı, özellikle petrol üretiminde ülkenin 2001'den beri yaşadığı istikrarlı düşüşün üstesinden gelinebileceği fikrine aşırı bir hevesle sarıldılar. Varını yoğunu bu sınırsız enerji vaadine yatıran Arjantin hükümeti söz konusu ulusal kaynağı çıkarmakta yeterince gayretli olmadığı gerekçesiyle o zamanlar İspanyol şirketi Repsol'un mülkiyetinde olan büyük hidrokarbon şirketi YPF'yi kamulaştırdı. Aradan sekiz yıl geçtikten sonra, Arjantin'in petrol üretimi ulusal tüketimi bile karşılayamaz hale geldi ve elbette ihraç edilecek net petrol de kalmadığından ülke bir kez daha IMF kurtarma planına mahkûm kaldı.

Arjantin dışında *fracking* yöntemiyle kayda değer ölçekte petrol çıkarılan yegâne ülke ABD'ydi ve söylediğimiz gibi görünüşte bu işte büyük bir başarı kaydetmişti. Bununla birlikte, daha 2014'te Amerikan

Enerji Bakanlığı, dünyadaki en büyük 127 petrol ve gaz şirketinin (ister kamuya ait ya da özel, ister ulusal ya da çokuluslu olsun) 2012-2014 arasında yılda yüz on milyar dolardan fazla zarar ettiğini açıkladı.

Amerikan Enerji Bakanlığı'nın araştırması özellikle kaygı vericiydi çünkü tam da 2011-2014 arasında petrolün varil fiyatı enflasyon hesaba katıldığında dahi tarihteki en yüksek seviyeye ulaşmıştı. Yani petrolün varil fiyatı istikrarlı biçimde yüz on doların üstünde seyretmesine rağmen bu şirketler yüksek meblağlarda zarar ediyordu. Sonraki yıllarda ortalama fiyatlar varil başına neredeyse bunun yarısı yani altmış dolar olunca kim bilir ne kadar para kaybedeceklerdi? Bu zararın esas nedeni 2000-2014 arasında neredeyse üçe katlanan arama ve geliştirme harcamalarıydı; harcamalardaki muazzam artışın asıl sorumlularından biri de *fracking* yöntemiydi.

2014'ten itibaren, talep artışının özellikle de Çin'de yavaşlamasına bağlı olarak petrol fiyatlarında düşüş yaşanınca, petrol şirketlerinin izlediği strateji ABD'de ve dünyanın diğer yerlerinde, bulundukları yere göre farklı bir seyir izledi. Bütün dünyada petrol arama ve yeni kuyuların geliştirilmesinde istikrarlı olarak bütçe kısıntısına gidilmesinin yanı sıra, 2014-2018 arasında toplam yatırım da yarıya indirildi. Gelgelelim ABD'de yatırım artmaya devam ediyordu öyle ki 2018'de Kuzey Amerika'da (ABD, Kanada ve Meksika'da) çelişkili biçimde petrol arama ve geliştirme faaliyetlerine geri kalan ülkelerdekinden fazla yatırım yapıldı, üstelik burada dünya petrolünün %20'sinden azı üretildiği halde.

Kuzey Amerika'daki bu yatırım çılgınlığının müsebbibi kuşkusuz *fracking*'di. Sektördeki şirketler adeta yarın yokmuşçasına borçlandı ve tamamen çarpık bir mantıkla, sonu mutlaka felaketle biten piramit bir borç şeması içinde bugün aldıkları krediyle vadesi dolan geçmiş borçlarını ödüyorlar. Ekonomi medyasının büyük kısmı hidrolik çatlatma yöntemini sınır tanımayan insan zekâsının bir kanıtı olarak sunsa da, yatırım fonları ile büyük bankalardan *fracking*'in pek çok yatırımcıyı iflasa götürebileceğine dair uyarılar birbirinin peşi sıra katlanarak geliyor. Aslında mesele şu: Ancak ve ancak bu teknikle durmadan yeni kuyular –en verimli kuyular önceden kullanılıp tüketildiğinden giderek daha az verimli olanlar– açılıp hızla ilerlenirse vadesi dolan faizler ödenebiliyor fakat ana sermaye asla geri ödenmiyor. Yatırımcılar istikrarlı

teknolojik ilerlemenin eninde sonunda maliyeti düşüreceğine, *fracking*'in bir aşamada inanılmaz kâr getireceğine inanarak duruma dayanmaya devam ediyorlar. Oysa gerçekte teknolojik ilerleme çok kısıtlı ve en iyi bölgeler bir kez kullanıldıktan sonra işletilen alandaki nitelik kaybını telafi edecek düzeyde bir teknolojik ilerleme de olmuyor. Durumu daha da ciddileştiren ise *fracking*'e bağlı borcun sadece ABD'de yılda onlarca milyar dolar artıyor olması.

Bu şartlarda hâlâ pembe tablolar çizerek hidrolik çatlatmayla petrol aramaya devam edilebilecek mi? *Fracking* yöntemiyle petrol üretiminde artış sürdürülebilecek mi? En kötümser tahminler uyarınca bu yöntem 2019'da dibe vurdu bile; en iyimserlere bakılırsa da 2025'ten önce tepe noktasına ulaşmayacak. Zaten hiçbir şartta ABD'nin toplam petrol üretiminin (buna geleneksel petrol ve *fracking* gibi geleneksel olmayan petroller de dahil) günlük on beş milyon varili aşması beklenmiyor ki bu durumda ülkenin günlük tüketim miktarı olan yirmi milyon varilin uzağında kalınacak; kısacası enerji bağımsızlığı hayali asla gerçekleşmeyecek. Ayrıca çatlatma yöntemiyle petrol çıkarılmasında azami seviyeye ulaşıldığında (*fracking peak oil*) her iki senaryoda da, sıkı kayalardan elde edilen hafif petrol üretimi bir kez düşmeye başladığında yatırımcılar anaparayı asla geri alamayacaklarını anlayacak ve zincirleme telaş başlayacak. Denebilir ki *fracking*, sorunun çözümü olmadığı gibi adeta patladığında büyük hasar verecek saatli bombadan farksız. Üstelik de patlaması an meselesi...

Bölüm 4

Neden Ağır Petrollerle Fazla Yol Alamayız?

20. yüzyılın sonlarında, petrol üretiminin dibe vurmaya yakın olduğuna dair işaretler uç vermeye başlamıştı. O zamanlar üretilen petroller hepsi aynı türdendi, geleneksel olan ile olmayan arasında bir ayrım yapmak gerekmiyordu: Petrol denen şey, o bildik kuyulardan çıkarılan kötü kokulu, yapışkan sıvı hidrokarbondu, hepsi o. Sonra her yıl giderek daha az sayıda petrol yatağı keşfedilir oldu ta ki yapılan keşifler yıllık harcamayı karşılamaz hale gelene dek. Petrol şirketlerinde çalışan jeologlar yeni petrol yataklarının keşfindeki bu azalmanın petrol üretiminin hızında önce bir yavaşlamanın arkasından düşüşün habercisi olduğunu geçen yüzyılın sonlarına doğru çoktan anlamışlardı.

Jeolog Colin Campbell ve Jean Laherrère uzun yıllar çokuluslu petrol şirketlerine hizmet ettikten sonra 1998'de *Scientific American* dergisinde "Ucuz Petrolün Sonu" başlıklı uyarıcı makalelerini yayımladılar; makalede geleneksel petrol üretimine dair yakın gelecekte öngördükleri kaçınılmaz gelişmelerden bahsediyorlardı. Petrol üretimi onlarca yıl daha devam edecekti, orası öyle, fakat her yıl gitgide daha az miktarlarda çıkarılacak ve pahalanacaktı. Makaleyi takip eden yıllarda petrol üretimi verileri ve sondajın her geçen gün artan maliyeti Campbell ve

Laherrère'in çalışmalarını doğrular nitelikteydi, dolayısıyla harekete geçilmesi gerekiyordu. Hiçbir şey olmamış gibi yola devam edilemezdi, yeni enerji kaynakları bulunmalıydı.

Haliyle bu alternatif enerji kaynakları da ya doğal gaz, kömür ve uranyum gibi yenilenemeyen başka hammaddeler ya da yenilenebilir enerjiler olabilirdi. Gelgelelim petrol endüstrisini bir geceden sabaha, bir çırpıda dönüştürmek mümkün değildi; alışkın olduğumuz petrole çok benzeyen bir şeye ihtiyaç vardı.

Bildiğimiz gibi dünyada kullanılan otonom makineler ve otomobillerin büyük kısmında petrol türevi ürünler kullanılıyor; petrolün muazzam yoğun enerji içeren bir sıvı olması onu iki kat yararlı kılıyor: Sıvı olduğu için yakıt ikmali çok hızlı yapılabiliyor ve öyle çok enerji ihtiva ediyor ki makineler ve araçlar ikide bir ikmale gerek duyulmadan rahatlıkla çalışıyor. Dolayısıyla petrolün yerine geçecek elverişli bir ikame arayışında olanlar sadece şirketler değil: Esasında petrolden elde edilen yakıtlar uygarlığımızın damarlarında gezen kana benzetilebilir. Uzun sözün kısası sırf petrol şirketlerinin değil toplumun genelinin çıkarları gereği de enerjisi yoğun sıvı hidrokarbon kaynakları bulunması gerekiyordu. Ve bulundu da. Yani aşağı yukarı...

Dünyada en büyük rezervleri Kanada ile Venezuela'da bulunan ve *ağır petroller* adı verilen dev rezervlerin varlığı on yıllardır biliniyor. Bu tür petrollere ağır denmesinin nedeni son derece yoğun ve yapışkan olmalarıdır; öyle ki tam olarak sıvı bile denemez bunlara; görünümleri daha ziyade zifti ya da katranı andırır. Yağlı, yapışkan son derece yoğun bu madde yakıt olarak değil daha ziyade tekne kalafatlamak, yolları asfaltlamak için kullanılmaya elverişlidir. Bu maddelerin teknik adı *bitüm*dür; kumla karışık oldukları Kanada'daki rezervler bu sebeple *bitümlü kumlar* olarak adlandırılır. Venezuela'da da Orinoco Nehri'nin selva bölgesinde, söz konusu yoğun petrol, kum katmanıyla karışık bulunur; Venezuela'nın rezervleri devasa genişlikte olmasına rağmen, Kanada'dakilere kıyasla daha zorlu bir coğrafyada yer alır.

Ağır petrolün çıkarılması, 2000'lerde geleneksel ham petrolün daha fazla artmayacağının sezilmeye başlandığı bir aşamaya uzansa da esas olarak geleneksel ham petrolün 2005'te tavan yapmasıyla önem kazandı (hidrolik çatlatmanın bundan beş yıl sonrasına, 2010'a kadar başlamadığını anımsayalım). İlk bakışta bu, Kanada ve Venezuela'nın

dünyada büyük petrol tedarikçileri haline gelmeleri için kaçırılmayacak fırsat gibi görünüyordu; üstelik Kanada'nın, ABD'yle bağı vardı, iki hükümet uzun süredir ittifak halindeydi ki bu durum olağanüstü avantajlı görünüyordu. Gelgelelim ağır petrollerin, yüksek seviyede bir üretime ulaşılmasına engel olacak bir dolu sınırlama barındırdığı, ilaveten çok ağır çevre sorunlarına yol açtığı beklenenden kısa sürede ortaya çıktı.

Ağır petrollerin işletilmesi daha çıkarılma aşamasından itibaren büyük zorluklara gebedir. Herhangi bir şekilde akışkan olmadıklarından işleme öncelikle basınçlı su buharıyla yumuşatma ve sürüklemeyle başlanması gerekir. Bu da hem aşırı miktarda su tüketimi demektir hem de bitümü çıkarmak üzere suyu buharlaştırıp yeraltına püskürtmek için fazla miktarda enerji tüketmeyi gerektirir. Bu işlem sırasında elbette salt bitüm değil başta kum olmak üzere süzülüp ayrıştırılması gereken başka maddeler de dışarı sürüklenir. Sorun bu kadarla da bitmez. Çıkarılan madde, yani bitüm, son derece uzun bir zincire sahip doymamış bir hidrokarbon karışımıdır (çok az sayıda hidrojen atomu içerir) öte yandan genellikle yakıt olarak kullandığımız sıvı hidrokarbonların ise (benzin, mazot, akaryakıt, kerosen gibi) çok daha kısa zincirleri vardır, bolca hidrojen içerirler. Dolayısıyla bitümün arabalar, kamyonlar, traktörler, ekskavatörler, uçak ya da gemiler için elverişli bir yakıt haline getirilebilmesi için iyileştirilmesi gerekir. Bunun için dünyadaki büyük ağır petrol üreticilerinin bulunduğu iki bölge olan Kanada Athabasca'da ve Venezuela Orinoco kuşağında farklı stratejiler izlendi.

Kanada'da bitümlü kumların çıkarıldığı alanların yakınlarında büyük doğal gaz yatakları da bulunduğundan bu gaz başlangıçta iki amaca yönelik kullanıldı: İlkin, suyu ısıtmak ve bitümü çıkarmak için gereken su buharını elde etmek için. Çıkarılan bitüm sonrasında trenlerle rafinerilere nakledildiyor, doğal gaz bu sefer ikincil bir amaca hizmet ederek rafinerilerde karışımı iyileştirmek için kullanılıyordu. Bu iyileştirme sırasında bitümün doymamış zincirlerine hidrojen atomları eklenerek ürünün geleneksel petrole daha yakın hale gelmesi sağlanıyordu ve standart rafinaj zinciri devam ettiriliyordu. Mesele şu ki bu işlem sırasında büyük miktarlarda CO^2 yani sera gazı etkisinden sorumlu olarak görülen istenmeyen gaz açığa çıkıyordu. Kanada'nın sera gazı salımları sonuçta o kadar arttı ki ülke güvenli ve kârlı bir işten vazgeçmekle Kyoto Protokolü'nden çekilmek arasında tercih

yapmaya mecbur kaldığında maalesef ikinci seçeneği yeğleyip Kyoto Protokolü'nden çekilen tek imzacı oldu.

Gelgelelim Kanada'nın bitüm üretimi arttıkça, iyileştirme işleminde kullanılmak üzere yeterince gaz bulunmadığı, özellikle ülkede yaşanan *peak gas* (doğal gaz üretiminin zirveyi görmesi) nedeniyle durumun daha da ciddileşeceği kısa sürede anlaşıldı. Buna alternatif bir strateji bulunması gerekiyordu; o da ABD'den gelen daha hafif petrolle bitümü karıştırmak, böylece onu boru hatlarından nakledilebilir hale getirmek ve elde edilen karışımı, bu tür ürünleri işlemden geçirmek üzere tasarlanmış ABD rafinerilerine ulaştırmaktı. 2010 yılından itibaren ABD'de, *fracking*'e bağlı hafif kaya petrolündeki üretimin muazzam artışı sayesinde bu çözüm yöntemi hayli rağbet gördü; böylelikle çember kusursuz biçimde tamamlanacak gibiydi. Öte yandan, sürecin birinci aşaması için gereken doğal gaz miktarının ve kullanılacak suyun kısıtlı olması, Kanada'da ağır petrol üretiminin günlük iki milyon varili geçmesini engelledi (bugün dünyada tüketilen tüm petrol türleri ise günlük yaklaşık yüz milyon varile denk düşmekte).

Venezuela açısından ise durum çok daha istikrarsızdı. Orinoco kuşağında su bol olmasına rağmen doğal gaz Kanada'da olduğu kadar bol değildi, ayrıca bölgenin ulaşımı coğrafi olarak zor ve altyapısı da kısıtlıydı. Venezuela'da başlangıçtan itibaren, ağır petrollerin yine Venezuela'nın Maracaibo Körfezi'nden çıkarılan hafif petrolle karıştırılması tercih edildi. Fakat bu çok geçmeden iki elverişsiz sonuca yol açtı: Birincisi *orimulsion* adı verilen karışımın niteliği Maracaibo'dan çıkan yüksek kaliteli petrole kıyasla daha değersiz ve üretim maliyeti ise daha yüksekti, bunun sonucunda da Venezuela'nın toplam petrol üretimi arttığı halde gelirleri azaldı. Ayrıca Maracaibo petrolü de 2000 başlarından itibaren azalmaya başladı; Venezuela da ham petrolde kendi özelinde *peak oil* yaşadı. Dolayısıyla *orimulsion* yapmak için gereken hafif petrolün temininde kısa sürede sıkıntı yaşandı; herhangi bir petrol işe yaramıyor, yüksek kalite olması ve bunun Venezuela'yla anlaşmaya yanaşacak bir bağışçı ülkeden gelmesi gerekiyordu. Hal böyle olunca, Venezuela Cezayir'den çok yüksek fiyatla petrol ithal etmeye başladı, bu da elde edilen ekonomik faydayı kısa sürede düşürdü; öyle ki bugün ülkenin bulunduğu felç haline sürükleyen büyük oranda petrol endüstrisinde yaşanan sorunlardır. Bugün Venezuela'daki şartlar açıkça

sürdürülemez durumda: Karayip sahaları düşüşe geçmiş; petrol çıkarma kapasitesinde zirveye ulaşan ve üstüne bir de azımsanmayacak yerel sorunlarla boğuşan hafif petrol tedarikçisi Cezayir'den alacağı petrol de sallantıya girmiştir.

21. yüzyılın ilk on yılında ağır petrollerin önemi aşırı abartıldı, çünkü günümüzdeki petrol tüketimiyle bu rezervlerin birkaç yüzyıl daha dayanacağı düşünülüyordu. Gelgelelim yeraltında ne kadar çok bitüm bulursak bulalım neticede ağır petrollerin dünyadaki toplam üretimi asla günlük dört milyon varili (toplam yekûnun %4'ünden biraz fazlasını) geçmeyecek, bunun nedeni de bitüm rezervlerinin değil zorunlu diğer araçların yani bu rezervleri dönüştürmekte kullanılacak suyun, ısının ve ilave hafif hidrokarbon kaynaklarının kısıtlı olması. Ayrıca, bu kaynağın işletilmesinin çevreye verdiği hasar diğer enerji kaynaklarıyla kıyaslanmayacak derecede büyük: Söz konusu işlem CO^2 salımlarında artışın yanı sıra yüzey sularının ve akiferlerin (benzen, toluen, dioksinler gibi) son derece zehirli ve kanserojen maddelerle kirlenmesine, ağır petrol yataklarının üstünde bulunan selvaların ve ormanların yok edilmesine yol açarak misliyle olumsuz etki yaratıyor. Bir taraftan sayısız tür için son derece değerli yaşam alanları yok olurken toprağın altüst edilmesi onu erozyona meyilli, savunmasız hale getiriyor. Keza, ağır petrollerin devreye sokulması çevresel hasarın yanı sıra ekonomik zarara da yol açıyor: Petrolün varil fiyatı ne olursa olsun, ondan bağımsız olarak, enerjinin artan maliyeti yüzünden, bu işletme yöntemi mali açıdan asla kazançlı olamaz. İsterseniz bunu, YPF'nin kamulaştırılması için kendilerine ödenen parayla Kanadalı Talisman'ı satın alan, birkaç yıl sonra da 1,8 milyar dolar zararla apar topar satan Repsol'a soralım.

Bölüm 5

Okyanusun Derinliklerinden ya da Kuzey Kutup Bölgesi'nden Neden Daha Fazla Petrol Elde Edemeyiz?

20. yüzyılın sonlarına, 21. yüzyılın başlarına doğru, bir aşamadan sonra, geleneksel ham petrolün çıkarılma işlemine okyanusta devam edilebileceği kanısı hâkim oldu. Neticede, epey mantıklı bir projeye benziyordu: İkinci Sanayi Devrimi'nden sonra yani petrolde modern çağın başlarında, işletilen petrol yatakları karada ve yüzeye son derece yakındı; efsaneye göre o zamanlar Teksas ya da Pennsylvania'nın bereketli yataklarından petrolün bir anda kuvvetle fışkırması için toprağa bir kurşun sıkmak yeterliydi. Zaman geçtikçe gerek arama gerek işletme teknikleri giderek iyileşti, yüzeyin onlarca metre altında hatta bazısı yüzlerce metre derinlikte bulunan kuyulardan petrol çıkarılmaya başlandı; gerçi 1970'e kadar dünyanın başlıca petrol şirketlerinin bulunduğu Teksas ve Suudi Arabistan'da üretim esasen ilk yıllardaki yüzey petrolüne dayanıyordu. Fakat önce 1973'teki Arap ambargosuyla, sonra da 1978'deki Irak-İran Savaşı'yla petrol krizi gündeme geldiğinde dünya yeni petrol kaynakları arayışına girdi. Sadece anakaralarla yetinilmeyip ilk kez denizdeki petrol yatakları yaygın biçimde kullanılmaya başlandı: Somut olarak *kıta sahanlığı* denen ya da kıtaların etrafındaki, suyun derinliğinin en az olduğu tortul tabakanın bulunduğu sahaydı burası. Böylelikle *offshore*

tabir edilen, denizdeki petrol yatakları önem kazanmaya başladı. Kıta sahanlığının altındaki petrol yatakları tükenmeye yüz tutunca mantıklı olan bir sonraki adımda okyanuslara geçmekti. Brezilya ve Angola kıyılarında keşfedilen tuz-öncesi petrol yatakları[5] ve bunların başarılı biçimde işletilmesi (Brezilya bu yataklar sayesinde rezervlerini ikiye katlamayı başardı) bu kaynaklar açısından parlak bir geleceğin habercisiydi.

Benzer biçimde, küresel iklim değişikliğinin şiddetlenmesi Kuzey Buz Denizi'nde geniş sahaların tamamen çıplak kalmasına ya da üstteki buz örtüsünün çok incelmesine yol açtı. Güney Kutbu'ndan farklı olarak gezegenimizin Kuzey Kutbu yıllar içinde incelen bir buz tabakasıyla kaplı ortalama bin metre derinliğinde muazzam genişlikte bir okyanustan oluşuyor; genişliği giderek azalan bu buz tabakasının %80'i şu an 1 metre kalınlığında ya da biraz daha incedir. Birtakım jeolojik teoriler Kuzey Buz Denizi'nin dibinde muazzam hidrokarbon depoları bulunabileceğine işaret ettiğinden, bu denize kıyısı olan ülkeler derin sularda petrol çıkarmak için geliştirdikleri teknikleri kullanarak bu denli iştah kabartan bir ödüle konmak üzere kolları sıvadılar.

Oysa okyanuslardaki petrole yönelik ümit beslenmeye başlanmasının ardından yaklaşık yirmi yıl geçmesine rağmen elde edilen başarılar hâlâ vasat düzeyde, umutlar gerçekleşmekten uzak. Bunun nedeni şöyle açıklanabilir: Konunun uzmanı olmayanlar açısından (ve ekonomistler açısından da) kıta sahanlığındaki petrolle okyanusların derinliklerinde bulunan petrol arasında pek fark yokmuş gibi görünse de aslında fiziksel ve jeolojik olarak ikisi birbirinden epey farklıdır. Üstelik de Kuzey Kutup Bölgesi'nde deyim yerindeyse had safhada zorlu çevre koşullarına bağlı olarak durum iyice karmaşık hale gelmektedir.

Kıta sahanlığı denizin kıtalara en yakın bölgesidir, burada denizin dibi derin okyanus dibinden jeolojik olarak farklıdır, su çok daha sığdır (birkaç metreden birkaç yüz metreye kadar değişir). Kıta sahanlığının sadece kıyı şeridine bakılarak öngörülemeyecek düzensiz bir yapısı vardır: Bazı yerlerde son derece dar, birkaç kilometreden ibaretken (örneğin İspanyol sahillerinin bazı yerlerinde olduğu gibi) başka yerlerde son derece geniş, örneğin yüz kilometre uzunluğunda olabilir (örneğin Fransız Atlantik

5 Tuz-öncesi katmanı: Gondvana'nın parçalanmasıyla oluşan kıtaların geniş kıta sahanlıklarında birbirini izleyen farklı jeolojik dönemlerde oluşmuş, içinde petrol yatakları bulunan kalın tuz kayaçları – ç.n.

kıyılarında olduğu gibi). Kıta sahanlığı, karalardaki akarsuların deniz yatağına taşıyıp zamanla biriktirdiği tortulardan oluşur, buna bağlı olarak büyük nehirlerin denize döküldüğü haliçlerde genellikle daha geniş olma eğilimindedir, denizdeki yoğun gelgitler de bir biçimde bu oluşuma etkide bulunur. Tortul yapısı nedeniyle kıta sahanlığında bulunan petrol yatakları genellikle kayanın derin olmayan kısmına gömülüdür, çünkü petrol esas olarak milyonlarca yıl öncesinden başlayarak orada kısılıp kalan alg yığınlarından oluşmuştur; bunların bir kısmı kıtanın kara parçasında diğerleri denizin dibinde bulunur. Dolayısıyla kıta sahanlığında bulunan petrol yataklarından yaralanmak kolaydır: Petrol platformu suyun sadece yirmi otuz metre altında, doğrudan deniz tabanına yerleşiktir; sondaj yapılması gereken kaya miktarı da birkaç yüz metreyle sınırlı, nispeten daha az olup üstte kalan kaya da (tortul oluşum olduğu için) daha kırılgandır. Örneğin, geniş ölçekli olarak 1980'de çıkarılmaya başlanan ve Avrupa'da referans olarak alınan brent petrolleri böyledir. Brent petrolleri Kuzey Denizi'nden, yani Atlantik Okyanusu'nun, İngiltere ile Danimarka arasında kalan ve derinliği takriben birkaç yüz metreyi bulan bölgesinden çıkarılır ki bu bölgedeki geniş alanlarda derinlik otuz metreyi dahi geçmez.

Bu durumun aksine okyanusun derinliklerinde durum epey farklılaşır. Büyük okyanuslarda ortalama derinlik binlerce metreye varabilir, örneğin Atlantik Okyanusu'nda 4.500 metreyi bulur. Dipteki kayalar genellikle magmatik ve bazaltik kökenlidir, denizin altındaki sıradağlarda oluşmuştur. Bunlar büyük okyanusları kuzeyden güneye boylu boyunca kat eden ve yeni yeryüzü kabuğunun oluştuğu denizaltı volkan zincirleridir ve kıtaları ittirerek *kıta kayması* olarak bilinen olguya neden olurlar. Uzun zaman boyunca yüzeydeki kayaların volkanik kökeni ve bu bölgelerdeki suların derinliği düşünülerek, okyanusların altında hidrokarbon olmayacağı sanılıyordu. Hidrokarbon ihtiva eden ve bu derece derine itilmiş herhangi bir tortul katmanın orada maruz kalacağı yüksek basınç ve sıcaklık yüzünden, içerdiği bütün hidrokarbonun çözünüp metana dönüşeceği; ya da gaz olan metanın ufak bir yarıktan kaçacağı veya yeterli oksijeni bulduğu takdirde yanma sürecinden geçerek CO^2 ve suya dönüşeceği (onların da bir aşamada yüzeye sızacağı) kanısı hâkimdi. Gelgelelim Brezilya'daki tuz-öncesi yatakların keşfi bu bakış açısını hafiften değiştirdi.

Tuz-öncesi yataklar kalın bir çökelmiş tuz tabakasının altında sıkışmış durumdaki geleneksel tortulu petrol yataklarıdır. Söz konusu

petrolün bulunduğu katmanlar son derece derin tabakalara doğru subdüksiyon (batma) sürecine maruz kalmış olsa da sıcaklıkla basıncın henüz bütün petrolü çözüp metana dönüştüremediği bir derinlikte konumlanmıştır. Kıta sahanlığının daha sığ yerlerindeki petrole göre buradaki petrolün kimyasal bileşeni biraz daha farklıdır ancak genelde kalitesinin iyi olduğu düşünülür. Yine de yüksek basınç ve sıcaklık altında bulunduğundan ani alev almaları engellemek üzere çıkarılma işleminin yüksek düzey güvenlik önlemleri altında yapılması gerekir; özellikle de bir gaz cebine denk gelinmişse (daha önce söz ettiğimiz çözünme süreci nedeniyle diğer petrol yataklarına kıyasla bu tür gaz dolu ceplerle daha sık karşılaşılır).

Bu tür petrolün oluşumu ve jeolojik olarak depolanmasına yol açan jeolojik süreçler (kalın bir tuz katmanı, uygun jeolojik derinlik) son derece özeldir, o yüzden bu türde yataklar çok yaygın değildir. Brezilya ve Angola'daki yataklar genellikle kıta sahanlığıyla derin deniz arasındaki geçiş bölgesi olan *kıtasal yamaç* adı verilen bölgede bulunur. Bu yataklar çoğunlukla iki bin metre derinliğindeki su katmanının ve takriben üç bin metre kalınlığındaki kaya katmanlarının altındadır; dolayısıyla petrol, çıkarılma noktasının beş kilometre altında bulunur. Sırf buradan yola çıkarak bile okyanuslardan petrol çıkarma işleminin karmaşıklığı ve zorluğu hakkında bir fikir edinmek mümkün. Örneğin, deniz tabanının derinliği düşünüldüğünde, denizin dibine geleneksel anlamda sabit bir petrol platformu kurulması olacak iş değildir; aksine bu tür yataklar hareketli jeo-konuma sahip yüzer petrol platformları kullanılarak çıkarılır: Yani petrol çıkarma platformu ya da gemisi serbestçe yüzer, dolayısıyla sondaj tüpünün ikiye katlanıp kırılmasını engellemek için daima kuyunun üstünde kalındığından emin olacak şekilde mütemadiyen hareket halinde olunması gerekir. Bu durumda gemi, konumunu devamlı uyduya göre tayin ederek her yöne hareket edebilen motorları sayesinde kendini sürekli yeniden konumlandırır. Bunların hepsi teknolojinin mucizesi sayesinde başarılır. Ayrıca birinci kuyuyu açmanın zorlukları nedeniyle genellikle merkezi kuyunun sonrasında muhtelif yönlere (on altı farklı yöne kadar olabilir) ve birkaç kilometre boyunca bir dizi yatay sondaj kuyusu açılır (tıpkı *fracking* yönteminde olduğu gibi); bazı durumlarda hidrolik çatlatma teknolojisine de başvurulur. Bütün bu işlemler okyanuslardan petrol çıkarma işleminin maliyetini

hatırı sayılır düzeyde artırır. Bu yüzden Brezilya ulusal şirketi Petrobras bu yatakları kullanmak için aralarında Repsol'un de olduğu birkaç büyük çokuluslu şirketle ortaklık kurmuştur. Yine bu yüzden Angola'nın petrol çıkarma faaliyeti fazla gelişmemiştir. Okyanuslardan çıkarılan petrol halihazırda günlük üç milyon varilden daha azdır, yani günlük dünya üretiminin takriben %3'ü kadardır.

Okyanuslardan petrol çıkarmanın tehlikeleri bir yana (yüksek basınca sahip olan sıvı yukarı çıktıkça genleşir ve sıcaklığı da henüz çok yüksektir, bu yüzden havadaki oksijenle karşılaştığı takdirde bir patlama olabilir) bu tür yataklar karasal alandaki yataklara kıyasla çok kötü bir performans gösterir. Üretim daha ilk yıllardan itibaren düşmeye başlar, nihai düşüş oranları yıllık %8 ile %9'u aşar (karasal alandaysa bu oran yıllık %5 ile %6 arasındadır). Özetle, hem işletilmeleri tehlikeli ve pahalı hem de büyük olasılıkla ömrü kısa yataklardır. Bütün bu gerçekler elde edilen miktarın sahiden söylendiği kadar büyük olup olmadığını, bu türde sondajın harcanan çabalara son tahlilde değip değmediğini sorgulatır – önümüzdeki birkaç yıl içinde bu alandaki veriler kati biçimde saptanacak olsa da üretimin sınırlılığına bakarak bu yatakların çok az kazançlı olduğu ya da hiç olmadığı bugünden söylenebilir.

Kuzey Kutup Bölgesi'ndeki yataklara gelince, söz konusu zorluklara kilit önemde iki sorun daha eklenir. Birincisi, çok spesifik bazı yerler dışında, işletilmesine değecek kadar geniş hidrokarbon yatakları henüz tespit edilemedi ve yeraltındaki arama faaliyetleri de henüz başlangıç aşamasında. İkincisi, bırakalım işletme aşamasını arama aşamasında bile son derece çetin çevre koşulları ciddi bir engel. Gezegenin, senenin altı ayı yarı karanlığa hatta koyu karanlığa gömülen, sıcaklıkların genellikle sıfırın altında seyrettiği, çok şiddetli rüzgârların estiği ve buzdağlarının eksik olmadığı bir bölgesinden söz ediyoruz. Kuzey Kutbu'ndaki buzulların evrimine dair öne sürülen en olumsuz senaryolarda bile, boreal kışlar boyunca buzullar oluşmayı sürdürecek ve sabit bir nokta üstünde dinamik bir jeo-konuma sahip olması gereken geminin gövdesini pekâlâ ezebilecek genişlikte kütlelerin oluşmasına yol açacaktır. Okyanuslardaki petrol yataklarının kârlı olup olmadığı ne kadar şüphe götürür bir durumsa Kuzey Kutbu'ndakiler ondan kat kat şüpheli, üstelik iki kat tehlikelidir. Dolayısıyla bu türde yataklardan mucizevi bir çözüm çıkmasını beklememek gerekir.

Bölüm 6

Biyoyakıtlar Neden İşe Yaramıyor?

Yirmi yıldan uzun süredir, Batılı ülkelerin çoğunda benzin istasyonlarında yapılan tedarikin belli bir kısmının, yasa çerçevesinde *biyoyakıt* olarak tanımlanan kaynaktan gelmesi kanunen zorunlu tutuluyor. *Biyoyakıt* denince anlaşılan, geleneksel fosil kaynaklı yakıtların en azından kısmen yerini alabilecek bitkisel kaynaklı bir sıvıdır. Karışımda bulunması gereken biyoyakıtın oranı yasal şartnameler gereğince Avrupa Birliği'nde %7, Kuzey Amerika'da pek çok eyalette ise %15 civarındadır. Biyoyakıtların fosil yakıtlara kıyasla hacimsel olarak neredeyse %20 daha az enerji gücü içerdiği düşünülürse şu anda kullandığımız yakıtların anne-babamızın zamanında kullanılanlara kıyasla daha az enerji içerdiğini, fakat motorlu araçların ulaştığı verim ve iyileştirme sayesinde bunu fark edemediğimizi söylemek mümkün.

Peki, fosil kaynaklı yakıtları daha az enerji gücüne sahip daha zayıf bir yedekle karıştırma zorunluluğu niye gündeme getirildi, üstelik de görüleceği üzere pek çok soruna yol açtığı halde... İlk aşamada başlıca saik dışa olan bağımlılığı azaltmaktı: Batılı ülkelerdeki yasa koyucuların büyük kısmı, tarımla uğraşan çiftçilerin bu yolla kendi yakıtlarını üretebilecekleri fikrine kapıldı. Gelgelelim, çeşitli araştırmaların ortaya

koyduğu kadarıyla biyoyakıtların büyük kısmının enerji verimliliği öyle düşüktür ki kendi enerjisini bu yolla üretme girişiminin zarar etmesi kaçınılmazdı. Hatta o kadar zarar ediliyor ki, biyoyakıtların eklenmesi uzun yıllar devletler tarafından mali olarak desteklendi; teknolojik gelişmeyle birlikte enerji veriminin buna koşut ekonomik kârlılığın artacağı, harcanan çabaların karşılığının er geç alınacağı beklentisi hâkimdi. Zaten enerji sorunundan söz ederken bu sıkça rastladığımız bir bakış açısı: Hükümetlerin ve şirketlerin danışmanlık birimlerinde, belli gelişmelerin kaydedilmemesini ağırlıklı olarak, daha ileri gidilmesini imkânsız kılan bazı fiziksel şartların dayatmasına değil daima farazi bir *öğrenme eğrisinin* henüz üstesinden gelinememiş olmasına bağlama eğilimi vardır.

Gelgelelim fiiliyatta yaşananlar şöyle: Bir taraftan yasanın varlığı biyoyakıtların eklenmesini zorunlu kılar, devlet de mali destek yaparken diğer taraftan biyoyakıtların üretimine yönelik geniş ölçekte, dünya çapında çeşitli bitkilerin yetiştirilmesi temelinde yeni bir endüstri peydahlanmıştır. Yeri gelmişken açıklığa kavuşturalım; bu maddelere aslında ta baştan "zirai yakıt" adı verilmesi daha uygun olurdu; "biyo" ön eki bir yere kadar çevreye, biyoçeşitliliğe duyarlı doğal ürünleri akla getirirken esasında biyoyakıtlar geniş çaplı endüstriyel bir faaliyet sonucunda zirai gıda endüstrisinden devşirilen ürünlerdir ve üretimlerinde kullanılan endüstriyel tekniklerin çoğu onları çevreye zararlı hale getirmektedir. Örneğin, sularda ötrofikasyon, akiferlerin kirlenmesi, bereketli toprak tabakasının fakirleşmesi, biyoçeşitliliğin kaybolması, aşırı pestisit kullanımının sebep olduğu zararlar vs. bunlardan bazıları.

Aslında verimliliklerinin bu denli düşük olmasının nedeni, bu kadar büyük bir talebi karşılamak için başvurulan geniş ölçekli tekniklerin ta kendisidir. Dünyada üretilen günlük iki milyon varillik (üretilen bütün petrolün %2'si) biyoyakıtın ortaya çıkarılması için büyük enerji girdileriyle muazzam miktarda gübre, pestisit harcanır, traktör, biçerdöver ve çeşitli işleme makineleri kullanılır; enerji açısından tam bir çılgınlık olmasına rağmen 2012'ye kadar ödenekler sayesinde bu üretim kısmen de olsa kazançlı olabiliyordu. İşin ilginç tarafı, biyoyakıtların işlenmesine olanak tanıyan bu ödeneği sağlayan şey fosil yakıtların son derece bol olmasıydı. Dolayısıyla fosil yakıtların gücü azaldığında baştan yanlış isimlendirilmiş sözüm ona *biyoyakıt* şemasının da anlamını yitireceği açıktı: 2012'de gerek ABD'nin gerek Avrupa Birliği'nin

biyoyakıt üretimine verdiği mali desteği kaldırması tesadüf değil; gerçi kullanılan yakıtlara katılma zorunluluğu hâlâ yürürlükte, dolayısıyla bu çelişkili durum devam ediyor.

Sıklıkla yapılan eleştirilere göre, zirai yakıtların üretimi gıdaya yönelik üretimle rekabet halinde ve bu anormal durumlara yol açıyor. Örneğin 2011'de ABD'de mısır üretiminin %43'ü biyoetanol üretimine (sayısız araştırmanın gösterdiği üzere, üretimi için harcanan enerjiden daha az enerji ihtiva eden bir üründür bu), dünya çapında tahıl üretiminin %6,5'i ve bitkisel yağ üretiminin ise %8'i biyoyakıt üretimine kaydırıldı (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü FAO'nun verisi). Örneğin Arjantin'de ihraç edilmek ve biyomazot üretiminde kullanılmak üzere devasa miktarlarda soya üretimi yapılmaktadır (soya, ABD'nin biyoetanolüne kıyasla sadece bir parça daha yüksek enerji verimliliğine sahiptir); Brezilya'da şekerkamışından biyoetanol üretimi ekinler ancak biçilmeyip yabani olarak büyümeye bırakıldığı takdirde kazanç sağlamaktadır (bu da azami üretimi sınırlar). Küresel ölçekte kârlı olan yegâne büyük ekin Endonezya ve Malezya'dan gelen palm yağıdır; gerçi bunun uzun vadede devam ettirilmesi üretim pratiklerinin hiçbir biçimde sürdürülebilir olmaması nedeniyle, tekrarlayan yangınlar da düşünüldüğünde zor görünüyor. Bugün ne yazık ki, aynı pratikler benzer düzmece sebeplerle Brezilya sınırlarındaki Amazonlar'a da yayılmaktadır.

Bu kadarla da sınırlı değil, zirai yakıtların gündeme getirilmesi yeni sorunlar ortaya çıkardı; üstelik bunların bazıları son derece ciddi. Örneğin bitki kökenli etanolün petrolden elde edilen bileşiklerin büyük kısmı gibi aşındırıcı özelliği var ve bu durum aşınmayı önleyici maddelerin karışıma daha fazla eklenmesini gerektirir. Potansiyel olarak zehirli ya da kanserojen daha fazla kimyasal madde kullanımı anlamına geliyor bu. Diğer yandan biyomazot, petromazotun tıpatıp eşdeğeri de değil: Molekülleri kutuplu ve neme hassas (su tutmaya yatkın) olduğundan içerisinde kolaylıkla su birikebilir. Bu su, karışımın yanabilir olma özelliğini azaltırken aynı zamanda daha olumsuz bir soruna da yol açar. Benzin istasyonunda ya da arabanın deposundaki su genellikle biyoyakıtın etrafını çevreleyen küçük bir katman oluşturur; oldukça sık karşılaşılan bu ara yüzeyde bolca bakteri ve benzeri organizmalar bulunur, söz konusu oluşumlar bir jel meydana getirerek motorda tıkanmalara yol açabilir hatta enjektörlere denk gelirse daha ciddi

sorunlar ortaya çıkarabilir. Benzin istasyonu sahipleri şikâyetlerin önüne geçmek için depolarına esasen antibiyotiklerden oluşan biyositlerle düzenli bakım yapar – burada ne büyük bir ironi olduğu inkâr edilemez: Tahıl ve yağ üretimini zirai yakıt üretimine kaydırıp muhtaç durumdaki insanlar için gıdanın azalmasına yol açtığımız yetmiyormuş gibi makinelere insanların yakalandığı hastalıkları bulaştırmayı da başarıyoruz. Üstelik palm yağı gibi bazı biyomazotların erime noktası hayli yüksek olduğundan, bu maddeler nispeten düşük sıcaklıklarda katılaşıp sorun yaratacağı için ana yakıt dağıtımcısının, mazot karışımını hangi oranda yapacağına karar vermeden önce mecburen birkaç günlük hava durumu tahminlerini takip etmesi gerekir. Mazotlu arabası olanlar, havanın aniden soğuduğu günlerde, aracın gözle görülür performans kaybı yaşamasını hiç garipsemez – tabii enjektörler tıkanmış, büsbütün bozulmuş bile olabilir.

Kısacası bütün bu sorunlar maliyet artışını beraberinde getirir. Bazı durumlarda fiyatların yükselişini engellemek için olmazsa olmaz bazı kontroller bile (örneğin yakıt varillerinin mikropla kirlenip kirlenmediğine bakılması ya da karışımın öğelerinin ayrıştırılması gibi) mevcut yakıtların karmaşıklığı nedeniyle resmen yapılamaz, bu da bazen korkunç sonuçlara yol açabilir.

Hal böyleyken, biyoyakıtlarla ilgili bütün bu mevcut sıkıntıları mazur gösterecek teknik açıdan umut vaat eden bir gelişmeden söz edilebilir mi acaba? Maalesef hayır. ABD ordusu tarafından biyoyakıtlar konusunda yakın zamanda yapılan çok kapsamlı bir araştırma[6] sadece biyoyakıtların enerji sorunu açısından bir çelişki oluşturduğunu açıkça göstermekle kalmayıp aynı zamanda bitkilerin ve deniz yosunlarının selülozik parçalanmasıyla elde edilecek ikinci nesil biyoyakıtların da daima son derece düşük enerji verimine sahip olacağını ortaya koymaktadır.

Gelgelelim zirai yakıtlar daha ziyade politik iki fayda sunuyor:

> Doğal gazın petrole benzer bir maddeye dönüştürülmesine yarıyorlar. Aslında endüstriyel tarımda tüketilen enerjinin çoğu, büyük

6 Albay T.A. "Ike" Kiefer, "Twenty-First Century Snake Oil: Why the United States Should reject biofuels as part of A Rational National Security Energy Strategy" [Yirmi Birinci Yüzyıl Madrabazlığı: ABD Makul Bir Ulusal Güvenlik Enerji Stratejisinin Parçası Olarak Biyoyakıtları Neden Reddetmeli].

miktarda doğal gaz tüketimini gerektiren gübre kullanımından kaynaklanır. Bu stratejiyle petrol kıtlığını kısmen de olsa hafifletebiliriz ancak doğrudan ve daha az doğrudan bedeller (örneğin çevreye olan etki) başkaları tarafından üstlenildiği takdirde. Yine de bu strateji de sorunlardan muaf değil; bir taraftan ekilebilir toprakların gereksinimlerini, harcanacak suyu ve gübreyi göz önünde bulundurduğumuzda zirai yakıtların azami üretim seviyesi son derece sınırlı; herhangi bir biçimde bu rakamın günlük dört milyon varilin (bugünkü toplam petrol tüketiminin %4'ü) üstüne çıkması çok zor, on yıldır da günlük iki milyon varile sabitlenmiş durumda. Diğer taraftan, doğal gaz üretiminde zirveye gelinmesi an meselesi ve gaz başka belli başlı kullanımlar için gerekli; dolayısıyla doğal gazın azaldığı bir dönemde onu daha fazla sıvı hidrokarbon hele de bu kadar kötü kalitede bir yakıt üretmek uğruna harcamak hiç akılcı olmayacaktır.

Zirai yakıtlar yıllarca ortada bir sorun olmadığı yanılsamasının sürdürülmesine yardım etti. Aslında 2010'dan beri diğer yakıtlara eklenen günlük o iki milyon varil sayesinde dünyada likit hidrokarbon üretimini artırmakta yaşanan güçlüğü örtbas etmeyi başardık. İstatistik açıdan da bir muhasebe hilesini mümkün kıldılar; petrol üretimiyle ilgili istatistiklerde zirai yakıtların enerjisi iki kez hesaba katılıyor; birincisi zirai yakıtları üretirken traktörlere, biçerdöverlere vs. giden petrol hesaplanırken; ikincisi ise üretilen zirai yakıt varilleri hesaplanırken. Bu yolla petrol üretimiyle ilgili istatistikler biraz makyajlanıyor olsa da zirai yakıtların üretimini artırmak dünyadaki açlık sorununu daha da ağırlaştırıyor.

Özetle zirai yakıt üretimi, petrol üretiminin artırılacağı zannıyla, yanlış bir değerlendirme sonucu yürütülen hatalı bir stratejiydi ve günümüzde kullanılabilen enerji miktarında ciddi bir artış yerine insanlık için kullanılabilir gıdalarda azalma yaratarak, yarardan çok zarar getirmektedir.

Bölüm 7

Neden Doğal Gaza Geçiş Yapamıyoruz?

Geleneksel petrole alternatif olan çeşitli likit hidrokarbon kaynaklarını gözden geçirmeyi tamamladık ve hepsinin son derece sınırlı üretimleri olduğunu, bu üretim kapasitesinin anlamlı bir biçimde (ya da hiçbir biçimde) artırılamayacağını gördük. Bu arada geleneksel ham petrolün düşüşü hızla devam ediyor, uzun süredir daha kazançlı seçeneklerin arayışına giren petrol şirketlerinin yatırımlarındaki azalmaya bağlı olarak önümüzdeki yıllarda bu düşüş iyice ivmelenecek.

Dolayısıyla petrolün alternatifi olabilecek mevcut kaynakları enine boyuna incelemeye başlamamız, bu kaynakların cidden petrol kıtlığını telafi edebilecek düzeyde gelişip gelişemeyeceğini, bütün kullanım alanlarında petrolün yerine geçip geçemeyeceğini veya hiç değilse hangi alanlarda bunun mümkün olamadığını saptamamız gerekiyor.

Bu bölümde ve sonraki iki bölümde yenilenebilir olmayan üç enerji kaynağını, doğal gaz, kömür ve nükleer enerjiyi inceleyeceğiz. Üç enerji kaynağının da petrolde yaşanan sıkıntılardan mustarip olduğunu göreceğiz: Üçünde de azami üretim seviyesine ulaşılması sonrasında düşüş seyrinin başlaması an meselesi – elbette hepsinin farklı farklı sorunları beraberinde getirmesi de cabası. Doğal gazla başlayalım.

Enerji üreten yenilenmeyen bütün hammaddeler içinde doğal gaz henüz çıkarılma kapasitesinde azami seviyeye ulaşıldığına dair net belirtiler göstermeyen yegâne kaynaktır. Doğal gaz üretimi (ve tüketimi) gerek geleneksel yataklar vasıtasıyla gerekse de *fracking* tekniğine bağlı olarak her geçen yıl artıyor. Doğal gazın kullanımındaki bu olumlu seyir, karbonsuz geleceğe geçiş planlarının çoğunda bu kaynağın bir dönüşüm yakıtı olarak görülmesine yol açtı – ne de olsa herhangi bir fosil yakıta kıyasla doğal gaz, üretilen kalori başına daha az miktarlarda CO^2 açığa çıkarır. Bununla birlikte, doğal gazın, kimilerinin ona atfetmeyi istediği bu parlak geleceğe gölge düşüren önemli bir dizi kısıtlaması mevcut.

Ana kısıtlamayla başlayalım; doğal gaz üretimindeki azami seviye konusuyla. Doğal gaz üretimi henüz yükseliş aşamasında olduğundan, azami seviyeye ne zaman ulaşılacağı henüz oldukça belirsiz. Petrolde yaşananlara benzer şekilde, yeni doğal gaz yataklarının keşfinde uzun yıllardır azalma görülüyor, bu da üretim seviyesindeki zirvenin yakın olduğuna dair bir işaret. Gelgelelim, *fracking* teknolojisiyle doğal gaz yataklarının keşfinin artmaya devam etmesi hem doğal gazın gelecekteki üretimine dair kafa karışıklığına hem de bu kaynağın potansiyeline dair bir sürü abartılı yaklaşıma yol açıyor; üstelik de hidrolik çatlatma yöntemiyle petrolden kâr elde etmek zorken *fracking* gazında bunu yapmanın haydi haydi zor olduğu yıllar önce ortaya konmuş olmasına rağmen... Öyle ya da böyle doğal gaz üretiminde zirve noktasına ulaşmamıza ramak kalmışken muhtelif öngörülerin arasındaki fark da giderek kapanıyor. Yapılan en son araştırmalarda geleneksel doğal gaz için 2023-2027 arasında bir zirve tarihi öngörülüyor, buradan yola çıkarak doğal gaz zirvesinin aşağı yukarı 2025 civarında yaşanacağı, her halükârda 2030'dan önce gerçekleşeceği rahatlıkla varsayılabilir. Diyelim ki esas olarak ABD'de çıkarılan *fracking* gazına bel bağladık, en iyimser tahminler uyarınca bile –tabii durmadan para kaybedileceği gerçeğini akılda tutarak– bu zirvenin yaşanması olsa olsa 2030'a ertelenebilir. Ayrıca muhtelif araştırmalara bakılırsa, doğal gazı büyük ölçeklerde kullanmaya başlamamız söz konusu süreci hızlandırabilir; üretim zirvesine beklenenden erken varabiliriz. Her halükârda, doğal gaza petrolün kalıcı bir alternatifi olarak güvenemeyeceğimiz açık; çünkü (tarihsel ölçekte bakarsak) kısa bir zaman zarfında doğal gazda da aynı şekilde nihai düşüş yaşanacak.

Böyle olsa da petrolün daha az erişilir olduğu koşullarda, karşı karşıya kalacağımız somut sorunların çözümünde şimdilik doğal gazdan faydalanmanın mümkün olduğunu ileri sürmek mümkün olabilirdi. Ancak doğal gaz pek çok bakımdan petrolün diğer türevlerine kıyasla elverişsiz bir yakıt; bu da onu güvenilir bir ara çözüm olarak yetersiz kılıyor. Başlıca sorun da yatırım masraflarının son derece pahalı, geri dönüşünün güç olması.

Petrolden ve kolay depolanıp nakledilebilen petrol türevi sıvı yakıtlardan farklı olarak doğal gaz, gaz olması hasebiyle uçucudur, haliyle daha karmaşık bir işlem gerektirir. Gazlar genişleyip yayılma eğilimindedir. Bu özellikleri lehimize değildir; çünkü bulundukları mekânın daima her yerini kaplarken ihtiva ettikleri enerji miktarı değişmez. Bu demektir ki belli bir basınçla depolanmadığı takdirde hacim başına düşen enerji miktarı çok küçük bir değer olabilir. İkinci olarak yayılma özelliği bizim için daha büyük bir dezavantajdır; depodaki ufak bir yarıktan kaçan gaz havaya karışabilir (elbette tesadüfi bir kıvılcımla aniden alev almazsa). Gazın idaresindeki bu zorluk söz konusu pazarın neden bölgesel kalma eğiliminde olduğuna da açıklık getirir. Gaz uzak mesafelere, aynı kıtadaki ülkeleri birbirine bağlayan gaz boruları, esasen boru hatları vasıtasıyla nakliediliyor. Kıtalararası sevkıyat için tek seçenek sıvılaştırılmış (yüksek basınç ve düşük sıcaklıkta) doğal gazı taşıyan gaz tankerleridir; bu da gerek tankerde gerek yükleme istasyonunda (doğal gaz sıvılaştırma tesislerinde) gerekse de indirme limanında (sıvılaştırılan gazın yeniden gaz haline getirilip ulusal boru hatlarıyla bağlantının kurulduğu yerlerde) büyük yatırımlar yapılması anlamına gelir.

Hidrokarbon yataklarında doğal gaz bulunması son derece yaygındır çünkü daha önceki bölümlerde de anlatıldığı üzere belli başlı bozulma süreçlerine uğrayan sıvı hidrokarbonlar sonunda çözünerek esasen bir doğal gaz olan metana dönüşür. Petrol sektöründe sık yapılan bir şaka yataklarda ne kadar sık doğal gaz bulunduğunun en açık göstergesidir: "Patron, kuyuyu açtık. Bir kötü bir iyi haberim var: Kötü haber petrol yok. İyi habere gelince doğal gaz da yok." İdaresindeki güçlükler nedeniyle pek çok durumda doğal gazın varlığına sorun gözüyle bakılır: Yeraltından çıkarılan doğal gazın %20'si ya doğrudan işlem sırasında yanar (bunlar ara sıra filmlerde karşımıza çıkan meşale kulelerdir) ya

da doğrudan havaya karışır (metan gazı karbondioksitten daha fazla sera gazı etkisine sahip olduğundan her geçen gün daha çok engel olunmaya çalışılan bir durumdur bu). Doğal gazın sorun olarak görülmesi kesinlikle boşuna değil; petrol kuyularında ya da okyanustaki petrol platformlarında ani parlamayla gelişen kazalarda sebep daima bir anda yüzeye çıkan gaz baloncuğudur.

Doğal gazın ticari olarak işletilmesine girişmek, ancak son derece bol bulunduğu, kontrollü bir biçimde çıkarılmasının mümkün göründüğü belli başlı yataklarda kârlıdır. İdaresinin zorluğu yüzünden büyük yatırımlar gerektirmesinin yanı sıra ticari değeri de petrole kıyasla epey düşüktür (kalori başına takriben yarı fiyatına eşdeğerdir), bu yüzden ticaretine girişen ülke sayısı da azdır.

Doğal gazın dağıtımını sınırlayan bir diğer engel de petrole göre daha sınırlayıcı olabilen jeopolitik etkenlerdir. Petrol büyük tankerler aracılığıyla nakledilebilirken doğal gazda hammaddeyi üreticiden tüketiciye ulaştıran bir boru hattı ağına ihtiyaç vardır. İran gibi bazı ülkeler Avrupa'ya bağlanan boru hatları için uygun yol bulmakta ciddi zorluklar çeker; aslında Ortadoğu'da son yıllarda yaşanan jeopolitik gerginliğin büyük kısmı, İran ile Suudi Arabistan arasında boru hatları yüzünden çıkan kıran kırana rekabetle ilgilidir. Ayrıca gaz boru hatları bir kısmı son derece istikrarsız olan pek çok ülkeyi aynı anda kat eden binlerce kilometrelik tesisler olduğundan saldırılar karşısında alabildiğine savunmasız sayılırlar. Bu durum da başka bir açıdan doğal gazın ticarileşme kapasitesini sınırlar.

Avrupa'nın iki ana doğal gaz tedarikçisi var. Bunlardan ilki olan Rusya, gazı doğrudan Almanya'ya nakletmek üzere, boru hattını Baltık Denizi boyunca inşa etti ve böylece hattın, Rusya'nın ana merkeziyle her zaman uyumlu bir çizgi izlemeyen eski Sovyet Cumhuriyetlerinden (örneğin Belarus ya da Ukrayna'dan) geçmesini engellemiş oldu. Rus gazının en önemli sorunu ise gaz sahalarının bariz tükenmişlik emareleri göstermesi: Ülkenin ana kaynaklarından biri şu an Avrupa'dan binlerce kilometre uzakta, Doğu Sibirya'da bulunuyor, çünkü Rusya'nın da kullanabileceği gaz yatağı kalmadı. Önümüzdeki birkaç yıl içinde Rus gazının temelli düşüşe geçmesi ve Rusya'nın da coğrafi olarak en yakın (dolayısıyla nakliyat maliyetinin en az olduğu, en kârlı) pazarlara –örneğin önemli bir anlaşma imzaladığı Çin'e– yönelmesi kuvvetle muhtemel.

Avrupa'nın diğer büyük doğal gaz tedarikçisi Cezayir özellikle İspanya (İspanya'nın tükettiği gazın %60'ı buradan geliyor), Fransa ve kısmen de İtalya için önem taşıyor. Cezayir'de doğal gaz üretimi 2010'dan itibaren durgunluk yaşıyor ve sağlanan gazın düşük kalitesinden ötürü İspanya'da pek çok protestoya konu olduğu dönemlerden bu yana bariz düşüş emareleri gösteriyor.

Rusya ve Cezayir tarafından yarı yolda bırakıldığında Avrupa tedarik yollarını büyük oranda Ortadoğu'ya hatta daha az oranda ABD dahil farklı tedarikçilere doğru genişletmeye çalışacaktır. Öte yandan hiçbiri önümüzdeki yirmi otuz yıl boyunca istikrarlı bir gaz akışı sunma kapasitesinde olamadığından Avrupa, doğal gaz tedarikinde muhtemelen çoktan zirveyi gördü.

Sonuç olarak, doğal gaz, petrolün ortaya çıkardığı enerji krizine yönelik bir çözüm ya da destek sunamayacak. Dünya bağlamında sunmayacak çünkü doğal gaz üretimi önümüzdeki yıllarda kendi düşüş sürecine girecek. Avrupa bağlamında ise başlıca tedarikçilerimiz çoktan bu aşamayı geçtiklerinden doğal gazla ilgili sorunları şimdiden yaşamaya başladık bile.

Bölüm 8

Kömür Neden Sorunu Çözen Etken Olamaz?

Bütün fosil yakıtların arasında açık ara en büyük rezervlere sahip yakıt kömürdür. Günümüzdeki tüketim hızıyla kömür rezervlerinin en az birkaç yüzyıl daha yeterli olması beklenebilir. Bununla beraber artık bilindiği üzere, hiçbir hammaddenin çıkarılması istikrarlı bir hızda, biteviye devam edemez; hepsi ister istemez bir üretim eğrisi izleyerek yükseliş döneminin ardından azami noktaya ya da zirveye ulaşır, son olarak da nihai düşüş aşamasına geçer. Bu açıdan kömür de bir istisna oluşturmuyor: Önemli olan ne kadar çok kömür rezervi olduğu değil hangi hızda kömür çıkarılabileceğidir. Kömürle ilgili özel durumda, işletilmesiyle ilgili özellikler sayesinde (madenler aracılığıyla çıkarıldığı, madene doğrudan ulaşıldığı için çıkarılma hızını ayarlamak mümkündür) düşüş hızı petrole nazaran daha yavaş ve yumuşak gerçekleşebilir. Bu iki etkenin bileşimi (hem rezervlerin büyük olması hem de düşüşün daha yumuşak yaşanması) kömür üretiminde zirvenin 21. yüzyılın ortalarına kadar gerçekleşmeyeceği varsayımına yol açmıştı. 2000'e doğru kömür yataklarının durumuyla ilgili çeşitli incelemeler, kömür enerjisinin üretiminde azami noktanın 2035'ten önce yaşanmayacağını, daha kuvvetli olasılıkla 2040-2050 arasında gerçekleşeceğini ortaya koyuyordu.

Bununla beraber, maalesef jeolojiyle ilgili olmayan farklı birtakım etkenler yüzünden bu öngörülerin aşırı iyimser olduğu anlaşıldı. Dünyadaki kömür üretimi 2015'te azami noktasına ulaştı ve o tarihten itibaren de istikrarlı biçimde düşüşe geçti. Önümüzdeki birkaç yılda hafiften toparlanma emareleri bütünüyle ihtimal dışı değilse de, kömür üretiminin düşüş eğrisinde çoktan son evreye girmiş olmamız kuvvetle muhtemel.

Kömür üretimindeki en sınırlayıcı etkenlerden biri kalan kömür yataklarında madenin çıkarılması sırasındaki lojistik faaliyetlerle ilgilidir. Tıpkı petrolde olduğu gibi en iyi yataklar uzun süre önce tükendiğinden daha derinlerdeki, daha az karbon içeren, mineral kalitesi düşük kömür yataklarına başvurmak dışında bir çare kalmadı. Bugün en iyi kalite kömürlerin (taşkömürü ve antrasit) üretimi toplam üretimin yarısından daha azını teşkil ediyor, çünkü her seferinde giderek daha büyük ölçekte, kalori gücü çok düşük ve üretilen kalori başına CO^2 salımları muazzam yüksek bitümlü ve linyit kömüre yönelmek gerekiyor. Isıl değeri son derece düşük bu tür kömürler için farklı bir madencilik faaliyetine ihtiyaç duyulur ve genellikle son derece geniş bir toprak parçasını işgal ve harap eden açık maden ocaklarına (Almanya'nın yakın zaman önce Hambach Ormanı'nda açtığı gibi) ya da dağların delinmesi yöntemine başvurulur (Apalaş Dağları'nda yapıldığı gibi, damara ulaşmak için dağın tepe kısmı resmen tamamıyla tıraşlanır). Çıkarılan kömürün son derece kıt enerji kapasitesine, bir de çıkarma işleminin büyük maliyeti eklenir ki bu da hem enerji bakımından hem de ekonomik açıdan kısıtlı kazanç sağlar. Bu yüzden, linyit madenlerinden elde edilen kömürler, nakliye masrafları eklendiğinde kârlılık bütünüyle imkânsız hale geldiğinden, genellikle çıkarıldığı ülkede tüketilir.

Kömür madeni işletmeciliğini daha da yaygınlaştırmanın önündeki engellerden biri de kullanımından kaynaklanan sınırlamalar. Dünyada kömüre en çok başvuran ülke Çin, kesinlikle daha fazla kömür kullanmayı istese de bu açıdan tam anlamıyla bir doygunluk noktasına ulaştı. Ülkedeki sayısız termik santrale Mançurya'dan kömür nakleden kamyonlar sıklıkla büyük bir trafik sıkışıklığına yol açar (bir seferinde kamyon kuyruğu yüz kilometreyi aşmış, yolun açılması tam dört gün sürmüştü). Kirlilik sorunu da cabası: Çin'in belli bölgelerinde hava kalitesi öyle kötüye gitti ki, bu durum halkta muhtelif sağlık sorunlarına yol açtı ve Çin yönetiminin şiddetli baskısına rağmen bazı yerlerde duruma karşı sert ayaklanmalar yaşandı.

Çin'in bünyesinde daha fazla kömürü eritecek kapasitesinin kalmamış olması madenin üretiminde bir ilk zirveye ulaşılmasının başlıca nedenidir. Son yıllarda Hindistan da kömür tüketimini hatırı sayılır düzeyde artırdı ve bu durum üretimi yeniden artırabilir (zira kömür üretiminin, jeolojik olarak hâlâ bir büyüme marjı var), böylece üretim 2015'teki değerin üstüne çıkabilir. Fakat hem Çin'deki gibi sorunlar hem de Hindistan'da rezervlerin o kadar geniş olmaması hasebiyle burada da 2030'a gelinmeden ikinci zirveye ulaşılacaktır. Ayrıca kömür madenlerinin çoğunun ücra yerleşimlerde bulunduğunu, işletilmeleri için (kompresörlerde kullanılacak elektrik, kömür ve artıkları nakleden kamyonlarda kullanılan yakıt vs. için) büyük miktarda mazota ihtiyaç duyulduğunu akılda tutmakta yarar var; önümüzdeki yıllarda mazot tedarikinde yaşanacak zorluklar kömür üretimini de etkileyecek, bu hammaddenin çıkarılmasında azami potansiyele ulaşılmasına engel olabilecektir.

Özetle, kömür üretiminde kati düşüşten önceki son yıllarımızı yaşıyoruz; bu düşüş eğilimi kuşkusuz yirmi otuz yıla (petrol ve gaza kıyasla epey uzun bir süreye) yayılacak, öte yandan kömürü petrolün etkili bir ikamesi olarak görmemize de engel. Kömürün kaçınılmaz düşüşü çeşitli ülkelerde özellikle de en bol kömür rezervinin bulunduğu Çin ve ABD'de elektrik tedarikinde sorunları beraberinde getirecek – her ikisinin de elektriğin büyük oranda termik santrallerde üretildiği ülkeler olması rastlantı değil. Burada özellikle belirtilmeye değer bir ülke de yerli linyit kömürünün giderek daha büyük oranlarda kullanıldığı ve elektriğin %40 oranında kömür yakılarak elde edildiği Almanya. Almanya'da yenilenebilir kaynaklardan elde edilen elektrik (2000'de %8'den 2017'de %38'e yükseldi – elbette tüketilen nihai enerjinin sadece %20 'sini oluşturan elektrikten söz ettiğimizi unutmayalım) kömürden değil nükleer enerjiden elde edilen elektriğin yerini aldı (nükleer enerji ise yarı yarıya azaldı). Almanya kömürü terk etmediği gibi ABD ve Çin de terk etmedi, Hindistan ise tüketimini artırdı – hepsi de aynı gerekçelerle: Elektrik üretiminde kömür kullanmanın maliyeti hâlâ düşük ve önceliğin endüstriyel rekabet olduğu bu ülkelerde rakipler de aynı şekilde davranmadığı sürece elektriğin daha pahalı yollarla üretilmesine geçiş yapılmasına izin verilmeyecektir. İşte büyük kömür faciası: Salt CO^2 üretimi bakımından değil aynı zamanda yağmurla birleştiğinde sülfürik

asit ortaya çıkaran, korkulan asit yağmurlarına yol açan kükürt dioksit gazı; azot oksit, is ve bazı kanserojen maddeler açısından da en zehirli yakıtlardan biri, üstelik sanayide hâlâ vazgeçilmez önemde olduğu halde, önümüzdeki yıllarda giderek daha az bulunabilecek.

Önümüzdeki on yıllarda kömür üretimindeki azalmaya bağlı olarak dünya endüstrisi uygun fiyatlarla elektrik bulmakta ciddi sorunlarla karşı karşıya kalacakken kömürün azalmasıyla ilgili asıl daha yakıcı bir sorun var ki o da çelik üretiminde kokkömürü kullanımına bağımlı olunması. Çelik üretilen yüksek sıcaklıktaki haddehanelerde salt fiziksel değil (yüksek sıcaklık nedeniyle) aynı zamanda kimyasal da olan bir işlemle demirin eritilmesi için yüksek miktarda karbon ihtiva eden *kokkömürü* adı verilen bir tür kömürün kullanılması zorunlu. Kokkömürü benzer sebeplerle ayrıca başka metallerin eritilmesinde de kullanılıyor. Eskiden kok elde etmek için odunkömürü kullanılıyordu, oysa bugün kokkömürü olmadan günümüzde üretilen muazzam miktarlardaki çeliğin elde edilmesi düşünülecek bir iş değildir. Söz konusu kömürün başlıca üreticisi Avustralya ve ülkede henüz azami üretim seviyesine gelinmedi, fakat bunun için çok uzun zaman kaldığı da söylenemez. Dünyadaki kokkömürü üretimi düşüşe geçtiği anda, bu olgu başlı başına gerçek bir devrim anlamına gelecek çünkü en genelde bütün metalürji endüstrisini ve özel olarak çelik üretimini etkileyecek. Şayet mazotu sanayi toplumunun kanına benzetirsek çeliği de iskeleti olarak tanımlayabiliriz; inşaatta ve fiilen neredeyse her şeyin imalatında asli öneme sahip bir malzeme olduğundan, mazottan farklı olarak geri dönüştürülebilir olsa da, çeliksiz bir modern hayat tasavvur edilemez.

İspanya özelinde ise kömürün stratejik bir önemi var. Ülkemizde hatırı sayılır düzeyde rezervi bulunan yegâne hammaddedir kömür – gerçi kalan kısmının genel olarak orta ve düşük kalitede olduğu söylenebilir. Kömürü Fischer-Tropsch işlemiyle, sıvı yakıt senteziyle dönüştürüp kullanabilme ihtimali bu kaynağı İspanya açısından stratejik hale getiren unsurlardan biridir. Petrol tedarikinde ani bir kesinti yaşanması durumunda (örneğin Basra Körfezi'nde yaşanabilecek geniş ölçekli bir kriz halinde) yerli kömür madeninden elde edilecek sıvı yakıtlarla ülkedeki en öncelikli ihtiyaçlar karşılanabilir, acil durum araçları beslenebilir. Bu amaca yönelik Fischer-Tropsch işlemi çok verimli olmasa da (kömürün içerdiği enerjinin takriben yarısı dönüşüm sırasında kaybolur) doğrudan

kamyonlarda, traktörlerde ya da diğer araçlarda kullanılabilecek bir yakıtın ortaya çıkmasını sağlar; dolayısıyla getireceği fayda ticari değil acil kullanımlara yönelik, stratejiktir. Benzer şekilde, düşük kalitede henüz işlenmemiş hatırı sayılır kömür rezervi bulunduran ülkeler de kuşkusuz acil durumlar için bu rezervlere güvenmektedir. Fischer-Tropsch işleminin bazı türevleri kömürün *bulunduğu yerde* sıvı bir yakıta dönüştürülmesine olanak tanır; işlemin tamamı evvelden eklenen metal katalizörlerin bulunduğu ortama gerekli maddelerin (esas olarak suyun) püskürtülmesiyle gerçekleşir. Bu tür tesisler son derece masraflı olmasına rağmen burada kömürün sıvı yakıta dönüştürüldüğü diğer santrallerde yaşanan en önemli sorunlardan birinin –çıkan zehirli artıkların yönetimi sorununun– önüne geçilebilir çünkü atıklar doğrudan toprağın altında gömülü kalır. Ayrıca yerinde dönüşüm tesisleri yine çok maliyetli olan madencilik faaliyetini de ortadan kaldırabilir. Sonuç olarak kömürden sıvı yakıt üretilmesi petrol türevi yakıtlarda kıtlığın baş göstereceği bir gelecekte iyi bir seçenek olabilir; fakat bu, söz konusu kıtlıkla mücadele amacıyla uygun önlemler alınana kadar, yalnızca sınırlı bir süre için ve ortalama miktarlarda geçerli olacaktır.

Özetle, önümüzdeki yirmi otuz yıl boyunca kömür hâlâ önemli bir yakıt olmayı sürdürecekse de, üretimde azalmanın başlamasına az bir süre kalmıştır (elbette çoktan o aşamayı geçmediysek). Kömür herhangi bir şekilde petrolün yerini tutamaz, sadece dönemsel olarak belli bir destek sunabilir. Ayrıca uzun vadede kömürün azalmasıyla birlikte bununla bağlantılı olarak elektrik fiyatlarının artması –hatta üretiminin azalması– ve yeni dökme çelik kıtlığı gibi sorunlar baş gösterecektir.

Bölüm 9

Nükleer Enerji Neden Sorunlarımızın Çözümü Olamayacak?

Deneysel ilk nükleer reaktörlerin tarihçesi atom bombasını geliştirmek için II. Dünya Savaşı sırasında yapılan denemelere kadar gitse de bu enerjinin kullanıma girdiği ilk tarih 1950'yi bulur. O dönemler bu enerji türüne büyük umutlar bağlanmıştı: Gerek ileri teknolojisi gerek küçük miktarda nükleer yakıttan elde edilebilen muazzam enerji miktarları göz kamaştırıyordu. O zamanlar nükleer enerji devrimi sayesinde elektriğin çok kısa sürede artık sayaçlara gerek duyulmayacak kadar ucuzlayacağı (*too cheap to meter*) söylemi hayli revaçtaydı.

O zamandan bu yana yetmiş yıl geçti ve nükleer enerji yenilenemeyen enerjilerin arasında hâlâ en vasat seçenek olmayı sürdürüyor. BP'nin 2018'deki Yıllık İstatistikleri uyarınca yenilenemeyen enerji kaynağı olan dört hammadde, küresel birincil toplam enerjinin %90'ını teşkil ediyor ve bunların dağılımı şöyle: Petrol %34,2, kömür %27,6, doğal gaz %23,4 ve nükleer enerji sadece %4,4. Üstelik bu hesaplama yapay bir şekilde nükleer enerjinin lehine hesaplamalar içeriyor, çünkü reaktörlerde uranyum fisyonuyla elde edilen bütün ısıl enerji değeri hesaba katılsa da fiiliyatta (nihai olarak elektrik üreten alternatörlerin türbinlerini hareket ettiren su buharı aracılığıyla) bu enerjinin sadece %35'inden yararlanılıyor.

Nükleer enerji taraftarları genellikle, bu enerji türünün toplumda daha önemli bir yer edinememiş olmasını, taşıdığı risklerden kaygı duyan çevreci gruplar cephesinden gelen güçlü karşı çıkışa bağlıyorlar. Oysa nükleer enerjinin uzun yıllardır neden bir noktada sıkışıp kaldığını hatta düşüş eğilimi gösterdiğini tahlil ettiğimizde bunun belli sosyal grupların itirazlarından daha dişe dokunur sebepleri olduğunu göreceğiz.

Birinci sorun düşük enerji verimi. Bir nükleer enerji santrali sayısız güvenlik sistemi ve protokolünün oturtulmasını gerektiren oldukça karmaşık bir tesistir. Nükleer santral inşaatları çoğu durumda devlet ödeneğiyle gerçekleştirilir çünkü inşaat maliyetleri hayli yüklüdür; kimi durumlarda başlangıçta ilan edilenin kat kat üstünde masraflar çıkar. Örneğin Finlandiya Olkiluoto'daki nükleer santralin üçüncü reaktörü için başta üç milyar avro bütçe çıkarılmasına rağmen sayısız gecikmenin ardından inşaat neredeyse bunun üç katı bir maliyetle, sekiz milyar dolara tamamlandı ve 2021'den önce de işlemeye başlaması beklenmiyor. Ek masraflar, bu türden gecikmeler ve beklenmedik gelişmeler özellikle güvenlikle ilgili giderek daha da katılaşan ancak şüphesiz gerekli de olan yönetmelikler nedeniyle bu sektörde sıklıkla yaşanır. Öte yandan nükleer santrallerin işletme maliyeti aksine son derece küçüktür; hesapları tutan kişi pekâlâ bir nükleer tesisin kazançlı olduğunu belirtebilir. Gerçi genellikle başlangıç sermayesinin geri kazanılması için gereken sürenin santralin yaklaşık olarak ömrüne eşdeğer olduğu ileri sürülmektedir – kısacası devletlerin inşaat maliyetini üstlenmediği koşullarda tesislerin kazançlı olmasından söz edilemez. Ayrıca genellikle hesaplamalara kasten dahil edilmeyen bir masraf kalemi de henüz çok kısıtlı deneyimin biriktiği tesisin söküm sürecidir: Örneğin günümüzde ömrünü tamamladığı için kullanımdan çıkan yüz on beş nükleer reaktörden sadece on yedisi tamamen sökülmüş durumdadır; bu süreç de genellikle öngörülenden çok masraf çıkarmış, biri hariç hepsinde kalıntıların bir kısmı reaktörün kurulduğu sahada terk edilmiştir. Aslında nükleer enerji bahsinin esas güçlü bileşeni politiktir; amaç gerek teknolojik gerek askeri saiklerle, stratejik gözüyle bakılan bir sektörde üstünlük sağlamaktan ibarettir.

Nükleer enerjinin düşük verim getirmesinin diğer bir sebebi üretilen enerji türünün elektrik olmasıdır. Elektrik, yüksek katma değeri olan bir enerji biçimi olup pek çok kullanım açısından, özellikle de hane içi kullanımda, otomasyon ve kontrol alanında önem taşır. Öte yandan,

sanayi toplumlarında, gerek araba, kamyon, traktör ve gemi gibi otonom araçların hareket etmesini sağlayan yoğun enerjili sıvılar formunda gerekse de çimento fabrikalarında yakılan doğal gaz örneğindeki gibi farklı sıcaklık derecelerinde ısı sağlayan enerjiler formunda olsun çok daha büyük miktarlarda farklı enerji türlerine ihtiyaç var. Günümüz sanayi toplumlarında elektrik enerjisi toplam nihai enerjinin yani tüketilmeye hazır enerjinin sadece %20'sini oluşturur. Dolayısıyla nükleer santrallerin en büyük açmazı burada sadece elektrik üretilmesidir; bu enerji türünün ihtiyaç duyulan pek çok kullanıma uygun olmayışı nükleer enerjinin faydasını sınırlar, daha fazla gelişmesini engeller – hatta petrol kıtlığının izlediği seyirle nükleer enerji tüketimindeki düşüşün seyri arasında da paralellikler mevcuttur. Oysa nükleer enerji pek çok bilimsel kaynakta fosil yakıtların basit bir uzantısı olarak görülür, fosil enerji ulaşılabilir olduğu sürece bir parça daha fazla enerji elde edilmesini sağlayacak bir kaynaktır, hepsi o. Elbette, ileride göreceğimiz üzere yukarıda bahsettiğimiz sorun elektrik üretmeye yönelik tasarlanmış yenilenebilir sistemleri de etkilemektedir.

Bir diğer önemli sorun ise uranyum kıtlığı. Nükleer yakıtın maliyeti nükleer santrali işletmenin toplam maliyetine kıyasla oldukça düşüktür (genellikle belirtilen rakam toplam maliyetin %5'i ile %8'ine tekabül eder.) Bu olgudan hareketle söz konusu enerji kaynağını savunanlar, uranyumla ilgili bir sorun olmadığını belirterek uranyum kısıtlı olsaydı fiyatı da fahiş olurdu diye mantık yürütürler. Bununla birlikte bu savda belli mantık hataları var: Bir yandan, görünen o ki uranyum zirvesine 2016'da çoktan ulaşıldı, üretimdeki düşüş başlangıçta çok yavaş seyrettiğinden etkilerinin hissedilmesi için ise henüz çok erken. Diğer yandan, nükleer santrallerin sayısı yirmi yıldır artmadı, haliyle uranyum talebinde de elle tutulur bir artış yaşanmadığından uranyum zirvesinin yaratacağı etkilerin fark edilmesini de geciktiriyor. Son olarak, yıllık tüketilen toplam uranyumun %16'sı ikincil tabir edilen rezervlerden, yani yirmi otuz yıl önce çıkarılmış ama zamanında bütünüyle tüketilmemiş uranyum kaynaklarından geliyor. Bu ikincil rezervlerin çoğu uluslararası silahsızlanma anlaşmaları gereği sökülen atom bombalarından geliyor. Uluslararası Enerji Ajansı'nın önümüzdeki yıllarda uranyum üretiminde yaşanacak düşüş tahminleri uyarınca, 2025'ten itibaren uranyum tedarikinde sorunların belireceği öngörülmektedir.

Uranyum üretimindeki düşüş ve harcanan yakıtın yeniden işlenmesindeki sınırlamalar ifade edildiğinde, nükleer enerji taraftarları nükleer fisyona uğrayabilir (kolay parçalanabilir) maddenin kıtlığına bir çözüm olarak genellikle yakında kullanıma girmesi beklenen dördüncü nesil reaktörlerden söz eder. Bu tür reaktörler geleneksel fisyonu temel alan reaktörlerdeki yavaş ve termik nötronlardan farklı olarak hızlı nötronlarla işleyecek, böylelikle hem radyoaktif olmayan hem de yerkabuğunda bolca bulunan ve reaktörde uranyuma dönüşen toryum gibi maddelerden faydalanmak mümkün olacaktır. Bu türde reaktörler teorik olarak radyoaktif kalıntı bakımından da daha güvenlidir, çünkü bu kalıntılar işlem sırasında bizzat reaktör tarafından tüketilecek ve nihai atık miktarı göz ardı edilebilir düzeyde olacak, üstelik bir diğer çevrimde rahatlıkla *yakılabilecektir*. Dördüncü nesil reaktörlerin en büyük sorunu herhangi bir biçimde yeni teknoloji ürünü olmamalarıdır: Bu tür reaktörler yetmiş yıldır zaten deneniyor ve üstesinden gelinmesi zor sayısız teknik zorluk çıkarıyor karşımıza. Ayrıca hızlı nötronlarla işleyen bir reaktör geleneksel bir nükleer reaktöre kıyasla çok daha tehlikelidir, çünkü geleneksel tesislerde yaşanabilecek en kötü kaza çekirdeğin füzyonudur (tepkime kontrol edilemezse ulaşılan yüksek sıcaklıklarda bölünebilir tüm malzemenin atmosfere radyasyon ve radyoaktif madde yayan radyoaktif bir lava dönüşmesi söz konusu olabilir – ki zor da olsa bu maddeler kontrol altına alınabilir), oysa hızlı nötron reaktörlerinde ciddi bir kaza gerçek bir nükleer patlamaya yol açabilir. Hızlı nötron reaktöründe kontrolü sağlamak kolay bir iş olmadığından dünyada kısıtlı bir ticari kullanımı olan sadece bir düzine prototip kurulmuştur. On yıllardır bu sektörde hatırı sayılır bir teknolojik ilerleme görülmedi, dolayısıyla bu güvenilecek bir alternatif sayılmaz.

Bir diğer önemli nükleer teknoloji ise füzyon. Yüksek atom numarasına sahip bir çekirdeğin parçalanmasıyla açığa çıkan enerjiden yararlanmayı amaçlayan geleneksel fisyon reaktörlerinin aksine, füzyonda hafif çekirdeklerin birleşmesi sırasında açığa çıkan enerji kullanılır. Genel olarak yapılmak istenen, iki hidrojen izotopunun –döteryum ve trityum– çekirdeklerini birleştirerek bir helyum çekirdeği ve bir serbest nötron elde etmektir. Bu serbest nötron bir lityum tabakasına etki ederek onu yine reaktörde faydalanılacak trityuma dönüştürür. Ticari bir füzyon reaktörü kurulmasına yönelik muhtelif

projeler mevcuttur; bunların en bilineni Fransa Cadarache'da ITER reaktörünün inşasından sorumlu uluslararası Enerji İçin Füzyon projesi. Füzyon reaktörleri de benzer sorunlarla karşı karşıya; bunlardan en önemlileri şöyle sıralanabilir: Füzyon yaratan plazmayı, enerjisinden yararlanılacak süre boyunca kontrol altında tutmanın zorluğu; füzyon işlemi sonucunda, tepkimenin *ateşlenmesi* sırasında tüketilen enerjiden daha fazla enerji üretilmesi gerekliliği; kontrol çubuğunun yapısı (aynı zamanda hem çok dayanıklı hem de lityum tabakasına etki eden nötron akışına izin verecek kadar gözenekli olması gerekir) ve lityum tabakasından dönüştürülen trityumun son derece istikrarsız ve küçük miktarlarla dahi ani radyoaktif parlamalara yol açabilen bir element olması... Füzyonun ortaya çıkardığı teknik zorlukların çözülebilmesi için çok uzun zamana ihtiyaç var, hatta bir füzyon reaktörünün bazı teknolojik gerekliliklerinin fiziksel olarak sağlanması (fizik alanında Nobel alan birkaç kişinin de belirttiği gibi) mümkün olmayabilir. İlk ticari füzyon reaktörünün kuruluşu için önümüzde hep bir elli yıl olduğuna dair sektörde tekrarlanan bir şaka vardır – hiç bitmeyen bir elli yıl... O zamana kadar, Enerji İçin Füzyon'un planları uyarınca muhtelif teknik sorunları çözmeye yönelik inşa edilmesi kararlaştırılan üç deneysel reaktörle ilgili (ITER, PROTO ve DEMO) en iyi senaryoda bile 2050'den önce ticari bir reaktör faaliyete geçmeyecek. Çoktan su yüzüne çıkan sorunlarımıza çare olamayacak kadar geç bir tarih bu, üstelik de söz konusu projede tekrarlı biçimde peş peşe yaşanabilecek gecikmeleri de hesaba katmazsak.

Özetle, nükleer enerji, her ne kadar savunucuları tarafından düşük CO^2 salımları gerekçe gösterilerek ekolojik dönüşüm için gayet elverişli bir müstakbel teknoloji olarak göklere çıkarılsa da esasında bir gelecek umudu olmaktan çok geçmişte kalmış bir seçenektir. Fisyon enerjisi uranyum kıtlığı ve ekonomik veriminin düşüklüğü sebebiyle ciddi oranda sınırlıdır; teknolojiyle ilgili vaatlerin (hem hızlı nötronlarla çalışan fisyon hem de füzyon reaktörleri) yerine getirilme ihtimali ise pek inandırıcı görünmüyor.

Bölüm 10

Hidroelektrik Enerji Neden Daha Fazla Gelişemez?

BP'nin Yıllık İstatistik verilerine göre yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemlisi olan hidroelektrik enerji bütün dünyada tüketilen birincil enerjinin %6'sını oluşturur. İzninizle burada küçük bir parantez açayım: Uluslararası Enerji Ajansı'nın da aralarında bulunduğu kimi kaynaklar yenilenebilir birincil enerji kaynağının biyokütle/biyoyakıt olduğunu, bu kaynağın bütün dünyadaki küçük çiftçiler tarafından odun yakılarak ortaya çıkan biyokütlenin kullanılmasıyla üretilen enerjiyi kapsadığını belirtmektedir. Bu yolla ne kadar enerji kullanıldığını kesin olarak saptamak büyük hata payı içerdiği gibi bu kullanımın verimi de son derece düşüktür. Bu yüzden BP ve diğer kaynakların görüşü biyokütlenin bu kullanımını hesaba katmamak yönündedir çünkü bu yöntemin ne endüstriyel toplumun sürdürülmesine katkısı olabilir ne de kayda değer ölçüde artırılması mümkündür, tersine ormanların mahvına yol açarak söz konusu enerjinin kullanımını imkânsız hale getirme potansiyeli barındırır.

Hidroelektrik enerji belli bir debiye sahip akarsuyun döküldüğü vadiye devasa bir baraj duvarı inşa edilip böylece rezervuarın izin verdiği azami seviyeye kadar su biriktirilmesiyle elde edilir. Suyun, bent

kapaklarından akmasına izin verilirken akışın hidrolik kuvveti alternatöre bağlı türbinleri hareket ettirir, böylelikle elektrik enerjisi elde edilir.

Hidroelektrik enerji, elektriğin yoğun biçimde tüketilmeye başlandığı İkinci Sanayi Devrimi'nden bu yana, yüz elli yıldır kullanılıyor. İlk büyük hidrolik barajların tarihi 20. yüzyılın başlarına kadar uzanır, başlangıcından itibaren hidroelektrik enerji hem güvenilir hem de elektrik üretiminde son derece önemli, ayarlanabilir bir kaynak olageldi. Çünkü bentleri açıp kapayarak talebe göre az ya da çok elektrik üretmek son derece kolaydır. Aynı zamanda büyük akarsu havzalarının yağış alma düzeni hayli istikrarlı olduğundan, baraj uygun şekilde çalıştırıldığında azami ölçüde elverişli ve güvenilir şartlarda enerji elde edilebilir. Diğer taraftan, inşa edilen büyük baraj duvarları hem rahatlıkla yüz yıldan uzun süre dayanacak kadar sağlamdır hem de bu iş için kullanılan teknoloji diğer seçeneklere kıyasla daha basittir; çevre için daha az riskli olmasının yanı sıra barajların bakım onarımı da daha kolaydır. Elbette, bir barajın yol açtığı etkiler açısından bütünüyle masum olduğu anlamına gelmez bu: Barajın varlığı akarsuyun doğal hayatını baskılar, suyun biriktirilmesi nispeten göl büyüklüğündeki geniş bir sahada buharlaşmada ve yağış olaylarında değişikliğe yol açabilir. Diğer yandan, bir baraj havuzunun varlığı bazen son derece önemli başka riskleri de beraberinde getirir: Örneğin zehirli atıklar birikir ve bir kırılma ya da barajın acil durumda boşaltılması sırasında nehrin aşağısında kurulmuş yerleşim yerleri risk altında kalabilir.

Her halükârda, enerji dönüşümünde hidroelektrik enerjinin en önemli açmazı, uzun süredir kullanılan bir teknoloji olması, bu yüzden sunabileceği ilave potansiyelin son derece sınırlı olmasıdır. Gezegenin bazı bölgelerinde hidroelektrik enerjinin hiç kullanılmadığı yerler hâlâ mevcut; dünya genelinde büyüme potansiyeli hâlâ yüksek, hatta güncel değerlere bakılırsa ikiye katlanabilir. Bununla birlikte, hidroelektrik enerjinin Batı dünyasının tamamında gelişim seyrini etkili biçimde tamamladığı söylenebilir hatta mini-hidroelektrik ve mikro-hidroelektrik projeler hesaba katılsa bile (fiilen yerel, debisi çok düşük ve genellikle düzensiz akarsulara kurulan son derece küçük barajlar) OECD ülkelerinde hidroelektrik enerji üretiminin halihazırdaki seviyelere oranla %10'dan fazla artırılması mümkün görünmüyor. Bu yüzden özellikle de İspanya'da yenilenebilir enerjilerden söz edildiğinde, ülkemizde bu-

gün hidroelektrik enerji yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemlisi olmasına rağmen ona nadiren atıfta bulunulur (bazı yıllar İspanya'da bütün elektrik tüketiminin neredeyse %20'sinin hidroelektrik santrallerden geldiği vakidir).

Hidroelektrikle ilgili diğer sorunlardan biri küresel iklim değişikliğinin beraberinde getireceği süreçlerle ilintili. Yağışların düzeni değiştiğinden, sadece elektrik üretiminde değil aynı zamanda sulama ve içme suyu tedarikinde de barajların verdiği o eski emniyet duygusu da ister istemez ciddi anlamda etkilenecek. Geçtiğimiz yıllarda, Tajo Nehri'nin debisinin düşüklüğü yüzünden Tajo-Segura Sukemeri'ndeki transferin neredeyse işlevsiz kaldığına hep birlikte tanık olduk. İspanya özelinde iklim modellerinin çoğunda kuraklık ve çölleşme riskinde artış öngörülüyor; iklim krizinin karşımıza çıkardığı sıkıntılar nedeniyle su kaynaklarının şimdikinden farklı kullanılması gerekecek, suyun diğer kullanımlarına öncelik verilmesi ister istemez hidroelektrik enerji üretiminde kapasite azalmasına yol açacak.

Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarında kesintiler baş gösterdiğinde hidrolik barajların ayarlama yapmak için devreye girebileceği zaman zaman belirtilmiştir: Yani rüzgâr ya da güneş santralleri fazladan enerji ürettiğinde ya da tersi durumda güç kaybedildiğinde, ters pompa istasyonları nehrin aşağısından suyu alarak baraja gönderecek, diğer yenilenebilir sistemlerin enerji veremediği koşullarda burada biriken sudan hidroelektrik enerji üretimi için tekrar yararlanılacaktır. Bununla birlikte ters pompalama teknik olarak kötü bir çözüm. Öncelikle tersine pompalama sistemlerinin büyük bir kısmının bu enerji fazlasından faydalanmak için inşa edilmesi gerekir. İkincisi tersine pompalama aşağıdaki nehrin debisini düşüreceğinden orada bulunan ekosistemler ve insan yerleşimleri için ciddi sonuçlar doğurabilir; ayrıca kuraklığa bağlı olarak nehrin debisinin zaten son derece düşük olması yüzünden uygulanma imkânı bulunamayabilir de. Son olarak aslında en fazla ihtiyaç duyduğumuz enerji türü daha önce belirttiğimiz gibi elektrik değil diğer enerjilerdir. Hidrolik santraller de tıpkı nükleer enerji gibi elektrik üretimine yönelik işlev görür, İspanya gibi ülkelerde elektrik enerji fazlası vardır; ortalama 32 GW (gigavat) ile azami 45 GW tüketimimiz düşünülürse, 108 GW'lık kurulu kapasiteyle elektrikte bolluk ötesi bir durum söz konusu.

Son olarak da hidroelektrik enerji için aşil topuğu olarak görülen hususu belirtmek gerekirse, o da baraj haznelerinin siltlenmesi sorunudur. Düzgün kullanılan haznelerde bile siltlenme hızı (nehirle birlikte sürüklenen tortuların birikmesi) yıllık %0,5'in altına düşmez. Yani düzgün çalıştırılan barajlarda bile tortuların birikmesi toplam yıllık kapasiteyi %0,5 oranında azaltır; su havzası en çok iki yüz yıl içinde bütün su biriktirme becerisini yitirir, elbette elektrik üretimi açısından bundan çok daha evvel (tortular bent kapaklarının seviyesine geldiğinde) yararsız hale gelecektir. Siltlenmeyle mücadelenin yegâne yolu, bol miktarda petrol sarfiyatı gerektiren bir yöntemle ya su havzasını tamamen boşaltıp ağır makinelerle tortuları temizlemek (ekskavatör ve kamyon kullanarak) ya da basitçe duvarı yıkarak doğanın kendi üstüne düşeni yapıp tortuları nehirden aşağı denize sürüklemesini beklemektir. Dolayısıyla hidrolik su havzalarında siltlenme barajların ömrünü kısaltan bir kısıtlamaya yol açar, enerji ve maliyet açısından barajların işe yarayıp yaramadığını sorgulatacak bedellere mal olur.

Özetle hidroelektrik enerji günümüze kadar fazlasıyla kullanıldı. Yenilenebilir enerji kaynaklarının içinde en güvenilir kaynak olmasına ve çok yönlülüğüne rağmen ne enerji dönüşümünü hayata geçirmede ne de özel olarak petrolün ve diğer fosil yakıtların ortadan kalkması sürecinde bize bir yardımı olabilecek. Bu nedenle, toplumumuzun karbondan arındırılması planlarıyla ilgili muhakkak bir rol sahibi olabilecek bu kaynaktan nadiren söz edilir.

Bölüm 11

Neden Her Şeyi Rüzgâr Enerjisiyle Besleyemeyiz?

Geçtiğimiz otuz yıl boyunca rüzgâr enerjisi alanında eşine rastlanmadık bir gelişme yaşandı: Bir artakalan enerji türü olarak esasen mekanik tarzda (örneğin Hollanda'da deniz bent barajlarındaki drenaj sistemlerinde) ve elektrik üretiminde sembolik tarzda (örneğin Danimarka'da) kullanılan rüzgâr enerjisi geometrik bir artış göstererek günümüzde dünyada üretilen toplam birincil enerjinin %1'ini teşkil edecek seviyeye geldi. Yine de bu çok düşük bir yüzde sayılır, üstelik rüzgâr enerjisinin muhtelif kısıtlamalarını hesaba katarsak muhtemelen bu oran, hiçbir zaman şu anki birincil enerji tüketiminin %5-6'sını geçemeyecektir.

Öncelikle göz önünde bulundurulması gereken şu: Rüzgâr enerjisinin potansiyelinden söz ettiğimizde sadece rüzgâr türbinleri aracılığıyla üretilen elektriği kastediyoruz. Bu son derece önemli çünkü daha önce birkaç kez açıkladığımız üzere, bir taraftan elektrik uygarlığımızın bütün enerji açığını kapatamazken diğer taraftan rüzgâr enerjisinden aslında elektrik dışında da fayda sağlamak mümkün. İleride bu konuya geri döneceğiz.

İlk olarak, dünyadaki rüzgâr enerjisinin sadece elektrik üretimi açısından azami potansiyeliyle başlayalım. Bu potansiyelin hesaplandığı çeşitli araştırmalarda çoğunlukla rüzgâr enerjisinden elde edilen elektrik

enerjisi değerleri dünyanın halihazırdaki toplam tüketiminin çok üstünde rakamlar içeriyor. Oysa gelecekteki olası rüzgâr enerjisi üretimine dair şişirilmiş rakamlar sunan bu çalışmalarda yapılan hesaplamalarda enerjinin korunumu, mekanik momentum gibi fiziğin asli yasalarını ihlal eden varsayımlar temel alınmaktadır. Söz konusu araştırmalar her bir rüzgâr türbininin ürettiği enerji miktarını basitçe alt alta toplamayı temel alır ve milyonlarca jeneratör inşa edildiğinde bunların kaçınılmaz biçimde birbirini engelleyeceği, özellikle de bazıları rüzgâr enerjisini topladığında diğerlerine toplayacak daha az enerji kalacağı göz ardı edilir. Valladolid Üniversitesi Enerji Ekonomi ve Sistem Dinamikleri Grubu (GEEDS) gezegenimizin rüzgâr enerjisi potansiyeline dair çeşitli tahliller yaparak iki yüz metre rakıma kadar, atmosferdeki enerjinin ne kadarının santraller tarafından kullanılabileceğini saptamaya çalıştı. GEEDS'in 2012'deki araştırmasından çıkan sonuç, rüzgâr türbinleri vasıtasıyla günümüzde tüketilen birincil enerjinin ancak %6'sının üretilebileceğini gösterdi.

GEEDS'in araştırması yayımlandığı tarihte epey ses getirdi. Çünkü hem rüzgâr enerjisinin potansiyelinin tüketilen toplam enerji miktarına oranla çok düşük kaldığı ilk kez gösteriliyor hem de daha önce yapılan çalışmaların fiziğin temel mantığından yoksun olduğu eleştirisi kanıtlanıyor, bunlar tümüyle geçersiz kılınıyordu. Derken rüzgâr türbinlerinin karşılıklı birbirini engelleme ilkesini dahil eden yeni araştırmalar yayımlandı. Bunlar epey iyimser olmakla birlikte yine de GEEDS'den önce öne sürülen değerlere kıyasla hatırı sayılır düşüş olacağını teslim eden çalışmalardı; gerçi bu sefer de Valladolid araştırmasında gündeme getirilen fiziğin önemli ve kaçınılmaz başka ilkeleri hesaba katılmamıştı. GEEDS de hemen akabinde kendi araştırmasını kapsamlı bir biçimde gözden geçirerek rüzgâr enerjisinin potansiyelini ilk elde ettiği sonuçlara kıyasla bir parça daha düşürdü. Buna paralel biçimde, MIT tarafından yapılan bir araştırmada da GEEDS'in bulguları doğrulanarak rüzgâr türbinlerinin yoğun kullanımının, atmosferdeki genel hava akımını elle tutulur düzeylerde yolundan saptırabileceği belirtildi. Öyle ki orman etkisi yaratma tehlikesine bağlı olarak bir bölgede bulunabilecek rüzgâr türbinlerinin azami yoğunluğu mecburen sınırlı tutulmalıydı (orman etkisinde rüzgâr, ağaçların oluşturduğu engeli aşmak, ormanı geçmek için tepeden ve yanlardan dolaşır). Dünyanın rüzgâr enerjisinde azami

potansiyeli hâlâ ucu açık bir tartışma konusu olsa da bilimsel ölçütlere göre hazırlanmış araştırmalara bakıldığında, terazinin kefesi iyimser görüşlerden ziyade rüzgâr enerjisinin küçük bir yüzdeyi kapsayabileceğini ortaya koyan kötümser olanlardan yana ağır basıyor.

Rüzgâr enerjisinin azami üretim kapasitesi bu enerji türünün daha fazla yaygınlaşmasının önündeki sınırlayıcı engellerden sadece birisi. Daha önemli bir başka sorun, işletilmesi ve kullanılması için fosil yakıtlara yoğun biçimde bağımlı olunmasıdır. Son yıllarda kullanılanların bir örneği olan 1 MGW'lık rüzgâr türbininin kırk metre uzunluğunda direği, yirmi metre eninde üç pervanesi bulunur. Türbin direkleri güçlendirilmiş betondan inşa edilen silindirik denebilecek yapılardır, birkaç metre derine inen geniş beton temeller üstüne oturur. Çimento ve çelik üretiminde kullanılan fosil yakıtlardan ayrı olarak, yakıtın önemli bir kısmı da kurulum alanına bu malzemeleri nakleden kamyonlar, sahayı düzleyen ve temeli kazan ekskavatörler, türbinin elemanlarını çıkarmak için gereken vinçler ve betonun taşındığı beton karıcılar tarafından tüketilir. Santraller kurulduktan sonra onarımlar da aynı şekilde fosil yakıtlar açısından son derece maliyetlidir; vinçler hatta pervanelerden biri kırılmışsa yeri geldiğinde helikopter bile gerekebilir. Toplam karbon ayak izini hesaplayacak olursak bir rüzgâr türbininin CO^2 salımı üretilen birim enerji başına elbette bir doğal gaz termik santraline kıyasla hayli düşüktür, kömür santraliyle ise kıyas bile yapılamaz. Yine de bu durum rüzgâr santrallerinin fosil yakıtlara göbekten bağımlı olduğu, önümüzdeki yıllarda petrol, gaz ve kömür üretimindeki kaçınılmaz düşüşle birlikte kullanımlarının tehlikeye düşebileceği gerçeğini değiştirmiyor. Yüzde yüz yenilenebilir enerjiye dayalı bir geleceğe geçiş tasarlanırken gelecekte fosil yakıtlardaki kıtlığın yaratacağı etki nadiren hesaba katılıyor, oysa bu durum geçişin gerçekleşmesinin önünde ciddi bir engel teşkil edebilir. Ayrıca diğer bütün santraller gibi bir rüzgâr santralinin de ömrü olduğu göz önünde bulundurulmalı; miadını doldurduktan sonra gerekli onarımları yapmak sıfırdan bir rüzgâr santrali inşa etmekten daha masraflı olacağı için, onu işler halde tutmak imkânsız hale gelecektir. Aynı zamanda rüzgâr santrallerinin sökümü sırasında harcanan enerji özellikle fosil yakıt maliyeti de yine nadiren hesaba katılır. Buna bir de çok uzak olmayan bir gelecekte, belki otuz kırk yıl sonra, kullanılan yenilenebilir sistemler mecburen yenileriyle

değiştirildiğinde, modern rüzgâr türbinlerinin boyutuna bağlı olarak fosil yakıt kıtlığının bu faaliyeti imkânsız hale getirme olasılığı eklenebilir. Bırakalım 5 MW'lık rüzgâr jeneratörüne sahip iki yüz metrelik bir türbini, 1 MW'lık rüzgâr jeneratörü olan kırk metre yüksekliğindeki mütevazı bir yapıyı kurmak bile ileride fosil yakıt desteği son derece kıt olduğunda yapılması imkânsız bir işe dönüşebilir.

Bütün rüzgâr türbinleri için önemli olan bu sorunlar, santraller denizde kurulduğunda kat kat önemli hale gelir. Denizde girinti çıkıntı olmadığından rüzgâr kilometreler boyunca kesintisiz ve karada olduğundan daha sürekli eser. Dolayısıyla denizde kurulan rüzgâr türbinleriyle yakalanan enerjinin karadakilere kıyasla katbekat fazla olması gerekir. Bununla birlikte, deniz fırtınaları ve paslanmaya karşı verilen daimi mücadele nedeniyle bu santrallerin faaliyeti ve bakımı daha masraflıdır. Bütün etkenler terazinin kefesine konduğunda, denizdeki rüzgâr santrallerinin karadaki emsallerinden daha verimli olmadığı anlaşılır; ayrıca hem sökümleri çok daha karmaşıktır hem de örneğin deniz trafiği açısından sayısız tehlikelere gebedirler.

Özetle, rüzgâr santralleri kurarak enerji üretiminde ulaşabileceğimiz en üst sınır bile muhtemelen halihazırdaki enerji tüketimimizin son derece altında kalacak. Ayrıca rüzgâr santralleri doğrudan elektrik üretimine yönelik çalışır ve bu tam olarak en çok ihtiyaç duyduğumuz enerji türü değil. Son olarak, bu santraller için büyük miktarlarda fosil enerji desteğine ihtiyaç duyulur; fosil enerjiler önümüzdeki yirmi otuz yıl içinde giderek daha az bulunacağından bu durum söz konusu yenilenebilir enerji kaynağını bel bağlanamaz hale getirmekte, haliyle başka bir seçenek aranmasını gerekli kılmaktadır.

Bölüm 12

Neden Milyonlarca Güneş Paneli Kurmuyoruz?

Günümüzde güneş enerjisinin başarılarından söz ederken neredeyse bütün dikkatimizi yönelttiğimiz sistem fotovoltaik panellerdir. Yüksek teknoloji ürünü olmalarının yanı sıra panellerin epey göz alıcı bir görüntüsü var. Fotovoltaik güneş panelleri temiz ve cilalı görünür, ilk bakışta herhangi bir atık çıkarmaz. Sadece kurulduğu yerde durur, dışarıdan bakıldığında fazla masraf çıkarmadan bize ihtiyacımız olan enerjiyi sağlar. Bulundukları alanda çevreye verdikleri zarar da son derece ılımlıdır: Görünüşte, ne rüzgâr türbinleri gibi kuşlar için tehlike arz eder ne de hidroelektrik santraller gibi insanların hayatını, ekosistemleri ya da yerel iklimi değişikliğe uğratırlar. Aslında hatalı bir isimlendirmeyle yepyeni son teknoloji aygıtlar gibi dururlar: Kusursuz, pırıl pırıl ve gayet etkilidirler, hareketli parçaları da yoktur. Son derece *techie* ve *cool*... Ayrıca son yirmi otuz yıl içinde kilovat (kW) başına kurulum maliyetinin istikrarlı biçimde azaldığını, yirmi yıl öncesine nazaran on kat daha ucuzladığını hatırlatan köşe yazılarına da sıkça rastlarız. Teknolojideki hızlı ilerlemeler sayesinde "fotovoltaik elektriğin yüksek maliyetlerinin" düşürüldüğünden, neredeyse termik santrallerle başa baş hale geldiğinden; gezegenin küçük bir kısmını kaplayan güneş

santralleriyle insanlığın güncel ihtiyaçlarının fazla fazla karşılanabileceğinden ve yerel fotovoltaik panel kurulumları sayesinde enerjiye erişimin umuma yaygınlaşacağından söz edilir. Fotovoltaik güneş enerjisiyle ilgili ne varsa son derece olumluymuş gibi bir hava yaratılır, hatta kimilerinin söylemine bakılırsa, bu enerji eninde sonunda yaygınlaşmazsa bunun sorumlusu olsa olsa elektrik tekelleri ve petrol şirketleri, onların kurdukları hainçe kumpaslar olacaktır. Aslına bakılırsa fotovoltaik enerji, onu savunanların anlattığının aksine gelecek için pek az umut vaat eden, çok daha alelade bir kaynaktır.

Sadece fotovoltaik enerji değil bir bütün olarak elektrik üretimine yönelik güneş enerjisi halihazırda tüm dünyada tüketilen birincil enerjinin %0,5'inden azını oluşturuyor. Elbette son yirmi yılda, bu enerji kaynağında yıllık iki basamaklı yüzdelerle artışlar yaşandı ama rakamlar küçük olduğunda görece önemli artışların gözlenmesi de kolaylaşır. Yine de son yıllarda küresel çapta yeni santrallerin sayısının çılgınca arttığı da doğru – hâlâ artmaya devam ediyor fakat o kadar hızlı değil. Örneğin her yıl tüm dünyadaki toplam güneş santrallerinin yarısından fazlasının kurulduğu Çin'de, 2018 Haziran'da alınan bir kararla, yeni tesislerin kurulumu tamamen durduruldu; 2019 sonlarında yol açtıkları bütün elverişsiz koşullara rağmen sırf güneş santrallerine kıyasla maliyetleri daha ucuz olduğundan yeni termik santral projeleri gündeme alındı. Benzer bir olay İtalya, İspanya ve Almanya'da da yaşandı, gerçi İspanya'da özellikle de birtakım yasal düzenlemelere bağlı olarak 2019'da yeni projelerde bir *patlama* yaşanmıştı – hoş, elektrik açısından bakarsak, İspanya'da tedarik fazlası bulunduğundan bu patlamanın pekâlâ olumsuz sonlanacağı da öngörülebilir.

Bir kere başta fotovoltaik sistemler olmak üzere güneş enerjisi de incelediğimiz diğer yenilenebilir enerjiler (hidroelektrik ve rüzgâr enerjisi) ve nükleer enerji gibi asli ihtiyacımızın bu olup olmadığı sorgulanmadan esasen elektrik üretimine yönelmiştir. Elektrik üretimine yönelik bu takıntılı tutum, bir an önce başlatmamız gereken enerji geçiş sürecinde güneş enerjisi sistemlerinin faydasını boşa çıkarır. Bu bölümün devamında sadece fotovoltaik sistemler üzerinde duracak, diğer güneş enerjisi sistemlerini ele almayı ilerleyen bölümlere bırakacağım.

Elektrikteki doygunluktan ayrı olarak, fotovoltaik sistemlerin tabi olduğu başka sınırlamalar da mevcut. Birinci olarak göz önünde bu-

lundurulması gereken, azami fotovoltaik potansiyelin tahmin edilenden çok daha düşük olması ihtimalidir. Güneşten gelen enerji insanlığın kullandığı bütün kaynaklardan (yenilenebilir olsun olmasın) gelen enerjiye nazaran neredeyse on bin kat fazla olduğundan, elimizin altındaki güneş enerjisinin bolluğuna bakarak herhangi bir kısıtlamanın öne sürülmesini rahatlıkla mantıkdışı bulabiliriz. Yeryüzünün %1'den az bir kısmını kaplayacak fotovoltaik paneller sayesinde halihazırdaki bütün enerji ihtiyacımızı fazlasıyla karşılayacağımızı ortaya koyan araştırmalara sıklıkla rastlayabilirsiniz. Gelgelelim elektrikte doygunluğu göz ardı eden bu hesaplamalarda fotovoltaik tekniğin gerçek potansiyeli hesaplanırken aşırı basitleştirme yanılgısına da düşülüyor. Hatırlayalım; güneşten yeryüzüne ulaşan elektromanyetik akışın %80'inden faydalanılamaz: Işınlar ya aşırı eğimli gelir ya da atmosferden veya doğrudan yerkabuğundan yansır. Ayrıca dünyanın dörtte üçü denizler ve okyanuslarla kaplı olduğundan buralara fotovoltaik santraller kurulması pek akıl kârı değildir – aynı şekilde çöllere ve dağlık bölgelere kurmak da öyle. Buna bir de (rakım ve bulut tabakasının işin içine girmesiyle), belli bir bölgenin aldığı ortalama güneş ışını miktarı ve orografik etkenler de eklenince fotovoltaik sistemlerin ulaşabileceği azami potansiyelin, bu seçeneğin taraftarlarının beklediğinden çok daha düşük olduğu ortaya çıkar. İspanya'da sözünü ettiğimiz Valladolid, GEEDS rüzgâr enerjisinde kullandığına benzer bir metodolojiyle hazırladığı araştırmasında, dünyanın azami fotovoltaik potansiyelinin şu anki toplam enerji tüketiminin takriben %25'ine tekabül edebileceğini gösterdi. Kuşkusuz bu epey büyük bir miktar, fakat halihazırdaki yenilenemeyen enerji tüketiminin bütünüyle yerini alacak bir yedek olarak düşünülürse yetersiz (petrolün, kömürün, doğal gaz ve uranyumun temel enerji tüketiminin %90'ını kapsadığını anımsayalım). Bu araştırma da tıpkı diğeri gibi sektöre bomba gibi düşerek büyük tartışmalara yol açtı, gerçi fotovoltaik enerji konusunda bir başka eleştiri cephesi daha ortaya çıkarak işleri daha da kötüleştirdi. 2013'te mühendis Pedro Prieto ve Profesör Charles Hall birkaç yıl üzerinde çalıştıktan sonra ortak bir kitap yayımladılar (*Spain's Photovoltaic Revolution: The Energy Return on Investment*); kitaplarında halihazırda İspanya'da, Extramadura ve Endülüs arasında kurulmuş olan fotovoltaik elektrik üretim santrallerinin enerji verimini ayrıntılı olarak ele aldılar. Epeyce desteklenen bir araştırmaydı bu: Enerji Kaynakları Araştırma Birliği'nin başkan yardımcısı ve birtakım fotovoltaik santrallerin de ortağı olan Ped-

ro Prieto uzun yıllardır sektörde deneyimliydi. Charles Hall ise dünyanın enerji metabolizmasını ekosistem temelinde bir yaklaşımla ele alan öncü isimlerden biriydi. Fotovoltaik levhalardan oluşan güneş santrallerinde, gerçek işletme koşullarındaki enerji verimiyle, sanayi toplumunun salt bu kaynağı temel almasının son derece riskli olacağı Prieto ve Hall'ün kitabında net biçimde gösteriliyordu. Şunu vurgulamakta yarar var ki Prieto ve Hall üretimleri sırasında enerji kaybı yaşanan hidroelektrik ve biyoyakıtın aksine fotovoltaik panellerin net bir enerji kazancı olmadığını ileri sürmüyor. Aslında kitapta verilen tahminlere göre, fotovoltaik bir santralin ömrü süresince, güneş santraline yapılan her bir birimlik enerji yatırımı karşılığında tahminen üç birime yakın enerji elde ediliyor. Bu çok büyük bir miktar gibi görünebilse de (%200 kazanç) son derece uzun bir döneme (30 yıla) yayılması öngörüldüğünden yıllık ortalama %3,3 gibi bir değere tekabül eder. Söz konusu enerji kazancı ekonomik kazanca aktarıldığında (çünkü enerji dışında farklı masraf kalemleri de var) yıllık olarak %1-1,5 gibi bir dilimde kalacaktır ki bu da fotovoltaik levhalara yatırım yapmanın neden son derece kısıtlı kâr getirdiğini açıklıyor. Fakat esas sorun bu da değil. Hall'ün meslek hayatı boyunca yaptığı araştırmalar, yerleşik bir toplumda enerji veriminin, her birimlik yatırım başına en az beş birim hatta muhtemelen on birimlik yüksek geri dönüşler şeklinde olması gerektiğini yoksa toplumdaki eğitim, sağlık ya da altyapı gibi bazı mekanizmaların çökeceğini ortaya koyuyor. Prieto ve Hall'ün araştırması sert eleştirilere maruz kaldığı, defalarca yerildiği halde şimdiye kadar kimse varılan sonuçları bilimsel önermelerden yola çıkarak çürütemedi; dolayısıyla günümüzde fotovoltaik enerjinin uygulanabilirliğiyle ilgili herhangi bir tartışmada dikkate alınmaları şart. Araştırmadaki önemli konulardan biri de fotovoltaik modüllerin enerji maliyetinin toplam maliyete oranı: Bu oran toplamın üçte birini temsil ederken masrafların üçte ikisi destek üniteleri ve gerekli bakım çalışmalarıyla ilgilidir; dolayısıyla panellerin maliyetinin düşürülmesi ya da veriminin artırılması güneş santrallerinin enerji verimini yatırılan birim enerji başına dört birim enerji getirisinden daha yukarıya taşımayacak – bu da yerleşik bir toplumun ayakta kalması için yetersiz kalacaktır. Yine de şunun altını çizmek gerekir: Uygun çevre koşullarında, doğru yöne yerleştirilmiş, çevre binaların gölgesi altında kalmayan modüllerle müstakil evlerde kurulan yerel güneş panellerinin bire beş ya da bir parça daha yüksek enerji verimi sağlayabilme özelliği vardır. Ancak bu türde

evsel kullanıma yönelik panellerle üretilebilecek toplam enerji miktarı çok sınırlıdır, sanayileşmiş bir toplumun sürdürülebilmesi için çok daha kapsamlı tesislere ihtiyaç vardır.

Kesinlikle karanlıkta kalan bir başka husus da günümüzde fotovoltaik panellerin fiyatlarındaki düşüşün arkasındaki esas nedendir. Bir taraftan imalat süreçlerinde teknolojik ilerlemelerin olduğu su götürmezken panellerin ucuzlamasındaki asıl etken pazarın Çin tarafından tamamen tutulmuş olmasıdır. Gerçekten de Batı'daki fotovoltaik panel üreticilerinin çoğu Çin fabrikalarının koyduğu düşük fiyatlarla rekabet edemediğinden iflas etmiştir. Fiyatların düşük olması, jeopolitik nedenlerin yanı sıra (yuanın ucuz olmasından) aynı zamanda sosyal (maaşların düşük olmasından) ve çevresel etkenlerden (Çin'de kömürün bir numaralı enerji kaynağı olarak yoğun kullanımından) ileri geliyor. Çin malı panellerin ucuz olmasının diğer sebebi Batılı muadillerine göre daha yüksek karbon ayak izine sahip olmaları; buna bir de Çin'de birincil enerji kaynağı olarak kömürün kullanılmasını ve panellerin yük gemileriyle dünyanın öbür ucuna sevk edilmesi sırasında oluşan çevre zararını da eklemek gerekiyor. Ayrıca özellikle de fosil yakıtların üretiminde aşılan muhtelif zirveler düşünüldüğünde, enerji üretiminde düşüşe geçen bir dünyada Çin'in fotovoltaik panel imalatında tekel haline gelmesi söz konusu sektörün devamlılığını da tehlikeye atan bir durum. Üstelik sadece yani panellerin imalatı açısından değil var olanların onarımı ve bakımı için gereken malzemeler açısından da benzer bir tehlike söz konusu: Panel satan bir fabrikanın beş on yıla kalmadan kapanması, yedek parça gerektiğinde fabrikanın bulunamaması, dolayısıyla tedarikin yapılamaması az buz rastlanan bir olay değil.

Panellerin çevre üzerindeki etkisinden söz etmişken 2015 tarihli bir araştırmayı ("Impact on Solar Panels on Global Climate", *Nature Climate Change*) analım; bu araştırmada söz konusu panelleri kurtarıcı olarak görenlere hitaben, panellerin yoğun kullanımının, yerel düzeyde hatırı sayılır ısınmaya yol açabileceğine, hele hele enerji geçişini sağlamak amacıyla milyonlarca panelin kurulması halinde benzer etkilerle sıcaklığın –elbette küçük bir coğrafi ölçekte– yerel olarak 1-1,5 °C civarında artabileceğine işaret ediliyor.

Fotovoltaik panellerin imalatıyla ilgili bir diğer sorun da yüksek teknoloji gerektirmeleri. Kullanılan silisyum pullarının pürüzsüzlük

katsayısının son derece düşük olması gerekir, pulların her birinde bu oran on binde bir olmalıdır, bu da had safhada temizliği güvence altına alan özel tesisler, temiz odalar gerektirir. Bu durum sadece imalat sürecinin maliyetini artırmakla kalmaz, aynı zamanda üretim süreçlerinin kaçınılmaz biçimde sadeleşeceği bugünkü kadar ileri teknolojik seviyeyle iş görülemeyecek bir gelecekte, bu teknolojiyi ulaşılmaz hale getirebilir.

Son olarak fotovoltaik panellerin üretiminde kullanılan nadir malzemelerden de söz etmek gerek. Özellikle gümüş konusu endişe verici; gümüşün az bulunması sadece fotovoltaik paneller değil mobil cihazlar, bilgisayarlar vb. gibi elektronik aletlerin bileşenleri açısından da önemli. Gümüş, silisyum hücreleri arasındaki bağlantılarda kullanılır; bağlantının hem kesitinin çok küçük olması hem de plakanın verimini etkilememesi için elektrik direncinin çok düşük olması gerekir. Dolayısıyla son derece iletken ve kolay işlenebilir bir malzemeye ihtiyaç duyulur ve gümüş her iki özelliği de barındırır. Bağlantılarda gümüşün yerine farklı bir malzeme kullanılarak, son derece umut vaat eden bazı deneylere girişilmiş olsa da ortaya çıkan paneller kısa ömürlü oluyor. Gümüş kıtlığı fotovoltaik teknolojinin başlıca kısıtlamalarından biridir ve elektronik aygıtlardaki kullanımının artmasına bağlı olarak bu değerli metalin birkaç on yıl içinde tamamen tükenmesi mümkündür.

Özetle, güneşten bize ulaşan enerji miktarı devasa olduğundan çoğunlukla, yenilenebilir güneş enerjisi miktarının da aynı oranda muazzam olduğu kanısı hâkim. Bununla birlikte, fotovoltaik sistemlerin genel olarak kabul görenden daha fazla sınırlaması mevcut: Teknik açıdan azami potansiyelleri halihazırdaki enerji talebini karşılayabilecek yeterlikte olmadığı gibi enerji verimi de özgür vatandaşlardan kurulu bir toplumun devamlılığını sağlayabilecek seviyede değil; çevreye yaptığı etki beklenenden daha büyük, ayrıca sözü edilen toplum başta gümüş olmak üzere belli başlı malzemelerin kıtlığından zaten etkilenmekte. Bütün yenilenebilir enerji türleri arasında bu teknoloji belki de en az verim ve en fazla sorun barındıran enerji türüdür diyebiliriz. Dolayısıyla fotovoltaik enerjiden büyük bir gelecek vaadi beklenemez.

Bölüm 13

Neden Faaliyetlerimizi Sadece Yenilenebilir Enerji Kaynaklarıyla Sürdürmemiz Mümkün Değil?

Önceki bölümlerde başlıca yenilenebilir enerji türleri incelendiyse de fark edileceği üzere henüz ele alınmamış başka yenilenebilir sistemler de mevcut. Bunların arasında en çok bilinenler jeotermik enerji, gelgit enerjisi, dalga enerjisi ve konsantre güneş enerji sistemleri gibi alternatif güneş enerjisi kaynaklarıdır. İlk üçüyle ilgili olarak söylenecek pek az şey var: Tüketilen devasa boyutlardaki enerjiye oranla son derece vasat üretim kapasitesi sunan yenilenebilir enerji kaynakları bunlar. *Düşük entalpili*[7] jeotermal enerji pek çok yerde kullanılabilir fakat iklimlendirme dışında çok az işe yararken, *yüksek entalpili* jeotermal enerjiden ancak volkanik bölgeler gibi yüksek jeotermal potansiyeli olan yeryüzünün ender rastlanan bölgelerinde faydalanılabilir. Gelgit enerjisi gelgitlerin içeri doğru su akımı oluşturduğu, bir nevi tersine baraj gibi faydalanılan, delta benzeri belli bölgelerde hayata geçirilebilir. Dalga enerjisine gelince, verimi son derece azdır: Son derece çetin şartların hâkim olabildiği deniz ortamında, kısıtlı bir kazanç uğruna

7 Entalpi, maddenin yapısında topladığı enerjinin tanımıdır; iç enerji, basınç ve hacme bağlıdır. Sıcaklık arttıkça entalpi de artar – ç.n.

devasa tesislerin kurulmasını gerektirir. Biraz daha üzerinde durulması anlamlı olabilecek yegâne yenilenebilir enerji kaynağı konsantre güneş sistemleri olup bunlar esasen güneş ışınlarının aynalar vasıtasıyla tek bir noktada yoğunlaştırılmasını temel alır. Bu yolla erişilen yüksek sıcaklık derecelerinde su buharı elde edilerek daha az verimli bir sistem olan türbinler ya da daha yavaş ama daha etkili Stirling motorları çalıştırılabilir, hatta erimiş tuzlar yardımıyla ısı depolanabilir, böylece fotovoltaik enerjiye kıyasla daha kesintisiz bir enerji üretilebilir. Ayrıca konsantre sistemlerle üretilen enerjide ne ileri teknolojilere ne de nadir bulunan malzemelere ihtiyaç duyulur. Bununla beraber çok geniş sahalara kurulan bir tesistir ve nihai olarak, kapladığı metrekareyle oranlandığında fotovoltaik enerjiye kıyasla aşırı yüksek bir üretim kapasitesi sunmadığı gibi, sert hava koşullarının olumsuz etkilerine de daha çok açıktır. Kullanılan malzemeler yüksek sıcaklıklara bağlı olarak aşırı yıpranır, tesis hayli vasat bir enerji verimi sunar – gerçi dünya ölçeğinde bu teknolojiyi kullanan az sayıda tesis bulunduğundan henüz sahadan gelen veriler net değildir.

İnanılmaz gelse de henüz adını anmadığımız, hayli egzotik, şu veya bu biçimde yenilenebilir başka pek çok enerji biçimi de mevcut. Bunlardan bazılarını şöyle sıralayabiliriz: Çok yükseğe yerleştirilen dev bir uçurtmayla yeryüzünün manyetik alanındaki değişikliklere bağlı olarak elektrik akımı elde etmekte yararlanılan yeryüzünün jeomanyetik potansiyeline bağlı enerji; esas olarak büyük kaya parçalarını düşürmeyi temel alan, yenilenebilir olup olmadığı tartışmalı, kullanımı sorunlara gebe görünen kayaların yerçekimi kuvveti potansiyeli; bitkilerin köklerindeki ya da belli başlı bakterilerdeki elektrolitik kaynak; şimşek; güneş fırtınaları, evapotranspirasyon vs. Ara sıra gazetelerin bilim eklerinde, henüz laboratuvar denemelerinin ötesine geçememiş olsa da geleceğe dönük bu farazi mucizelere atıfta bulunan bilimsel bazı tuhaflıklar karşımıza çıkabilir. Bunların pek çoğu aslında yeni değil öteden beri bilinen, beş on yılda bir ısıtılıp gazetelerde tekrar tekrar önümüze sürülen kaynaklardır. Esasında artık gelinen aşamada gezegendeki başlıca maddeleri ve enerji akışlarını gayet iyi tanıyoruz; bunlar enerji akışının %99,99'undan sorumlu; biyolojinin, yer bilimlerinin, ekolojinin, meteorolojinin, biyokimyanın, fiziksel okyanus bilimin, jeolojinin ve diğer disiplinlerin muhtelif kollarına ayrılan bilim

yıllar öncesinden bugüne hepsini tanımlayarak ve sağlamlaşarak geldi. Dolayısıyla sofraya konabilecek ne daha farklı yenilenebilir enerji kaynakları mevcut ne de bilimsel buluş yapıp bunları ortaya çıkarmak mümkün; bunun için günümüzde gayet iyi bilinen enerji dengesinde yeni bir döneme girilmesine ihtiyaç var. Açıkça elimizde avucumuzda var olanın hepsi bu.

Bölüm 14

Tasarruf ve Verimlilik Neden Çözüm Değil?

19. yüzyılın sonlarında İngiliz iktisatçı Lord William Stanley Jevons ilginç bir gözlemde bulundu. O dönem Birinci Sanayi Devrimi tartışılmaz bir zafer kazanmış, buharlı makineler toplumsal ve endüstriyel açıdan giderek daha fazla kullanıma girerek hızla yaygınlaşmaya başlamıştı. Teknoloji önü alınamaz biçimde ilerlerken buharlı makinelerin verimi her geçen yıl artıyordu; daha az kömür kullanarak daha çok iş elde etmek mümkün hale gelecekti. Jevons bu verimlilik artışının İngiltere'de kömür kullanımının azalması yönünde etkide bulunmasını bekliyordu. Ancak ulusal istatistikler makinelerin verimliliği arttıkça tüketilen toplam kömür miktarının azalacağına daha çok arttığını ortaya koyuyordu. İşte bu olgu, *Jevons paradoksu* olarak bilinir.

Günümüzde bu olguyu artık gayet iyi tanımlıyor ve biliyoruz; bu durum, *sekme etkisi* veya *rebound etkisi* olarak bilinen daha genel bir olgunun özel bir türüdür: Bir kaynak daha verimli şekilde kullanılabildiğinde, daha az değil daha çok kullanılır. Çünkü verimlilik artışı evvelce akla gelmeyen bazı kullanımları mümkün kılar. Söz gelişi buharlı makineleri ele alalım: Başlangıçta kömür madenlerindeki suyu boşaltmaya yardım etmek için pompalama sistemleri kuruldu; sonra

verim artıp kazanlar bir lokomotife sığabilecek kadar küçülünce seyahat etmek ve nakliyat yapmak üzere kullanılan ilk buharlı gemi ve trenler inşa edildi. Daha ileride verimlilik biraz daha artıp kazanların boyutu iyice küçülünce tekstil başta olmak üzere her türden endüstriyel makinenin üretimine geçildi, böylelikle endüstriyel üretim arttı, durum bu şekilde devam etti. Aynı etki, malzemelerin ya da enerjinin herhangi bir kullanımı açısından da geçerlidir: Bir enerji ya da malzeme ne kadar verimliyse o kadar çok kullanılır çünkü daima yeni uygulamalar gündeme gelecektir.

Enerji konusunda ise, son derece önemli bir değerlendirmeye bakılırsa, ekonomik sistemimiz ve üretim tarzımız değişmediği sürece sadece verimliliğin değil tasarrufun da bir yararı olmayacaktır. Enerji, yararlı bir işi gerçekleştirme kapasitesidir: Enerji kullanılarak eşya üretebilir, hizmet sunabiliriz. Dolayısıyla enerjinin ekonomik bir değeri vardır, çünkü işlenmemiş hammaddeye ekonomik değerini katan esasında iştir. Bir parça demir minerali tek başına büyük bir değer taşımazken onu enerji kullanarak uygun biçimde sac levhaya dönüştürdüğümüzde yeni bir değer kazanır. Sonrasında daha büyük bir enerji harcayarak bu levhadan araba yaptığımızda deyim yerindeyse daha büyük değer elde ederiz. Nesnelere değerini veren iştir. Dolayısıyla enerji kullanımının da asli bir ekonomik değeri vardır. Herhangi bir yerde ister verimliliği artırmak ister tasarruf etmek amacıyla olsun kullanılmayan bir enerji başka bir yerde muhakkak devreye girecektir çünkü yalnızca enerji kullanılarak değer üretilir – yani para kazanılır. Bu sebeple yegâne odağı azami kâr olan, üretimin ve tüketimin biteviye artırılması üzerine kurulu bizim gibi toplumlarda başıboş enerji diye bir şey asla olmaz: Enerji kullanılabilir olduğu sürece birileri illa ondan bir şey üretmek ve para kazanmak için faydalanacaktır.

Klasik iktisatçılar zenginliğin yaratılmasında önemli etkenleri genellikle sermaye ve emek olarak tanımlar – elbette emek denince insanların, emekçilerin yaptığı iş kastedilir. Bununla beraber, bir süredir zenginliğin oluşmasında en ağırlıklı etkenin enerji olduğu biliniyor: Bunda şaşıracak bir şey yok, iş sırasında kullanılan toplam enerjide kas gücüyle ifa edilen endosomatik kısım asgari kalırken bedenimizin dışından gelen egzosomatik kısım toplamın içinde %95'e tekabül eder. İktisatçı Gaël Griaud'nun gelişmiş ekonomilerdeki enerji ile malzemelerin tüketim ve

üretim süreçlerini tahlil ettiği incelemesinde, bir ülkede GSYH'deki bir birimlik artışın %60'ının doğrudan enerji kullanımına, ancak %10'unun enerji kullanımında verimlilik iyileştirmelerine tekabül ettiği belirtilir. Sermaye ile işin toplam katkısı aslında daha fazla enerji tüketerek elde edilecek katkının yarısından daha azdır.

GSYH ile enerji arasındaki güçlü ilişki o denli bariz ki, Uluslararası Enerji Ajansı'nın yıllık raporlarında enerji tüketimindeki artışla ekonomik gelişmenin tarihsel olarak nasıl başa baş ilerlediğini gösteren grafikler sıkça karşımıza çıkar. Klasik iktisatçının bakış açısına göre, ekonomik faaliyetler artarsa her şeyin özellikle de enerjinin tüketimi artar çünkü bu bakışa göre enerji de bir hammaddedir. Öte yandan daha sistemsel bir yaklaşımla (örneğin ekolojist iktisatçıların bakış açısıyla) enerji aslen ekonomik faaliyetin öncüsüdür ve ikisinin arasındaki bağlantı aslında tersinden yorumlanmalıdır: Elimizin altındaki kullanılabilir enerjiye bağlı olarak ekonomik faaliyet artabilir. Bunun tam tersi de geçerli; enerji yokluğunda ekonomik daralma da kaçınılmaz olacaktır. San Diego California Üniversitesi profesörlerinden James Hamilton ekonomiyle enerji arasındaki bağlantının bu olumsuz yanını en ince ayrıntısına kadar inceledi. Hamilton, ABD'nin ekonometrik istatistiklerini araştırdıktan sonra enerji maliyetlerinin, GSYH'nin %10'unu aştığı durumlarda ülkenin resesyona girdiğini; aslında yaşanan son on bir resesyondan onunun bu sebebe bağlı açıklanabileceğini saptadı. George Bush Jr. yönetiminde komisyon başkanlığı yapan Robert Hirsch de benzer bir sonuca ulaşarak petrol üretiminin ABD ve dünya açısından önemini vurgulamıştı: Hirsch, petrol tedarikinde ne zaman azalmalar yaşansa bunu takip eden altı ile dokuz ay içinde mutlaka ciddi bir ekonomik krizin baş gösterdiğini gözlemliyordu.

Enerjinin ekonomik açıdan önemi hem Jevons paradoksunu hem de gerek enerji tasarrufunun gerekse de makinelerin verimliliğini artırmayı hedefleyen bütün güncel siyasi önlemlerin neden yetersiz kaldığını açıklar. Belirtildiği gibi GSYH'nin artması isteniyorsa önce kullanılabilir enerjinin artırılması gerek. Şu ya da bu şekilde kullanılabilir enerji azaldığında GSYH de mecburen düşecek ve resesyona gireceğiz. Enerji olmadan yararlı iş, yararlı iş olmadan da ekonomik faaliyet olmaz. Dolayısıyla istediğimiz kadar tasarruf yapalım ya da verimliliği artıralım o alandaki faaliyetin küçülmesi dışında bir sonuç

elde edemeyiz ve artık enerjiyi farklı alanlardaki istihdama yatırmadıkça ekonomik faaliyetlerde bir düşüş, dolayısıyla kriz yaşarız. Elbette enerji tasarrufu yapmak ya da verimliliği yüksek makineler kullanmak bireyler için olumludur çünkü faturalardaki rakamları düşürür; toplumun bütününde ise bu kullanılmayan enerjinin işletilmesi gerekir, aksi takdirde GSYH düşecektir.

Enerji ve ekonomi arasındaki bu bağlantının anlaşılmaması, kamusal enerji politikalarının son derece hatalı yönlendirilmesine neden oluyor. Enerji tüketimini sahiden azaltmak istiyorsak, işyerlerinde ve meskenlerde enerji sarfiyatını düşürmekle yetinmemeli aynı zamanda oluşan enerji fazlasının farklı amaçlı faaliyetlerde kullanılmamasını da güvence altına almalı, buna dönük yasal düzenlemeler getirmeliyiz. Bununla birlikte, bu tür ilave yasal düzenlemeler ekonomik faaliyetlerde kısıtlama, bazı faaliyetlerin hayata geçirilmemesi pahasına enerjiye serbest erişimin sınırlanması anlamını taşır. Özetle, enerjinin eşit ve kısıtlı miktarda dağıtımını (tayınlamayı) zorunlu hale getirmektir bu.

Enerji (keza hammadde) tüketimini sınırlamayı hedefleyen tayınlama düzenlemelerinin siyasi açıdan bedelleri kuşkusuz son derece ağırdır; bu tür önlemler toplumlarımızın üzerinde yükseldiği mevcut kapitalist pazar ekonomisiyle çelişir. Bugün Batılı hükümetlerin hiçbiri, kısıtlı dağıtım önlemlerini ciddi ciddi uygulamaya koymayı aklından geçiremez; hem bu uygulamanın son derece büyük tepkilere yol açacağından korktuklarından hem de beraberinde getireceği yıkıcı ekonomik sonuçlardan ötürü yapamazlar bunu. Dolayısıyla denklemin ikinci ve gerekli kısmı olan tayınlama telaffuz bile edilmeden sadece diğer yarısı yani tasarruf ve verimlilik vurgulanır. Tasarruf ve verimlilik, tayınlamayla birlikte uygulanırsa elbette yararlı önlemlerdir çünkü elde kalan kaynaklardan azami fayda sağlanmasına olanak tanır – özellikle de nüfusun çoğunluğu için onurlu yaşam koşulları ve iktisadi girişimlerin sürdürülmesi bu yolla güvence altına alınabilir (elbette girişimlerde bir büyüme perspektifi olmayacak, durağan durum hedeflenecektir). Fakat kısıtlı dağıtım politikasıyla birlikte ele alınmadığında tasarruf ve verimliliğin hiçbir etkisi olmaz: Sahici ve somut bir sonuç elde edilmeden, bu önlemlerle sadece enerjinin tüketildiği alanlar yer değiştirilebilir.

Verimlilik ve tasarruf ile tayınlamanın aynı madalyonun iki yüzü olduğu siyasi çevrelerde bilinen bir gerçek olsa da bu sonuncu uygula-

mayı benimsemek ağır siyasi sonuçlar getireceğinden olayın bir yüzü gösterilirken diğeri gizlenir. İklim değişimiyle mücadele için etkili hiçbir adım atılmamasının sebebi de budur: Asıl atılması gereken adım ekonomik faaliyeti azaltmak; oysa kimse buna hazır değil. Dolayısıyla gezegenin iklim koşullarının daha da kötüye gitmesini elimiz kolumuz bağlı izliyoruz.

Gelgelelim, fosil yakıtların üretiminde zirveye ulaşıldığında, bu alanda açılan gediği yenilenebilir enerji kaynaklarıyla bütünüyle kapatmak açıkça imkânsız olacağı için, şartlar bize kısıtlı dağıtım uygulamasını eninde sonunda dayatacak. Bunu yapmayı istediğimizden değil, kullanılabilir enerji miktarı her geçen yıl daha da azalacağından enerji tüketimimizi metazori düşüreceğiz. Elbette bir geceden sabaha enerjisiz kalmayacağımız gibi yaşanacak düşüş de baş döndürücü bir hızda gerçekleşmeyecek, muhtemelen yirmi otuz yıla yayılacak; gelgelelim kesin olan şu ki her yıl daha az miktarda enerji elde edeceğiz ve bu da fiilen geldiğimiz noktadan daha ileri bir büyümeyi engelleyecek. Kuşkusuz mevcut ekonomik sistemde büyüme yoksa sorun var demektir. Hem de ciddi bir sorun.

Böylece, tasarruf ve enerji verimliliğini yararsız çözümler kumbarasına atmıyoruz, esasında kısıtlı dağıtım başladığı andan itibaren bu uygulamalar işe yarar ve muhakkak yarayacaktır. Kuşkusuz, kısıtlı dağıtımın benimsenmesi deyim yerindeyse çok daha esaslı bir şeyi dayatacak bize: Kapitalizmin sonunu...

Bölüm 15

Neden Su Motoru Diye Bir Şey Yoktur?

1960'ların sonlarında Arturo Estévez Varela adlı bir mühendis, kendi icat ettiği, motoru son derece sıradışı bir yakıtla –suyla– çalışan motosikletine atlayıp İspanya'nın yarısını turlamıştı. Arturo mola verdiği köylerde önce tulumundan bir yudum su içip sonra kalanı motoruna boca ediyor, motor mucize eseri çalışıyordu. Suyla çalışan bir motor! İşte beklenen enerji devrimi gerçekleşmişti: Hem bol bulunan hem de ucuz bir yakıtla işlevini devam ettirebilen bir motor sonunda bizi Arap ülkelerine bağımlı olmaktan kurtaracaktı. Resmen cennete düşmüştük!

Mühendis Estévez'in teatral temsillerinin üstünden elli yıl geçti, buluşununsa bir daha esamisi okunmadı. Bizzat General Franco'nun suyla çalışan motora başlangıçta gösterdiği ilginin akabinde İspanya hükümetinin talebiyle, kimi bilim insanlarıyla mühendisler söz konusu icadı değerlendirerek Estévez'in suya bor ekleyip hidrojen elde ettiğini, motoru çalıştıranın da esasen hidrojen olduğunu saptadılar. Söz konusu olan sihirli bir icat değil pahalı yoldan hidrojen elde edilen, gayet bilinen bir kimyasal tepkimeydi: Geleneksel bir depo benzinin eşdeğeri enerjiyi üretmek için 20-30.000 avroluk bor gerekiyordu. Anlaşılan o ki, "yeterince gülünç duruma düşüldü" diyerek bizzat Franco, Ezsté-

vez'in motoruyla ilgili her tür girişimin sonlandırılmasını emretti ve Estévez sonunda kovuşturmaya uğradı. O dönem yaşananların açıkça bir dolandırıcılık vakası olduğunu anlamak istemeyip destansı komplo teorileri uydurmaya ve bu icadın karanlık bazı grupların çıkarları uğruna susturulduğunu düşünmeye meyilli hayalperest birileri bugün de pekâlâ çıkabilir.

Suyla çalışan motor fikri ne denli cazip olsa da bu fikrin akla mantığa sığan bir yanı yoktur. Su, son derece güçlü bir yanma olayının sonunda, oksijenle birleşen hidrojenin yanmasıyla ortaya çıkan bir sonuçtur. Esasında onu yanma işleminin külü olarak düşünebiliriz, bir şey yandığına göre (oksijenle birleştikten sonra) onu *bir daha yakmak* yani tekrar oksijenle birleştirmek kolay olmaz. Bilakis alışıldık koşullarda su gayet istikrarlı bir maddedir ve tam da onu daha fazla oksijenle birleştirmek zor olduğu için yangın söndürmede kullanılır çünkü *bir daha yanamaz*. Sudan daha fazla kimyasal enerji devşirmeye çalışmak hayli saçma bir yaklaşımdır; çünkü su kimyevi olarak son derece dengeli bir durumdadır.

Bununla birlikte, suyun bazı özellikleri onu farklı kimyasal tepkimelerin gerçekleşebildiği son derece elverişli bir ortam haline getirir. Hem sıvı hem polar bir madde olması onu bir numaralı çözücü yapar; su kimyasal bileşenlerin ayrışıp kendi aralarında daha kolay kimyasal tepkimeye girebileceği bir ortam sağlar. Ayrıca buharlaşma noktası nispeten düşük olduğundan tepkimeye giren maddeleri birleştirmekte ve buharlaşma yoluyla ürün elde etmekte kullanılabilir. Yukarıda sözünü ettiğimiz bor ya da flor gibi iç enerjisi büyük olan ve son derece etkin bazı maddeler hidrojen atomunu ayrıştırmak için suyla tepkimeye sokulabilir, sonra açığa çıkan hidrojen de yakıt olarak kullanılabilir. Burada asıl yakıtın su olmadığını, suya eklenen, enerji potansiyeli son derece yüksek, bu yüzden de sadece suyla değil herhangi bir maddeyle de tepkimeye girebilecek maddeler olduğunu akılda tutmamız gerek. Bu türde büyük tepkimeler yaratma potansiyeline sahip maddeler doğada serbest ve tek başına değil genellikle başka maddelerle birleşmiş halde bulunur. Onları üretmek için tüketilecek enerji daha sonrasında elde edilebilecek enerjiye kıyasla çok daha büyük olabilir. Dolayısıyla bu maddelere gerçek birer yakıt gözüyle bakamayız.

Su bazlı, anlamlı tek motor hidrojen yakan motordur. Aslında on on beş yıldır ısrarla savunulan bir görüşe bakılırsa, geleceğin ekono-

misinde yakıtın, uygarlığımızın yaslanacağı kaynağın hidrojen olması bekleniyor – Jeremy Riftin'in ortaya attığı tabirle *hidrojen ekonomisi* olacağız. Hidrojen ekonomisi, yenilenebilir enerji kaynaklarıyla üretilen elektrik enerjisi kullanılarak elektroliz yöntemiyle hidrojen elde etmeyi temel alıyor. (Elektroliz, suyla dolu bir hazneye elektrik akımı verilerek hidrojenle oksijenin birbirinden ayrıştırıldığı ve her iki gazın uygun kaplarda toplandığı fiziko-kimyasal bir işlemdir.) Bu yolla hidrojen özellikle de araçlarda yakıt olarak kullanılmak üzere depolanacak.

Bu o kadar kötü bir fikir değil, her şey gayet avantajlı görünüyor. Bir taraftan çok fazla elektrik sarfiyatının olmadığı koşullarda yenilenebilir üretimin fazlası korunmuş, heba edilmesinin önüne geçilmiş olacak. Ayrıca hidrojenin kilo başına içerdiği enerji son derece yüksek olduğundan enerji açısından yoğun bir yakıt elde etmiş olacağız; dolayısıyla bunun ağdan bağımsız yüksek otomasyona sahip makinelerde kullanılması mümkün. Üstelik hidrojenin yakılması sadece su açığa çıkarır; su, kirletici olmadığı gibi yeryüzündeki su çevrimine girerek kendi içinde geri dönüşür. Gelgelelim, on on beş yıldır bu işlemin getireceği büyük yararlardan dem vurulmasına rağmen hidrojen ekonomisi herhangi bir biçimde uygulamaya sokulmadı. Bunun nedeni gizliden gizliye herhangi bir haince planın işletilmesi değil, hidrojenin sözü edilen faydalarını tamamen ortadan kaldırabilecek pek çok dezavantajı barındırmasıdır.

Birincisi, hidrojen kendi başına bir enerji kaynağı değil. Bir yerlerde onu saf olarak çıkarabileceğimiz birtakım hidrojen yatakları mevcut değil. Hidrojeni bir tür fiziksel ya da kimyasal tepkime sonucu oluşturmak gerektiğinden bu bir enerji sarfiyatı anlamına geliyor; termodinamiğin ikinci yasası uyarınca kullanılacak enerji, söz konusu hidrojenin yakılmasıyla elde edeceğimiz enerjiden daima daha fazla olacaktır. Dolayısıyla hidrojenin kullanımı bize fazladan bir enerji miktarı sağlamadığına göre enerji krizini de herhangi bir biçimde çözemeyecek. Tam aksine: Hidroliz aracılığıyla hidrojen üretirken, hidrojenin daha sonra yakılmasıyla elde edeceğimiz enerjinin %25 ila %50'sini kaybederiz; bu yüzden günümüzde ticari olarak kullanılan hidrojenin büyük kısmı doğal gaz aracılığıyla kimyasal bir tepkime sonucu elde edilir. Yine de hidrojen yararlı olabilir çünkü bize bir *enerji taşıyıcısı* yani kullanılacağı âna kadar enerjinin korunacağı ya da muhafaza edileceği bir sistem ya da madde sunuyor. Dolayısıyla yenilenebilir elektrik üretiminin

fazlasından hidrojen elde etmek üzere faydalanabilirsek aksi halde heba olacak bir enerjiyi yararlı hale getirmiş oluruz. Ayrıca hidrojeni araçların deposunda taşıyabileceğimizden, bize elektrikli araçlarla elde edilemeyecek bir otonomluk ve potansiyel sağlayabilir (17. Bölüm'de elektrikli araçları daha ayrıntılı inceleyeceğiz).

Fakat daha önceki bölümlerde de gördüğümüz üzere elektrik üreten yenilenebilir enerji sistemlerinin bize fazla enerji vereceği fikri ne yazık ki doğru değil. İleride enerji kıtlığı yaşayacağız; hidrojen kullanmak enerji kayıplarını artırmak anlamına geleceği için onu enerji taşıyıcısı olarak kullanacaksak başvuracağımız uygulamadan kesinlikle emin olmamız gerek. Ne yazık ki, hidrojenin kuyudan tekere *–well to wheel–* verimi çok düşüktür: Hidrojen bataryayla işleyen bir arabada başlangıçta kullanılan enerjinin ancak %25'inden faydalanıldığı, elektrikli araçta ise bu oranın %85 olduğu tahmin edilmektedir.

Hidrojenin enerji yoğunluğu da iddia edildiği kadar iyi değildir. Hidrojen bir gaz olduğundan ortam sıcaklığı ve basıncında onu sıvı halde kullanmak zordur. Bir deponun makul miktarda enerji ihtiva etmesi için gazın hatırı sayılır bir basınca tabi tutulması gerekir. Fakat hidrojen molekülü çok küçük hatta var olan en küçük molekül olduğundan hidrojen elementi de son derece ele avuca gelmez yapıdadır: Kalın duvarlı sağlam kilitli depolarda dahi günlük %2 oranında kayıp yaşamak gayet olağan bir durumdur. Bu da şu anlama gelir: Kullanılacak hidrojen çok uzun olmayan bir zaman dilimi hesaba katılarak üretilmelidir; üstelik bu durum kalın duvarlı ve dolayısıyla çok ağır gelen bir hidrojen deposu için geçerlidir. Dolayısıyla, aynı miktarda enerji elde etmek üzere kullanılacak hidrojenin hacmi ve ağırlığı elektrikli bataryaya kıyasla yarı yarıya olsa da, hidrojenle çalışan bir aracın normalde hibrit olması gerekir: Bu araçlar elektrik üretebilmek için yakıt hücresinde yakıt – yani hidrojen– yakarken arabayı hareket ettirmek için de elektrikten yararlanır. Hidrojenle çalışan bir araçta hem elektrik hem de ağırlık ve hacim açısından hidrojen deposuna nazaran daha avantajlı olabilecek belli kapasitede bir batarya bulunmalıdır. Hidrojenin mühendis Estévez'in motosikletinde yaptığı şekilde, içten yanmalı motorlardaki gibi yakılmamasının nedeni o motorlarda yakıt olarak kullanılabilir enerjinin sadece %20'sinden faydalanılması, enerji veriminin son derece düşük olmasıdır. Bu durum benzin ya da mazot gibi enerji yoğunluğu

son derece yüksek yakıtlar kullanıldığında sıkıntı yaratmasa da hidrojen söz konusu olduğunda önem kazanır çünkü hidrojenin dönüşümü sırasında zaten büyük oranda enerji kaybı yaşanmaktadır. Bu yüzden enerjiden azami verim elde etmek için *yakıt hücreleri* kullanılır. Yakıt hücreleriyle ilgili en büyük sorun da en etkili olanları için son derece nadir bulunan platin gibi malzemelere ihtiyaç duyulmasıdır.

Hidrojenle ilgili sıkıntılar bu kadarla bitmiyor. Aşırı yanıcı bir gaz olduğundan ilk bakışta görünmeyecek bir kıvılcım bile tutuşmasına yol açabilir, hele de büyük miktarlar ihtiva eden hidrojen depolarında özel tedbirlerin alınmasını gerektirir. Ayrıca hidrojenin muhafazası ve sevki kullanılan depolar ve hatlar aracılığıyla örneğin doğal gaz nakil hattıyla yapılamaz çünkü geleneksel çelikle inşa edilmiş her şeyi paslandıran hidrürler oluşabilir. Doğal gaz boru hatlarının ya da depolarının kullanılması için bir polimerle iç kısımların kaplama işlemine tabi tutulması gerekir (ki ironik biçimde polimer de bir petrol türevidir) ve iç kaplamadaki en ufak çatlak dahi çeliğin için için çürümesine yol açar.

Özetle, saf suyla çalışan motor yoktur çünkü bu, termodinamik yasaları uyarınca tam bir saçmalıktır: Bir motorun külle çalıştığını varsaymaktan farkı yoktur bunun. Hidrojenden faydalanmamızı sağlayacak, fiziksel ya da kimyasal tepkimeler aracılığıyla onu sudan elde edebileceğimiz bir teknoloji mevcut, öte yandan bu işlem sırasında da daima enerji kaybı yaşanır. Bu işlem hidrojeni sadece bir enerji taşıyıcı olarak (daha sonra veya daha farklı bir yerde yararlanılabilecek bir enerji türü olarak) kullandığımız takdirde anlam kazanır. Kesin olan şu ki, hidrojenin kullanıma sokulması, iyi planlanması gereken belli başlı çok somut durumlar sayılmazsa, bir dolu elverişsizliği beraberinde getirdiğinden bu kaynağı çok yönlü olarak düşünemeyiz.

Bölüm 16

Neden Serbest Enerji Diye Bir Şey Yok?

21. yüzyılın beraberinde getirdiklerinden biri de sistemin krize girdiğine, yaşam şartlarımızın sürekli ve kalıcı biçimde kötüleştiğine, ihtiyaç duyulan yön değişikliğinin bir türlü gerçekleşmediğine, gerekli tepkilerin verilmediğine dair hissiyatımız oldu. Özellikle de doğrudan vatandaşı ilgilendiren sorunlarda etkili ve sahici karşılıklar üretme beceriksizliği gösteren sisteme karşı halkın geniş bir kesiminde büyük bir hayal kırıklığı oluştu. Vatandaşlar, iktidar sahiplerinin dünyanın sorunlarına çözüm getireceğine hatta dünyayı biraz olsun umursadıklarına dahi artık inanmıyorlar. Daha beteri, yönetici sınıflarla elitlerin gerçek güdülerine dair köklü bir güvensizlik hissi, genel şüphecilik hali yerleşti.

Bu güvensizlik ortamı dolandırıcılık ve sahtekârlığın rahatça yeşereceği mümbit araziyi sağlıyor. Her derde deva iksirler satan Vahşi Batı'daki şarlatanlara benzeyen tiplerle sıkça rastlamak mümkün. Tedavisi zor hastalıklara çeşitli ilaçlar öneren ya da aşılar için olsun, kulağa azıcık bilimsel gelen herhangi bir şey için olsun yalan yanlış dedikodular çıkaran vicdan yoksunu bireylerin elinde sahte bilim maharetle kullanılıyor. Tahmin edileceği gibi enerji dünyası da bu ikinci sınıf geç milenyumculuktan azade değil.

Bazı bireylerin son derece kıt bilimsel bilgi ve pek az akademik hazırlıkla evlerinin garajında, üç beş alet edevatla her nasılsa insanlığın büyük enerji sorunlarına çareler ürettiğine internetteki videolarda sıkça rastlamak mümkün. Bu delişmen mucitler, nice başarılı icadın ortaya çıkmasını sağlayan bilimsel ispat, bilimsel yöntem süreçlerini tamamen es geçerek güya insanlığın büyük enerji devlerinin boyunduruğundan kurtulmasına engel olan, aykırı sesleri susturan büyük mafyalar tarafından takip edildiklerini iddia ediyor veya benzer palavralar sıralayıp ya sonuçta bir banka hesabına bağış talep ediyor ya da izleyicilerden kendi evlerinde *bağımsız ve serbest enerjilerini* üretmek üzere araç gereç satın almalarını istiyorlar.

İnternette karşılaştığımız saçmalıkların tümünü çürütmeye çalışmak boş ve yararsız bir çaba olurdu; her gün yeni bir dolandırıcılık çıkıyor piyasaya, her seferinde sil baştan almak zorunda kalabiliriz. Ben de bu bölümde, söz konusu palavraların ortak bazı özelliklerini göstererek okurun bu tür yalan yanlış haberlerle karşılaştığında gerekli çözümlemeyi kendi başına yapmasını sağlayacak ipuçlarını vermeyi umuyorum.

Öncelikle arada sırada karşınıza çıkabilecek bu saçmalıkları tamamen yok sayabilmeniz için faydalı bazı temel fizik kanunlarını açıklayarak işe başlayacağım.

Birincisi enerjiden söz ediyorsak termodinamiğin üç yasasının ya da ilkesinin muhakkak akılda tutulması gerek. Termodinamik; fizikte enerji, sıcaklık, ısı ve iş arasındaki ilişkileri inceleyen alandır; maddenin farklı fiziksel özelliklerini ve düzenleniş biçimlerini ifade eden bu kavramların hepsi birbiriyle bağlantılıdır.

Termodinamiğin birinci yasası uyarınca enerji ne yoktan var olabilir ne yok edilebilir – ancak dönüşür. Çocukluğumuzdan beri papağan gibi tekrar edegeldiğimiz bu cümleyi ne yazık ki pek azımız gerçekten anlıyor. Madem enerji ne yoktan var edilebiliyor ne yok oluyor, öyleyse niye sürekli yeni enerji kaynaklarına ihtiyaç duyuyoruz? Örneğin petrolden elde edip harcadığımız enerjinin bir yerlerde hâlâ mevcut olması gerekmez mi? Esasında mevcut da zaten: Enerjinin bir kısmı yapmak istediğimiz faydalı iş için harcanırken (arabayı hareket ettirmek ya da maddeyi dönüştürmek) diğer kısmı ısı şeklinde dağılır. Neticede ısı bir maddenin moleküllerinin düzensiz hareketidir: Bir şeyin sıcak olmasının nedeni moleküllerinin çok hızlı hareketidir. Makroskobik yani gözle gö-

rülebilir ölçekte kinetik enerjiyi mikroskobik yani moleküllerin hareket etmesiyle ya da titreşmesiyle oluşan ölçekte kinetik enerjiye dönüştürürüz. Gerçek dünyada sürtünme olduğundan bir şey yaptığımızda gözle görülen ölçekte enerjinin bir kısmı kaybolur, ısı olarak moleküllere ve ısınan yapılara aktarılır, bu yüzden bir şeyler yapmaya devam etmek için yeni enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulur. Asla gerçekleşmeyecek olansa bir şeyin durup dururken makroskobik enerjiyi artırmasıdır. Birisi enerji ürettiğini söylüyorsa ona kulak asmayın, muhakkak bir hilesi vardır; tıpkı mühendis Estévez'in motoruna gizlice bor akıtması gibi, fazla enerjinin kesinlikle geldiği bir yer vardır.

Termodinamiğin ikinci yasası, bir şey yapmak için bir enerji kaynağından yararlandığımızda bu enerjinin bir kısmının kaçınılmaz olarak ısı biçiminde kaybolacağını söyler. Yani bu enerjinin bir kısmı, amacımıza hizmet edeceğine yok yere elimizin altındaki nesnelerin moleküllerindeki hareket enerjisini artırmaya harcanacaktır. İkinci ilke daha katidir, enerjinin ne kadarının ısı olarak kaybolduğunu hesap etmemize olanak tanır. Örneğin değişimi ne denli hızlı gerçekleştirmek istersek dağılan enerji miktarı da o denli büyür, tıpkı aynı yolu saatte 60 km ile değil de 120 km ile gitmek istediğimizde de daha fazla yakıt harcamamız gibi. İkinci ilke aynı zamanda, enerjiyi bir türden diğerine dönüştürmek zorunda kaldığımızda dağılıp gidecek ısı formunda bir geçiş bedeli ödememiz gerektiğini söyler – enerji türleri ne kadar farklı olursa bu bedel o kadar artar. Örneğin rüzgâr enerjisinden faydalanarak bir değirmenin kollarını döndürmek istediğimizde doğrusal kinetik rüzgâr enerjisini dairesel kinetik enerjiye çevirmiş oluruz; kayıp burada çok azdır. Bununla birlikte kendiliğinden indüklenen bir manyetik alanda dönen alternatör yardımıyla bir rüzgâr jeneratöründen elektrik elde ettiğimizde, enerjinin ilave bir kısmı düşük frekanslı elektromanyetik dalgalar halinde havaya yayılıp kaybolacaktır. Kısacası birisi çıkıp da birbirinden çok farklı iki enerji türünü hiç kayıp olmadan birbirine dönüştürdüğünü söylüyorsa inanmayın.

Termodinamiğin üçüncü yasasına göre, enerjiyi faydalı bir işe kusursuz bir biçimde dönüştürebilmek ancak ve ancak mutlak sıfır sıcaklığında –yani -273 °C'de– mümkündür. Bu aynı zamanda işlerin en ufak bir sürtünmeyi, çarpışmayı ve kusuru engelleyecek şekilde, son derece ağır ve ihtiyatlı biçimde yapılması anlamına gelir. Aksi takdirde

enerjinin bir kısmı ısı ve moleküllerin düzensizliği olarak kaybolacaktır. Üçüncü yasa bize, mutlak sıfır haricinde asla yüzde yüz verim alınamayacağını söyler. Hatta daha kötüsü, ikinci ve üçüncü yasayı birlikte ele alırsak herhangi bir sıcaklıkta, söz gelişi ortam sıcaklığında, herhangi bir makine için elde edilebilecek azami verimin ne olduğu ortaya çıkar. Azami verimin daima yüzde yüzden daha düşük bir değer olduğunu göz önünde bulundurmak şarttır. Dolayısıyla birisi bize bir makinenin yüzde yüz verimli olduğundan söz ediyorsa yalan söylendiğini anlayabiliriz.

Termodinamiğin üç ilkesi de doğanın bilimsel yöntemlerle defalarca gözlenmesi sonucu çıkarsanmış, evrensel geçerliliği olan ilkelerdir. Bu, kişiden kişiye değişecek bir görüş değil dünyanın işleyişine dair nesnel bir tanımdır. Bugün istatistik mekanik sayesinde termodinamiğin bu üç yasasını atom ve moleküller fiziğinin temel kavramlarından yola çıkarak çıkarsayabildik ve asla üstesinden gelemeyeceğimiz katı sınırlar tarafından nasıl belirlediğimizi gayet iyi bilebiliyoruz. Dolayısıyla bunlar canımızın istediği şekilde uyabileceğimiz ya da ihlal edebileceğimiz beşeri yasalar değil, kalın harflerle yazılmış, elektromanyetizmin ya da yerçekimi yasasının denklemleri gibi riayet etmeye mecbur olduğumuz kanunlardır.

Maddenin atomik ve moleküler doğasıyla ilgili anlaşılması gereken bir diğer konu da sıradan maddenin esasında sıradışı biçimde dengeli olduğudur. Atomların çekirdeğini etkileyen süreçleri başlatmak hem zordur hem de büyük bir başlangıç enerjisine ihtiyaç duyar. Kimse evinde elde ettiği manyetik alanlar vasıtasıyla maddeyi dönüştürüp nükleer enerji üretemez. Bu az çok, çakıl taşı fırlatarak dünyayı yörüngesinden çıkaracağını iddia etmek kadar gülünç bir sav olur. Maddenin olağanüstü dengeli olması günübirlik deneyimlediğimiz, lehimize bir olgudur: Bir elektrik kablosu ya da basit bir mıknatısla istemeden de olsa bir termonükleer tepkimeye yol açtığımızı düşünsenize... Bu yüzden bol enerji kaynaklarına kolay kolay rastlanmaz; bunun için örneğin basınç ve sıcaklığın milyonlarca yıl boyunca gömülü duran algler üzerinde yaptığı etki neticesinde petrolün oluşması gibi mutlaka büyük enerjilerin dahil olduğu, son derece istikrarlı devam eden süreçler boyunca karmaşık bazı kimyasal dönüşümlerin yaşanması gerekir. Bundan ötürü "soğuk nükleer fisyon" yaptığı iddia edilen, o korkunç enerji katalizörü e-CAT gibi çeşitli makineler üç aşağı beş yukarı süslü püslü sahtekârlıklardan öteye gitmez.

Fizik konusundan ayrı, bir de şu veya bu *serbest enerji* sisteminin neden bir türlü yaygınlaşmadığına dair yapılan açıklamalarda genellikle başvurulan bir yöntem, kilit altında tutulan ve henüz gün yüzüne çıkmamış bir patentin varlığından söz etmektir. Doğrusu bu tür açıklamalar yapmak için, yasal mevzuatla özellikle de patentin ne tür bir belge olduğuyla ilgili tam bir cehalet gerekir. İlk olarak, patent denen şey herhangi bir patent veri tabanında bulunabilecek kamuya açık bir belgedir. Patentler kamuya açıktır çünkü mucit, endüstriyel çıkarlara yönelik bir ürünü başka bir rakibinden önce keşfettiğini, ticari olarak kullanılması halinde patent hakkı için ödeme talep ettiğini bu yolla belirtir. Bu sebeple patentler ticari olmayan kullanımlara yasaklanamadığı gibi içerikleri de sır değildir. Aynı zamanda patentlerin süresi yirmi yılda dolar, sonrasında herhangi biri, kimseye ödeme yapma mecburiyeti olmadan patenti alınan yöntemi kullanabilir: Birçok laboratuvarın parasetemol, ibuprofen ya da amoksilin gibi aynı ilaçları üretmesi bu sayede mümkündür. Dolayısıyla patentlerin herhangi bir icadı insanlardan saklaması söz konusu değildir.

En alışıldık serbest enerji buluşlarına baktığımızda bu yalancı icatlarda sıkça rastlanan durum, bazı maddelerin ya halk tarafından çok iyi bilinmeyen tuhaf kimyevi özelliklerinin ya da elektromanyetizma etkisiyle harekete geçen niteliklerinin sömürülmeye çalışılmasıdır; Estéves'in bor örneğini anımsayalım. İlk durumda, dolandırıcının kullandığı maddeyi gizlemesi gerekir çünkü insanlar mucizeyi mümkün kılanın sihirli bir malzeme olduğunu rahatlıkla fark edebilir, bu açıdan internette yayınlanan videolar hileyi gizlemek için biçilmiş kaftandır. Elektromanyetizmanın etkilerine gelince, olasılıklar o kadar fazladır ki biraz fizik eğitimi olmadan aldatmacayı ayırt etmek çok kolay olmayabilir. Örneğin birkaç yıl önce sadece bir döner mil bağlayarak bol miktarda elektrik sağlayabilecek *manyetik motorlar* son derece revaçtaydı: Tek yöne dönebilen bir döner mille, milin üstüne uygun biçimde yerleştirilmiş birtakım mıknatısların birleşiminden kayda değer miktarda elektrik elde edilebiliyordu; mıknatıslar döner mili dikkate değer bir hızla döndürürken bu dönüş sayesinde elektrik üretmekten doğrudan makineleri çalıştırmaya kadar çeşitli faydalı iş üretilebileceği varsayılıyordu. İşlem sırasında herhangi bir yakıt tüketilmediğinden, termodinamiğin birinci ilkesinin söylediğinin aksine, manyetizma sayesinde sonsuz bir enerji

kaynağı elde edilebileceği sonucuna varılıyordu. Elbette icadı pazarlayan parlak fikirli tedarikçiler buradaki gizli enerji kaynağının mıknatıs olduğunu açıklamıyordu; bir mıknatıs doğada saf olarak bulunmaz, atomların belli bir düzende bulunduğu bir yapıdır; her bir atom adına *spin* denen bir mıknatıs gibidir. Ferromanyetik alaşımları manyetik hale getirmek için büyük miktarda enerji harcayarak atomların spinlerini kalıcı bir manyetizma oluşturacak şekilde hizalamak gerekir. Bununla birlikte sıcaklığa, yani moleküllerin rasgele hareketlerine bağlı olarak spinler hizalarını yitirir, sonunda malzeme mıknatıs özelliğini tamamen kaybeder; manyetik makinelerde ise mıknatıslar ısınır ve yavaş yavaş mıknatıs özelliğini kaybeder. Sonuç olarak manyetik motorun bize geri kazandırdığı enerji miktarı onu ilk başta mıknatıslarken kullanılan enerjiye kıyasla çok düşüktür – tıpkı termodinamiğin ikinci yasasının öngördüğü şekilde. Mıknatısları manyetik hale getirdikten sonra elektrik faturasına bakıp makinenin yaptığı işle kıyasladığınızda bunun enerji elde etmek için son derece pahalı ve budalaca bir yöntem olduğunu açıkça anlarsınız.

Bu sahtekârlıkların bir diğer çeşidi de likit hidrokarbonların enerji kapasitesiyle ilgilidir. Benzin ya da mazotun suyla karıştırılarak kullanılmasıyla çalışan ve güya belli bazı "kuantum etkileri" yaratan motorlar vardır. Esasında petrol türevi olan yakıtların yanma kapasitesi o denli yüksektir ki suyla bile karıştırıldığında yanmaya devam eder; bu yakıt hem geleneksel hem ayarlanmış motorlarda kullanılabilir; elbette belli bir güç kaybıyla... Nihayetinde hesap yapıldığında, bu motorların kilometre başına harcadığı yakıt miktarının geleneksel motorlara kıyasla çok daha kötü olduğu anlaşılsa da motorun suyla çalışmasına hayranlık beslemekten bir türlü vazgeçilmez.

Bitirirken son bir sahtekârlık türünden bahsedeceğim: Tuhaf özelliklere sahip, basbayağı sihirli yeni malzemelerden... Birkaç yıl öncesine kadar fullenerler[8] ve karbon nanotüpleri çok revaçtaydı, günümüzde ise sihirli moda malzeme grafen.[9] Bütün bu maddeler gerçekten de mevcut ve fiziksel özellikleri açısından belli başlı bilimsel araştırmalara konu oldular; gelgelelim kimi dolandırıcıların onlara atfettiği özellikler açıkça

8 60 karbon atomuyla meydana gelmiş, kimyacılar tarafından zaman içinde "buckyball" olarak adlandırılmış bir tür molekül – ç.n.

9 Ağırlığı düşük, mukavemeti güçlü iletken saf karbondan oluşan madde – ç.n.

herhangi bir temelden yoksun abartılı yaklaşımların, yatırımcıları gafil avlama niyetinin ürünü. Farz edelim, ABD'de öncü laboratuvarlardan biri, bataryaların verimini artırmak için grafen uygulamaları üzerine bilimsel, yasal bir çalışma yürütüyor olsun. Ertesi gün İspanya'da bir şirket ortaya çıkıp Amerika'daki laboratuvarın yirmi otuz yıldır üzerinde çalıştığı sorunların hepsini şipşak çözdüğünü hatta patenti alınmış teknolojisiyle yüksek performanslı ürünler sağlayacağını iddia edebilir. Elbette laboratuvarlarda sessiz sedasız yürütülen sabırlı ve gayretli çalışmaya kıyasla ortalıkta patırtı koparmak her zaman daha kolay. Bu şekilde ortaya atılan bir sürü boş vaat ve bazı bilimsel ilerlemelerin abartılı biçimde karşılanması eninde sonunda halkta güvensizliği ve kısmen çeşitli şüpheci yaklaşımları artırmaktan başka işe yaramıyor. Sonra da falanca şirket iflas ettiğinde bu durumu şirketin büyük bir dolandırıcılığa paravan olmasına değil halktan daima bir şeylerin gizlenmesine yoranlar çıkıyor.

Özetle, birilerinin çokça sözünü ettiği serbest enerjiler insanların saflığını sömüren, herhangi bir fiziksel temeli olmayan hayallerden ibaret. Mesele şu ki, bu saçma sapan fikirler eninde sonunda kimilerinin düşünce yapısında köklü önyargılara dönüşünce insanları aksine ikna etmek hayli zorlaşıyor – hatta bazen ters tepebiliyor. YouTube'da ve internet sayfalarında yer alan bu sahte çözüm önerilerine karşı en etkin mücadele bu mucizevi keşiflerin büyük ölçeklerde ticari numunelerinin ortaya çıkmasını beklemek olabilir – elbette bu asla gerçekleşmeyecek; keşke gerçekleşse aslında bugün her zamankinden daha fazla ihtiyacımız var mucizelere…

Bölüm 17

Neden Çoğumuzun Elektrikli Arabası Olmayacak?

Az sonra vereceğim örneğin daha anlaşılır olması için basit rakamlar kullanacağım.

Bataryaların ihtiva ettiği enerjiyi *kilovat saat* (kWh) ile ölçeriz. Kilovat saat, bataryayı bir kilovat gücündeki kabloya bir saat boyunca bağladığınızda batarya içindeki enerjiyi gösterir (elbette kayıpların olmadığını varsayıyoruz ama küçük de olsa hep kayıp vardır).

Farz edelim okur 50 kilovat saatlik bataryası olan bir araba satın almak istiyor. Hem bütün ailenin kullanımına yönelik hem işe giderken kullanacağı ne çok küçük ne de çok iri araçlardan birini arıyor. Üreticiye bakılırsa, pili tam doluyken araç 250 kilometre gidecektir (takriben her 20 kW saat başına 100 kilometre kat edilir) fakat malum, üreticiler abartmayı sever. Gerçek hayattaki fiili sürüş koşullarında çoğunlukla ancak 150 kilometre civarı yol alınabilir. Elbette bataryanın ne kadar dayanacağı yoldaki yokuşlara, kalorifer ya da havalandırma kullanımına, bataryanın kullanım ömrüne... vs. de bağlıdır. Günlük 150 kilometrenin ona yeterli geldiğini, aşırı pahalı olmayan bu aracı satın almaya karar verdiğini farz edelim.

Arabayı şarj etmeye sıra geldiğinde sorun başlıyor. Sudoku bulmacalarının en karmaşığı var karşımızda. İmkânsız bir iş değil fakat çokça hesap yapmak ve dikkatli olmak şart.

Bu kişinin evinde elektrik hattının 4,4 kW gücünde olduğunu varsayalım; İspanya'daki çoğu eve sağlanan elektrik gücü bu kadardır. Bununla arabanın tam şarj edilmesi karmaşık bir iş. Evde elektrik çeken başka bir alet çalışmıyorsa, herkes uyurken geceleyin arabasını şarj edebilse bile 50 kW saatlik şarj için on bir saat evin bütün elektriğini kullanması gerek.

Arabayı tam şarj etmenin uç bir durum olduğu doğru. Farz edelim bütün bataryayı doldurması gerekmesin, sadece 60 kilometre yapmış olsun: Böyle bile olsa yine evinde hiç elektrikli alet kullanmadan dört buçuk saat şarj etmesi gerekecektir.

Bu kadar mızmızlık etmeyip daha lehte bir durumu ele alalım. Okurun günde 35 kilometre yapan ortalama bir kullanıcı olduğunu varsayalım. Üreticiye bakılırsa bu 7 kW saat bir tüketime tekabül edecek, ama dedik ya gerçek koşullarda araba daha fazla harcayacaktır, diyelim ki sarfiyat 11 kW saat olsun, bu da yine evin bütün elektriğiyle arabayı iki buçuk saat şarj etmek anlamına gelecek. Eve gelen elektrik hattı kurulurken ilk baştan, belli bir miktarı –diyelim 3 kW'ı– arabayı gece şarj edecek şekilde bölünmüş olabilir. Böylelikle en azından lambanın düğmesine bastığınızda sigortanın atması tehlikesini engellemiş olursunuz. Bu şekilde 35 kilometre gitmek için harcanan enerji aşağı yukarı dört saatte yüklenebilir. Yapmaya yapılabilir fakat epey hesap kitapla: 35 kilometrenin üstüne çıkmamaya dikkat edecek, çıkarsa fazladan harcadığını yerine koymak için şarj süresi uzayacak – o zaman örneğin çamaşır makinesini gece çalıştıramaz; eve gelir gelmez arabayı şarja takmayı, şarjı programlamayı, dört saate ihtiyacı olduğunu, acil bir durum için arabayı kullanamayacağını da unutmaması gerek.

Bu kadar stres altında hesaplı kitaplı yaşamak istemiyorsa, bu denli ucu ucuna olmaması için dağıtım şirketiyle daha güçlü bir elektrik hattı sözleşmesi yapabilir. Sorun şu ki bu her ay daha pahalıya gelecektir. Fakat olumsuzluklar burada bitmiyor maalesef, daha kötüsü var.

Okurumuz belki de garajı olmayan evlerden birinde oturduğundan arabasını mecburen sokağa park ediyor. Ülkemizde milyonlarca araç her gece sokakta durur. Bütün bu araçları gece boyunca şarj edebilmek için kaldırımlara ortalama her beş metrede bir elektrik direği dikmek

gerekir. Bu direkler hükümetin benzincilere yerleştirmek istediği gibi 22 kW gücünde olacaksa yüz yirmi beş metrelik bir sokağın bir megavattan (MW) daha fazla elektrik çekebilmesi için direklerin yanı sıra kablo ile de döşeme yapmak icap eder. Bir MW'ın küçük bir rüzgâr türbininin ürettiği enerjiye eşit olduğunu anımsayalım. Binlerce kilometrelik sokakları olan Madrid gibi bir şehirdeyse 8 GW bir güce (yani İspanya'nın bütün nükleer santrallerindeki toplam enerji miktarına) ulaşmak için kabloların döşenmesine, elektrik trafolarına ve kontrol sistemlerine ihtiyaç duyulacaktır. Bu verileri İspanya'nın geri kalanı için de yaygınlaştıracak olursak, 100 GW'tan daha büyük bir değerden söz ediyoruz demektir (bu da İspanya'nın azami elektrik üretim kapasitesine eşit). Bu şekilde ortaya konduğunda muazzam, akıl almaz bir iş gibi geliyor; iyisi mi projeyi daha mütevazı düzeye çekmeye deneyelim. Çok daha düşük güçte elektrik direkleri kullanıldığını (örneğin 22 kW yerine 4,4 kW'lık) ve bütün sokaklara da kablo döşenmediğini varsayalım. Yine de devasa bir altyapıdan söz ediyoruz ister istemez: Yukarıda yaptığımız hesabın onda birini, *sadece* 10 GW'lık güce ulaşmayı hedeflesek bile bir sürü sokağı caddeyi kazıp altüst etmeyi, yığınla para harcamayı gerektiren bir inşaat faaliyeti söz konusu olacak. Üstelik de işten eve geç saatte dönüp bir gün önce arabasını şarj edemediği için boş direği kapmaya çalışan kullanıcılar birbirini tepelesin diye... Tabii kabloları kesebilecek barbarları ya da çift sıra park halindeki aracını doldurmak için kablonun ağzını söküp götürebilecek uyanıkları saymıyorum. Öte yandan şu sorular da akla gelebilir: Şarj bedelini kim ödeyecek? Nasıl ödenecek? Direklerin bakımı nasıl olacak?

Bir diğer seçenek arabaları, kurulacak dolum istasyonlarında şarj etmek olabilir. Hükümetin 2019'da önerdiği 22 kW'lık direklerde mütevazı aile arabamız tam olarak iki buçuk saatte dolabilir – ki bu aşırı yavaş sayılır. Sadece yarım saat doldursak bile (ki bu 30 kilometre gitmemize olanak tanır) yine çok yavaş bir işlem olacak, hele bir de önümüzde dolum için bekleyen başka araçlar varsa. Önümüzde iki araç olması bir saat onlarınkinin yarım saat de bizimkinin şarj olması için tam bir buçuk saat beklemek anlamına gelir. Peki, 30 kilometreden daha uzun mesafe için şarj etmeyi istersek oluşabilecek araç kuyruklarını gözünüzün önüne getirebiliyor musunuz? İstasyon sahipleri ne yapacak? Açık vermemek, kâr elde edebilmek için kaç dakika şarj etmemize izin verecekler acaba?

Başka seçenekleri de inceleyelim. Örneğin hızlı şarj direkleri kullanılabilir. Bunların gerek kurulumu gerek bakımı çok maliyetli olduğundan her yere kurulması düşünülemez, gelgelelim onlar sayesinde bataryanın tamamını yarım saatte ya da 30 kilometre gidecek kadarını beş dakikada doldurabiliriz. Daha makul bir hale gelmeye başladı. Fakat yüksek elektrik gücüne sahip bu direklerin sorunu da bataryayı yorup aşırı ısınmasına yol açarak ömrünü kısaltmasıdır. Bu türde direklere sıklıkla uğrarsanız arabanızın bataryası iki yıl hatta daha az dayanır. Bu sebeplerden ötürü yüksek elektrik gücüyle şarj noktaları da iyi bir seçenek değil; ayrıca daha güçlü elektrik hattı kullanmanın beraberinde getireceği tehlikeler de cabası.

Daha bitmedi. Sıcak hava pil için hiç olumlu değildir, sıcaklık 35 °C'nin üstündeyse pilin durumu kötüleşmeye başlar, 40 °C'yi geçtiğinde araba kullanılmasa bile bataryası çabuk bozulur. Bu durumun özellikle İspanya'da göz önünde bulundurulması gerek. Arabayı tercihen vantilatör bulunan serin gölgeli bir yere park etmeyi deneyebilirsiniz.

Elbette henüz lityum ve kobaltın üretimindeki kısıtlayıcı faktörlerden, bu madenlerin yanına yaklaşılmayacak kadar pahalı olmasından, son derece nadir bulunmasından söz etmedik. Aynı şekilde bu kadar çok sayıda şarj edilmesi gereken araba ortaya çıktığında elektrik fiyatlarının bir anda nasıl fırlayacağını da belirtmedik; özellikle de petrole erişimimizin kısıtlanacağı bir dönemde.

Bütün bunlardan nereye varabiliriz? Yoksa elektrikli araçlara geçiş bir hayalden mi ibaret? Bu dönüşüm imkânsız değilse de onu uygulanabilir kılmak için son derece titiz bir koordinasyon şart. Hep birlikte kusursuz biçimde eşgüdümlü ve dikkatli hareket edersek rakamlar tutabilir; kıtı kıtına belki ama tutar. En azından kâğıt üstünde. Ama bakalım okur bu kusursuz organizasyonun hakkından gelebileceğimize inanıyor mu? Yoksa sonumuz her zamanki gibi keşmekeş mi olacak...

Elektrikli araç yoksa sadece zenginlere göre bir seçenek mi?

Görünen o ki elektrikli arabanın bütün dünyada yaygınlaşması hayli uzak bir ihtimal. Otonom hareket kabiliyeti çok az, pahalı, sınırlı ömrü olan bataryaların kullanıldığı bu araçlar genelleşecek olursa şarj zamanı geldiğinde milletin vay haline. Belki de işin sırrı o kadar yaygınlaşmaması, görece olarak sayılarının az tutulması olabilir. Belki de

bugün İspanya'da kayıtlı yirmi yedi milyon araba bir milyona hatta daha az bir sayıya indirilirse olabilir.[10]

Sayıları çok az kalan otomobil şirketleri belki de 200-300 kW saatlik bataryaları olan, birkaç yüz kilometre rahatlıkla yol alan, hatta sürücüsüz ilerleyen, en ucuzları 100.000 avro gibi rakamlara satılacak sedan tipi üst sınıf arabalar yapmaya çoktan koyuldular bile.

Bu tarz bir arabayı satın alabilen biri için, evine sağlam bir priz taktırmak, yaşadığı yere 15 kW hatta 20 kW gücünde elektrik hattı bağlatmak ya da bütün ev aletleri aynı anda çalışırken arabasını şarj etmeyi istediğinde elektrik hattını dilediğince kullanmak bir sorun olmayacaktır. Hatta birini şarj ederken kullanmak üzere birkaç yedek aracı bile olabilir.

Fakat varlıklı sürücülerin de ihtiyaç duyacağı bir şey var: Yol üzerinde hazır bulacakları şarj noktaları. Uzun yolculuğa çıktıklarında herhangi bir yerde yeniden dolum sağlamaları gerekecek ve bunun için de, uygun şarj dolum noktaları bulunmalı.

Sadece bir milyon hatta daha az sayıda araç için dolum noktaları kurmak en azından benzincilerin bakış açısıyla pek kazançlı bir iş sayılmaz. O halde dolum noktalarının yol üstünde hazır olması isteniyorsa, bunun devlet ödeneğiyle halledilmesi lazım. Bu istasyonların kurulmasını devletin desteklemesi, hatta inşa edilmelerini mecbur tutması gerekecektir.

Belirttiğimiz üzere, elektrikli aracın herkesin erişebileceği kadar yaygınlaşması mümkün görünmediğine göre, ulusal sınırların tamamına bu kadar çok sayıda dolum noktası yerleştirmek, kamu bütçesinin hatırı sayılır bir kısmını buna vakfetmek, elektrikli araç için hibeler ayırmak yani eninde sonunda yoksul kesimden zenginlere kaynak aktarmak anlamına gelebilir. Herkesin elektrikli araçla ilgili bütün sorunlar çözüme kavuşturulmuş ya da bunun gerçekleşmesine az kalmış gibi davrandığı şu aşamada bu serüvene atılmadan önce çok daha ince hesaplanmış bir analiz, sağlam temellere oturan planlamalar gerekiyor. Zira elektrikli araba konusunun genelin çıkarına olup olmadığı meçhul gibi görünüyor.

---

10 2022 TÜİK verilerine göre Türkiye'de trafiğe kayıtlı otomobil sayısı 14 milyon 200 bin civarındadır. Bunların %36,9'u dizel, %35,1'i LPG, %26,8'i benzinli, %0,9'u hibrit ve %0,1'i elektriklidir – e.n.

Elektrikli araba için bu kadar çok para yatırmak sahiden kazançlı mı?

Bize elektrikli araçlarla hareket serbestisi sunan bir gelecek hayali satılıp durulsa da bugün karşı karşıya olduğumuz gerçek hiç de o kadar parlak değil. Özel elektrikli aracın bütün topluma yaygınlaşabileceğine kesin gözüyle bakamayız. Muhtemelen bu mümkün olmayacak, bunu gerçekleştirmenin kazançlı olmayacağı ise neredeyse kesin.

Sanki bu tartışmasız ve mutlak bir gerçekmiş ya da her derde deva evrensel bir çözümmüşçesine durup durup geleceğimizin elektrikli arabalar olduğu fikri ısrarla dile getiriliyor. Bir avuç azınlığa sağlanacak fayda uğruna çoğunluğun hayat koşullarını daha da kötüleştirecek yeni bir balona yatırım yapmaya kalkışmadan önce bazı noktaları açıklığa kavuşturmamız şart.

Elektrikli araca geçişi savunanlar, ellerini vicdanlarına koyup tıpkı yüksek hızlı trenler gibi en varlıklı sınıfların hizmetine girecek bir ulaşım aracı için hazine desteğinin kullanılmasını cidden önerip önermediklerini düşünmeliler. Elektrikli araca yönelik doğrudan, dolum istasyonları için ise dolaylı sunulacak hibeler, kamusal alanın özel kullanıma tahsis edilmesi ve ister istemez kamu kaynaklarının bu işte kullanılması anlamına gelecek.

Kuşkusuz kirlenmeye, küresel iklim değişimine ve fosil yakıtların tükenme sorununa karşı önlemler almak şart. Fakat en azından bugün için, elektrikli arabalar en uygun çözüm gibi durmuyor.

Bölüm 18

Çevreye Verdiğimiz Zarar Neden Göz Ardı Edilemez Boyutlarda?

Günümüzde basın-yayın kanallarında toplumumuzun yaşadığı çevre sorunlarını küresel iklim değişimiyle bire bir özdeşleştirmek gibi bir eğilim söz konusu – şu an maruz kaldığımız çevre sorunları içinde sanki birincil hatta neredeyse yegâne sorun buymuş gibi. Ne yazık ki bu gerçeklikten kopuk bir yaklaşım. Aslına bakılırsa çevreyle ilgili çalışmalar yürüten bilim insanları *iklim değişiminden* ziyade onu da içine alan daha kapsamlı bir kavram olan *küresel değişimden* söz etmeyi tercih ediyorlar. Bu kavramla bir açıdan çevremizin değişmekte olduğu, söz konusu değişimin de şans eseri değil insanlığın yol açtığı zincirleme bir dizi sürecin sonucunda gerçekleştiği fikri ifade ediliyor, bu yüzden bazen *antroposene özgü* sıfatı bu kavrama ekleniyor. Diğer açıdan, değişimin, sırf "tüm gezegeni kapsamakla" kalmayıp aynı zamanda çevrenin muhtelif alanlarını da kapsadığı kabul edilerek küresel olduğu saptanıyor. Bu alanların hepsi de *antroposen etkisine*, yani insanlığın dur durak tanımayan kaynak arayışıyla çevreyi kirletme kapasitesinin yarattığı baskıya tabi.

Küresel değişimin kapsamına giren olayların tamamını burada sayıp dökmek kesinlikle çok sıkıcı ve bezdirici olur. Bununla birlikte okurun neden söz edildiğine dair daha net bir fikir edinmesi için antroposen

etkisinin yol açtığı en ciddi çevre sorunlarının birkaçından söz etmek uygun olur. Bu konuyla bağlantılı olan, ayrı bir bölüm ayıracağım iklim değişikliği konusunu şimdilik sonraya bırakıyorum.

En büyük çevre sorunlarından biri atmosfer kirlenmesi. Dünya Sağlık Örgütü'nün verileri uyarınca dünyada her yıl hava kirliliğine bağlı olarak sekiz milyon ölüm yaşanıyor, hava kirliliği gezegenin tamamında başlıca ölüm sebeplerinden biri. Küresel çapta iyileşen hayat şartları sayesinde eskiden yüksek ölüm oranlarına yol açan etkenlerin ortadan kalktığı, daha önce tali kalan bazı etkenlerin öne çıktığı doğru olsa da, hava kirliliğinin günümüzdeki ölüm olaylarında başlıca etkenlerden olması yine de dikkat çekici. Batı'daki şehirlerde hava kalitesi genel olarak yirmi otuz yıl öncesine nazaran çok daha iyi, gerçi ara ara gelişen aşırı kirlilik vakaları bu olgunun Demokles'in kılıcı gibi tepemizde salındığına da işaret ediyor. Gelgelelim şu an sanayileşmekte olan ülkelerde, özellikle de dünyanın fabrikası Çin'de aşırı kömür kullanımı ve yoğun endüstriyel faaliyet yüzünden hava kalitesi son derece kötü.

İçilebilir su kaynaklarındaki kirlilik sorunu da yüksek ölüm ve her şeyden öte yüksek hastalanma oranının (nüfusun bir yılda hasta olduğu gün sayısı) sebeplerinden biri. Batı'da çevre örgütlerinin sıkı denetimiyle sorunun belli sınırlarda tutulması mümkün olabiliyor; gerçi yönetmeliklerin daha gevşek olduğu dönemlerde on yıllar boyu biriken ağır metallerle kirlenmiş nehirlerin ya da yatağına sanayi atıkları bırakılmış akarsuların sayısı da hiç az değil. Gelişmekte olan ülkelerde ise fabrikalardan gelen atıklar nehirlerin bir numaralı kirlilik kaynağı; ağır metaller, benzin başta olmak üzere petrol türevi kimyasallar bu kirlilikte başı çekiyor. En yoksul ülkelerde ise, akarsularda büyük miktarlarda plastik kalıntılar, esas olarak rüzgârın nereye taşıyacağına hiç bakılmadan sağa sola atılıp önce nehirlere oradan da denize sürüklenen ambalajlar birikiyor. Yeraltı sularının aşırı kullanımı da kirlilik yaratan bir başka unsur: Örneğin Hindistan'da yeraltı su tablasının altına inildiğinden, derin kayalarda bulunan doğal arsenik tehlikeli yoğunluklara ulaşacak şekilde kuyu sularına karışıyor. Başka bölgelerde ise aşırı miktarda çekilen tatlı suyun yerini dolduran deniz suyu yüzünden sular tuzlu hale geliyor. Her türden organik atık özellikle de hayvan çiftliklerinden çıkan atıklar yeraltına sızarak İspanya'da dahi suların kirlenmesine yol açıyor.

Denizlerin genel hali ise hayli endişe verici. Suyun sıcaklığındaki artış ve atmosferden emilen CO^2 son derece geniş mercan sahalarının yok olmasına, dikenli deniz canlılarının ve denizyıldızlarının kitlesel ölümlerine yol açıyor. Tarım ürünlerinde aşırı gübre kullanılmasına, bu artık besin maddelerinin nehirlere, dolayısıyla denize taşınmasına bağlı olarak suların ötrofikasyona uğramasıyla geniş çaplı alg oluşumları ortaya çıkıyor. Söz konusu algler insanlar için bile tehlikeli olabilecek kimi zehirli maddeler salgılarken, hiçbir şey olmasa sudaki oksijeni tüketip okyanusun iç kısımlarında ölü bölgeler yaratarak gerek balıkların gerek diğer deniz canlılarının kitlesel ölümüne neden oluyor. İspanya özelinde Mar Menor[11] kolunda yaşanan üzücü olay buna örnek gösterilebilir, fakat bütün dünyada çok daha kapsamlı olaylar yaşanıyor. Balıkçılık sektöründe ise aşırı bir sömürü söz konusu, yeterince denetim getirilmediği takdirde bugün ticareti yapılan pek çok deniz canlısı 2040'a kadar yok olma tehlikesiyle karşı karşıya. Denizin her yanı plastik dolu, bunların içinden en iri parçalar subtropik akıntılarla okyanuslarda birikirken, mikroplastikler hayvan planktonları aracılığıyla deniz besin zincirine dahil olarak uzun vadede, hormon bozukluklarına yol açan çeşitli etkileriyle birlikte insanların tabağına kadar giriyor. Ağır metaller yüzünden günümüzde çocukların ve hamilelerin ton balığı tüketmesi sakıncalı bulunurken balık nüfusunun azalması, balık atıklarının kötü idaresi, bazı ticari balık türlerinde yüzde yüz oranında *anisakis* (parazit solucan) görülmesine sebep oluyor. Trolle avlanma, deniz çayırlarına zarar vererek onlarca deniz türünün de yaşam alanını ortadan kaldırdı. Aynı şekilde aşırı avlama yüzünden türüne kıran giren kimi yırtıcı balıkların denizlerden eksilmesi denizanaları nüfusunda çoğalmaya yol açtı. Denizlerde yaşanan son derece ciddi sıkıntıların sadece birkaçı bunlar.

Karalara gelince tablonun daha iyi olduğu söylenemez. Avrupa'da vaktiyle fabrika tesislerinin olduğu bazı arazilerde toprak o denli kirli ki, etrafı çitle çevrilmiş, yakınına dahi yaklaşılması yasaklanmış bölgeler var. Dünyanın neredeyse her yerinde, on yıllar süren madencilik faaliyetlerinin ardından terk edilmiş durumda, son derece asitli zehirli

11 İspanya'nın güneyinde Murcia'ya bağlı bir lagün olan Mar Menor had safhada kullanılan gübrelerin –ağırlıklı olarak nitrat ve fosfatların– Cartagena'dan dökülen akarsularla taşınması sonucunda ağır ötrofikasyona maruz kalmış, suyun aşırı bulanık hale gelmesi sonucu canlıların %85'i ölmüştür – ç.n.

sıvıların olduğu ayrıştırma havuzları mevcut. Çin'in İç Moğolistan bölgesindeki Baotou Gölü o kadar kirlenmiş durumda ki buharlaşma etkisiyle havaya karışan zehirli miyasmaya maruz kalanlarda ciddi hastalıkların belirmesi son derece olası. Gana gibi bazı Batı Afrika ülkeleri tam anlamıyla birer elektronik atık çöplüğüne dönüştü; gencecik insanlar bileşenlerin arasındaki birkaç miligramlık gümüş ve altın parçalarını ayrıştırabilmek için atıkları yakıyor; bu işlem sırasında hastalıklara hatta çok genç yaşta ölümlere yol açan güçlü birtakım zehirli maddeler açığa çıkıyor. Bütün dünyadaki nükleer santrallerden sadece biri tamamen sökülerek radyoaktif atıkları bütünüyle ortadan kaldırıldı – gerçi yapılan işlem tesisin kalıntılarını başka bir yere nakletmekten ibaretti; buna karşın geri kalan istimlak edilmiş yüz nükleer santralin kalıntıları hâlâ kuruldukları yerde duruyor. Almanya'da yeraltında bulunan, Asse 2 nükleer tesis mezarlığından sulara ulaşan sızıntılar öyle boyutlara vardı ki, radyoaktif kalıntıların durduğu bölümlerin 2025'ten önce ciddi olarak güçlendirilmesi gerektiği, aksi halde kirliliğin yeraltı sularına kadar ulaşabileceği öngörülüyor. Bütün Batı dünyasında atıklar geri dönüştürülmek üzere ayrıştırılsa da, bu atıkların sadece %10-20'si bulundukları ülkede geri dönüştürülürken geri kalanlar başka ülkelere yollanıyor. 2018'e kadar bu kalıntıların adresi Çin'di. Ülke bu atıklardan sanayi üretimde yararlanıyordu fakat bazı plastikler çözünürken zehirli maddeler açığa çıkardığı için yıllarca biriken atıklar yüzünden korkunç bir çevre sorunu baş gösterince plastik ve teneke atık ithali sonunda tamamen yasaklandı; şimdiyse bunlar başka ülkelere yollanıyor.[12]

Had safhada pestisit kullanımı ekin yetiştirmek için olmazsa olmaz önemdeki tozlayıcıların, örneğin arıların nüfusunu azaltıyor. Buna mukabil genel olarak böcek nüfuslarında yaşanan azalma böcek yiyen kuşların da sayılarının azalmasını beraberinde getiriyor. Doğa artık yirmi otuz yıl öncesine kıyasla daha suskun. İşgalci türlerin yerli türlere ait yaşam alanlarını kaplamaya başlaması, ekosistemlerde bazen yıkımlara yol açabiliyor. Örneğin Asya yabanarısı Avrupa yabanarısının kovanlarını yok ediyor, bir tür kınkanatlı olan kırmızı palmiye böceği palmiyeleri

12 2021'de AB'nin en fazla katı atık gönderdiği ülke 14,7 milyon tonla Türkiye oldu. Avrupa Birliği istatistik kurumu Eurostat'ın verilerine göre, Türkiye'nin ardından ikinci sırada 2,4 milyon tonla Hindistan, üçüncü sırada ise 1,9 milyon tonla Mısır yer alıyor. Türkiye'ye plastik atık ithalatı ise 2004'ten bu yana 196 kat arttı – e.n.

mahvederken *Xylella fastitiosa* adlı bir bakteri, karşısında herhangi bir çare bulunamadan Akdeniz boyunca ilerleyerek zeytine, üzüme ve bademe musallat oluyor. İspanya'daki Tajo Nehri kuruduğundan Segura Kemeri'nde aktarma yapılması mümkün değil; Ebro Nehri'nin tortuları kâh barajlarda biriktiğinden kâh akarsuyun debisi yavaşladığından Ebro deltasına kadar inemiyor, bu da havzada çökmelere yol açıyor. İberya Yarımadası'nın güneydoğu kısmında çölleşme her geçen gün şiddetleniyor; yüksek sıcaklık değerleri, bozulan yağış düzeniyle toprağın geri beslenememesi, su kaynaklarının yanlış idaresi ve elbette bütün bu şartlarda iklim değişimine bağlı olarak yaşanan kötüleşme durumun başlıca sorumluları. Kuzey Kutbu'ndaki buzların erimesiyle atmosferdeki çevrimde değişiklikler olması, kâh Afrika sıcaklarının kâh kutup soğuklarının hâkim olduğu dönemlere yol açıyor; öyle ki yılın herhangi bir döneminde haftalara varan aşırı sıcaklar, nispeten beklenmedik aşırı soğuklar ya da tarım için had safhada zararlı olabilecek, tehlike yaratacak şiddetli yağışlar görülebiliyor.

Sit alanlarının giderek azalmasına, doğanın aşırı sömürülmesine ve kirliliğe bağlı olarak biyoçeşitlilik kaybında öyle bir aşamaya gelinmiş olabilir ki kimi araştırmacılar artık altıncı yok oluştan söz ediyor. Diğer türlerin bu şekilde kitlesel olarak neslini tüketme hakkına sahip olup olmadığımızı etik açıdan sorgulamak bir yana, biyoçeşitlilik kaybı yüzünden hastalıkların yayılması kolaylaşıyor; sonuçta doğanın çetin şartlara uyum sağlama becerisi köreliyor ve genel olarak bizzat bizi hayatta tutan ekosistem daha kırılgan hale geliyor. Aynı zamanda insan eliyle dışarıdan dayatılan bir seçilim yüzünden pestisitlerimize dayanıklı, yok edilmesi güç bazı zararlı otların sayısı artarken ekinlerin kökünü kurutan yeni yeni bitki hastalıkları peydahlanıyor. Tarım arazilerinin aşırı kullanımı, yapay gübreye haddinden fazla başvurulması toprağın bereketli katmanını aşınmaya uğratıyor; yirmi otuz yıla, kendiliğinden ürün verebilen bereketli toprak kalmayacak, besinleri elde etmek için bütünüyle yapay gübreye bağımlı hale geleceğiz – ki fosil yakıt kıtlığı yüzünden gübreye erişmek de güç olacak.

Yukarıda söz edilenlerin hepsi bugün maruz kaldığımız çevre sorunlarını, giriş babında özetleyen bir listeden ibaret.

Saydığımız bu sorunların her biri tek tek türümüzün gezegen üzerindeki devamlılığını tehdit eder nitelikteyken hepsinin birden gerçek-

leşmesi halinde insan yaşamına yönelik daha önce eşine rastlanmadık bir tehdidin ortaya çıkacağını belirtmemiz gerek. Bu etkilerin çoğunun sayısız hayvan ve bitki türü için de ciddi sonuçları olacak fakat burada esasen insan türünün devamlılığından söz ettiğimizi göz önünde bulunduralım. İnsanlığın gezegendeki canlı hayatını tümden yok edebilmesi son derece zor, bu açıdan denebilir ki esas tehlikede olan dünya değil bizim yaşam alanımız – esas mesele yeryüzünün, insan hayatının devam edebileceği bir yaşam alanı olmaktan çıkması... Kısacası esas tehlikede olan gezegen değil bizleriz. Yeryüzünü kurtarmak değil derdimiz, kendimizi kurtarmaya çalışıyoruz.

Bölüm 19

İklim Değerleri Neden Eski Haline Dönmeyecek?

Kuşkusuz yaşadığımız dönemin en önemli çevre sorunlarından biri küresel çapta herkesin bilincine varmaya başladığı iklim değişimi. Bu olgunun sıradışı bazı özellikleri var. En önemlisi gerçek anlamda küresel olması: Karbondioksit açığa çıkaran fosil yakıtların dünyanın neresinde yakıldığının bir önemi yok; zehirli olmayan kokusuz ve görünmez bu gaz bütün atmosfere hızla yayılır, bir molekülün dünyanın çevresini dolaşması birkaç gün alır, dolayısıyla da bütün gezegeni eşit biçimde etkiler. Yani istediğimiz kadar fabrikalarımızı, fabrikalarla birlikte kirliliği ülke sınırlarının dışına çıkaralım, fabrikaların bacalarından çıkan zehirli maddelerin çoğu Çin'de de kalsa CO^2'e bağlı etkilerini nerede olursak olalım hissediyoruz. Batı'da iklim değişimine bu kadar önem atfedilmesinin nedeni bu: Sadece ciddi bir sorun olmasından ötürü değil –ki öyle sahiden– bunu başka birine havale etmemize imkân yok, etkilerine hep beraber maruz kalacağız ve zaten kalıyoruz da.

Okurların sera etkisi yapan gazların yol açtığı sorunları bildiğini varsayıyorum; yine de eksik bırakmamak adına kısaca özetleyeceğim: Güneşten yeryüzüne muhtelif dalga boylarında elektromanyetik radyoaktif ışınlar ulaşır, enerjinin büyük bir kısmı gözümüzün görebildiği dalga

boylarında olduğundan *görünür spektrum* denen elektromanyetik tayfa dahildir. Atmosfer, enerjinin büyük bir kısmının görünür spektrumda geçmesine izin verir (saydam olduğu için güneşi, ayı ve yıldızları görebiliyoruz) ve ışınların sadece bir kısmı bulutlar tarafından engellenirken bir kısmı da toz, aerosoller, duman vs. tarafından dağıtılır. Güneşten gelen bu radyasyon dünyanın yüzeyine ulaşır ve emilir: Enerjinin korunumu yasası gereğince bu elektromanyetik enerji termal enerjiye dönüşür, yüzey ısınır. Söz konusu enerjinin bir kısmı hemen üstteki hava tabakasıyla temasa girerek onu ısıtır, ısınan hava yükselir ve rüzgârlar oluşur, termal enerjinin diğer kısmı yine uzaya doğru elektromanyetik enerji olarak iletilir, fakat yeniden ışıyan bu enerjinin dalga boyları güneşten gelenlerden farklıdır. Planck Yasası uyarınca ışımanın dalga boyları cismin ısısına göre belirlenir: Güneş 5.500 °C derece olduğundan elektromanyetik ışıması görülebilir spektruma tekabül ederken yeryüzünün yüzeyi 15 °C derece olduğundan ışıması çoğunlukla kızılötesi termal spektrumda meydana gelir ve bu ışıma ancak özel gece gözlüğüyle görülebilir. Burada sorun şu: Atmosfer görünür ışımaya karşı geçirgen olmasına rağmen bünyesinde ağırlıklı olarak bulunan gazlara ve bu gazların kızılötesi ışınları emme ve yeryüzü katmanına geri yollama becerisine bağlı olarak kızılötesi ışımaya o kadar geçirgen değildir. İşte *sera etkisi* adı verilen durum tam olarak budur: Atmosferde bulunan bazı gazların kızılötesi ışınları emme kapasitesine bağlı olarak yeryüzü kabuğundan yansıyan enerjinin bir kısmı atmosferde tutulur, bu da gezegenin ısısında artışa yol açar.

Esasında sera gazı etkisi gezegenimiz için olumludur. Dünyanın atmosferinde doğallığında sera gazı etkisi yapan gazlardan hatırı sayılır miktarda bulunmasaydı (bunların en önemlisi de su buharıdır) gezegenin sıcaklığı şu ankinden otuz derece daha düşük, yani -15 °C olurdu. Dolayısıyla esas sorun sera gazlarının varlığı değil miktarlarındaki artıştır. Söz konusu gazların yoğunluğu arttıkça tutulan enerji miktarı, netice olarak da sıcaklık aynı oranda artar. Yine de *küresel ısınmadan* söz etmek biraz kafa karıştırıcı olabilir, çünkü yeryüzünün tamamı aynı sıcaklığa sahip değil; ayrıca herhangi bir yerin sıcaklığı yılın hangi döneminde olduğumuza bağlı olarak da değişir. Bu yüzden en doğrusu nispeten daha geniş ölçekli alanlardaki ortalama sıcaklıklara yani *iklim değişkenleri* olarak bilinen verilere odaklanmaktır. Aynı şekilde, bütün enerji eninde sonunda termal enerji olarak dağılacak olsa da (tekrar

tekrar termodinamiğin birinci yasası) bu enerji artışının yeryüzünün her yerine muhakkak homojen biçimde dağılması için bir sebep yoktur. Hal böyle olunca bazı yerler diğerlerine göre daha fazla ısınırken kimi küçük bölgelerde dönemsel soğumalar yaşanır. Kesin olansa şudur: İklim sistemi enerji biriktirmekte, bu durum da gezegenin iklimini değiştirerek onu daha haşin, şiddetli ve ölçüsüz hale getirmektedir.

Uzun dönemler boyunca yeryüzü radyoaktif açıdan dengedeydi. Güneşten belli miktarda enerji geliyordu: Bir kısmı doğruca geri yansırken diğer kısmı yerkabuğunu ısıtıyordu; yerkabuğu kızılötesi ışının bir miktarını emerken yine bir kısmı uzayda kayboluyor, diğer kısmı yeniden yerkabuğuna yansıyor, yerkabuğu biraz daha ısınıyor ve kızılötesi ışınları yansıtıyor, ışınların bir kısmı uzayı geçiyor diğer kısmı yansıyor, dengeye ulaşana kadar bu böylece devam ediyordu. Sera gazı etkisi yapan gazlar belli bir yoğunluğa sahipse, yeryüzü tabakasından kaçan kızılötesi enerjiyle yeryüzünün güneşten emdiği ışıma enerjisi arasında dengenin sağlandığı bir ısıya ulaşılır. Bu aşamadan sonra dünya ne ısınır ne soğur. Bu denge noktasına ulaşılması birkaç yüz yıl sürer; işte insanlık büyük ölçeklerde fosil yakıtları kullanmaya başlamadan evvel dünya dengedeydi. Oysa artık öyle değil: Bütün yakıtları kullanmaya bir çırpıda son versek dahi sıcaklıklar bir ya da iki yüz yıl daha artmayı sürdürecek ta ki güneşten bize ulaşan enerjiyle bizden uzaya yansıyan enerji arasındaki denge yeniden kurulana kadar. Ayrıca yeryüzünün, doğal süreçlerle sıcaklıkların düşmesini sağlayacak miktarda CO^2 emebilmesi için de herhalde bin yıl geçmesi gerek – elbette söz konusu doğal döngüleri bozmadığımızı ve hâlâ işlemeye devam ettiklerini varsayarsak. Gelgelelim, dünyanın ısınmasında kritik eşiği geçmiş olabiliriz; bitkilerin doğal döngüleri aracılığıyla yeryüzünün CO^2 emmesini beklerken, bilakis binlerce yıldır donmuş tundra topraklarında ya da kimi sığ denizlerin diplerinde birikmiş, daha çok sera gazı etkisi yapabilecek gazlar (ağırlıklı olarak metan) da pekâlâ salınabilir. Bu durum gerçekleşirse sera gazı etkisi mevcut karbondioksit yoğunluğunun üç katına ulaşacak, felaketler getiren, zincirlerinden boşanmış bir ısınmayı beraberinde getirecektir.

Kimileri atmosferdeki bugünkü karbondioksit yoğunluğunun eski jeolojik dönemlerde (örneğin yaklaşık elli milyon yıl önce senozoik dönemin başlarında) daha yüksek olduğunu söylüyor; şimdiki kar-

bondioksit yoğunluğundan kat kat fazla değerlerde bile canlı hayatının devam edebileceğine getirmeye çalışıyorlar lafı. Bunun doğru olduğunu kabul etsek bile, esas konumuz bu değil: Her şey bir yana elli milyon yıl önce dünyada insan yoktu. Ayrıca kıtaların dağılımı ve güneşin etkinliği farklıydı; bunların hepsi de iklimi belirleyen öğeler. Kesin olan şu ki, karbondioksitin yoğunluğundaki artış insan uygarlığını tehdit edecek hatta türümüzün yok oluşuna sebep olacak seviyeye geldi; yoksa bu iklim dinozorların hayatta kalması için son derece elverişli olabilir.

Başlattığımız bu süreç pekâlâ sonumuzu getirebilir, üstelik bu süreçte kısmen geri dönüşü olan noktayı çoktan geçtik: Gelinen aşamada önümüzdeki yüz hatta binlerce yıl boyunca devam edecek iklim değişimini durdurmamız artık imkânsız. Tek yapabileceğimiz daha kötüye gitmesine engel olmak ve bu gerçeğe uyum sağlamak. Sonuncu buz devrinden bugüne dek yaşadığımız jeolojik dönem, sınırları son derece iyi çizilmiş mevsimlerle, yıllık öngörülebilir, belli bir düzene sahip yağış döngüleriyle insanlık için olabilecek en elverişli yaşam koşullarını sunan Holosen çağı olarak bilinmektedir. Holosen'deki düzenlilik sayesinde tarım ortaya çıkmış (neolitik devrim), yazı bulunmuş, insanlığın ilk uygarlıkları doğmuş ve insanlar gezegenin dört bir yayına yayılmıştır. Çok eski bir tarih gibi görünse de bu sürecin tamamı jeolojik açıdan göz açıp kapayıncaya kadar geçen bir zaman dilimine tekabül ediyor: Holosen'in başlangıcından bu yana on bin yıldan daha az zaman geçti. Ondan önceki tek tük insan toplulukları henüz yazıyı kullanmayan avcı-toplayıcı topluluklardı. Sonuncu buz devrini bitiren iklim koşullarındaki köklü değişimle birlikte insanlık tarihi de başladı: Aslında bütün tarihimiz söz konusu jeolojik çağ Holosen'den ibaret. Bu kesinlikle bir tesadüf değil: Tarım olmadan insanlık bugünkü gibi gelişemezdi. Fakat artık gezegenin iklim dengesini bozduk, Holosen'in kurtarıcı düzenliliğini mahvettik ve *Antroposen* adıyla bilinen yeni bir çağa giriş yaptık. Uzun kuraklık dönemlerini takip eden su baskınlarının yaşanacağı, gıda yetiştirmenin giderek zorlaşacağı başka bir jeolojik çağ bu. Holosen insanlığın serpilmesine nasıl olanak tanıdıysa Antroposen de sonunu getirebilir.

Bazı siyasetçiler jeomühendislik mucizeleri sayesinde süregiden bu sürecin ilerlemesini durdurabileceğimize inanıyorlar. Bu kesinlikle gerçekçi değil. Sera gazı etkisi yapan gazları atmosfere öyle büyük miktarlarda salıyoruz ki yürürlüğe konulması düşünülen herhangi bir

jeomühendislik projesi bu durum karşısında gülünç kalır. Üstüne üstük sadece CO^2 salımı her yıl takriben otuz altı milyar ton daha da artıyor. Büyük ölçeklerde işlem yapabilmek için muazzam miktarlarda enerji ve malzeme sarf etmek gerekir, üstelik tam da bu malzemelerde kıtlık çekmeye başladığımız sırada... Yol açacağımız ilave CO^2 salımlarını saymıyorum bile... Özetle jeomühendislik, Amazonlar'daki bir yangını bir litre benzin dökerek söndürme çabasına benzetilebilir: Uğraşmaya çalıştığımız sorunun büyüklüğüne kıyasla yapacağımız müdahale hem gülünç biçimde küçük kalacak hem de faydadan çok zarar getirecektir.

Öyle ya da böyle yüksek idari mercilerde meselenin ciddiyeti gayet iyi idrak ediliyor. Avrupa Komisyonu çevresinde yirmi yıldan uzun süredir iklim değişikliğine karşı verilmesi gereken mücadele konuşuluyor. On yıldır da anahtar kelime "sınırlandırma" oldu: Artık kendi seyrinde ilerlemekte olan iklim değişikliğine karşı durmaya çalışmak gibi imkânsız bir işe kalkışmak yerine en azından etkilerini hafifletmenin yolları arıyoruz. Bugün konuşulansa "uyum sağlama": Ona engel olamayacak, etkilerine geniş çapta maruz kalacağız. Bu yüzden, yapmamız gereken yaşanacaklara hazırlıklı olmak, etkilerinin insanlığa en az zararı vermesi için gerekli değişiklikleri gerçekleştirmek.

İşte yaşamak zorunda kalacağımız, çocuklarımızın hayatına eşlik edecek gerçeklik bu. İklim koşulları yüzyıllar boyunca bir daha dengeye oturmayacak, üstelik değişim süreci henüz durmuş da değil. Yaşam şartları çoğunluk açısından bugüne kıyasla daha da zorlaşacak hele de şu an bol bulunan bazı kaynaklardan yoksun olacağımız düşünülürse... Tek yapabileceğimiz bu sorunu daha fazla ağırlaştırmamak. Fakat bu denli kritik bir eşikte bulunduğumuz halde cidden isabetli tek bir adım atılmıyor. Siyasi liderlerimiz insanlık tarihi boyunca karşılarına çıkan sorunların arasındaki en tehlikeli soruna gerekli tepkiyi vermekten acizler. Peki neden?

Bölüm 20

Neden Bu Krizden Asla Kurtulamayacağız?

Bu kitap boyunca gördüğümüz üzere, günümüzde dünyada tüketilen toplam birincil enerjinin %86'sını oluşturan fosil yakıtların üretiminde geri dönüşü olmayan bir azalma sürecine girildi. On yıllar öncesinden öngörülmüş, jeolojinin ve fiziğin kanunlarına riayet eden bir süreç bu. Fosil yakıtların üretiminin önümüzdeki yirmi otuz yılda giderek yükselen oranlarda azalmasına engel olamayacağız. Değiştirebileceğimiz tek şey, işleri daha kötüleştirirsek bu düşüşü gerekenden daha hızlı bir seyre sokmak olacaktır. Örneğin elimizin altındaki kaynakları sahte birtakım çözümlere yatırmak ya da son kalan kaynakların kontrolü uğruna kısır bazı savaşlara girişmek gibi...

Yenilenebilir enerji kaynakları son derece yüksek enerji üretebilecek potansiyele sahip olsa da günümüzde tüketilen toplam enerjinin sadece küçük bir oranını karşılayabilecek durumdalar. Ayrıca, yenilenebilir kaynaklara geçiş normalde on yıllara yayılacağı için, bu kaynakların geniş çapta kullanımını şu anda gündeme almak için yeterli zamanımız yok. Üstelik bu nitelikte bir geçiş için elimizin altında çeşitli minerallerden muazzam miktarlarda bulunması gerekiyor – oysa lityum ya da bakır gibi bu türde kaynaklardan bazılarının çok yakında kıtlığını çekeceğiz.

Bunlar yetmezmiş gibi, insanlığın aynı zamanda büyük çevresel sıkıntılarla yüz yüze kaldığı bir dönemden söz ediyoruz ve belirtilen zorlukların içinde iklim değişikliği küresel boyutuyla öne çıkıyor. Bütün bu sıkıntılarla baş edebilmek için elle tutulur mühendislik hamleleri gerekiyor, hem de kaynakların son derece kısıtlı olduğu koşullarda. Tam da çevresel felaketlerin (elbette dur durak bilmeyen enerji ve malzeme kullanımımızın yol açtığı felaketler) açtığı yaraları onarmak için enerji ve malzemeye en çok ihtiyaç duyacağımız sırada, bunlarda kıtlık yaşayacağız.

Önümüzdeki süreçte bizi bekleyen, fırtına gibi kasıp kavuracak bir gerçek var: O da bu kitabın başında belirttiğimiz *petrokıyamet*. Buraya nasıl geldik? Bütün bu krizler neden eşzamanlı gerçekleşiyor? Nasıl oluyor da bir karşılık üretebilmekten aciz olabiliyoruz?

Bütün bu soruların binlerce kez dile getirilmiş son derece basit tek bir yanıtı var: *Kapitalizm* yüzünden. Ya da daha kesin bir dille söylersek şu an var olan, kapitalizmin doğasındaki ekonomik büyüme zorunluluğu yüzünden.

Kapitalizmin neden esas olarak ekonomik büyümeye dayandığı tartışması teorik olarak başlı başına bir kitap konusu. Aslında kapitalizmin ne olup olmadığı da aynı şekilde. Dolayısıyla bu tartışmayı basitleştireceğim; bu kitabın özellikle de şu anki bölümüyle hemfikir olmayacak, bu yüzden metni eleştirecek pek çok insan olacağını biliyorum. Onlardan ricam ellerini vicdanlarına koyarak, bu son bölümleri yok sayıp öncekilere yoğunlaşmaları; günün birinde belki burada açıklanan mantığı da anlayabilirler.

Kapitalizm genellikle *özel mülkiyet* ve *serbest pazar* kavramlarıyla ilişkilendirilir. Kapitalizmin bu iki ana dayanaktan kaynağını aldığı doğru olmaya doğrudur, öte yandan bunlar onu tanımlayan özellikleri değildir. Aslında kapitalizmden önce de özel mülkiyet ve serbest pazar ekonomisini temel alan ekonomik sistemler vardı. Aslına bakılırsa, günümüzde kapitalizmin tanımlayıcı özelliği *şirket mülkiyeti* ve *denetimli pazar*dır. O halde kapitalizmin esas özü ne olabilir?

Kapitalist sistemi tanımlayan başlıca özellik sermayenin ücret almaya hakkı olduğu fikridir, bu ücret, yatırılan sermayenin boyutuna denk düşmelidir; deyim yerindeyse belli bir yüzdeyle ölçülmelidir. Yani kapitalizmin doğasında olan, onu tanımlayan fikir, ortaya bir para yatı-

rılması, karşılığında bu paranın ilaveten faiziyle birlikte geri alınmasıdır. Büyüme zorunluluğunu yaratan da işte söz konusu *bileşik faizdir*.

21. yüzyılın başlarındaki kapitalizmde, para, olduğu yerde atıl beklemez. Büyük şirketler dış finansmanla çalışır çünkü parayı elde atıl tutmak verimsizdir. Dolayısıyla kaynaklarını farklı farklı faaliyetlere yatırırlar: Paranın bir kısmını kendi faaliyetlerine, bir kısmını başkalarının faaliyetlerine harcar, daha fazlasına ihtiyaç duyduklarında da bankadan borç alırlar. Günümüzde belli büyüklükte bir şirketin kendi kazancından yaptığı tasarrufla herhangi bir yatırıma girişmesi düşünülecek şey değil. Yapılacak şey daima bankalardan borç almaktır. Bu yüzden üretim faaliyeti tepeden tırnağa finans kuruluşlarının dayattığı kurallara tabi durumda. Kapitalizme özgü bu işleyiş düzeninde, mali kaynağı sağlayan sermayenin alacağı ücret de daima güvence altına alınır. Neticede dünyanın birikmiş toplam sermayesi ister büyük servetleri sermaye haline getiren *yatırım fonları* aracılığıyla olsun ister küçük tasarruf sahiplerinden para toplayan *emeklilik fonları* aracılığıyla olsun, finans döngüsünde fiilen hareket halindedir. Bu sermayenin de kâr üretmesi, bir faiz elde etmesi gerekir. Dolayısıyla tekrar tekrar yatırımda kullanılan sermayenin kazanç sağlayacağı beklentisi hâkimdir ve büyüme ihtiyacının kaynağını da bu oluşturur.

Üstelik de bunun hiç de yavaş bir büyüme olmadığını belirtmeli: GSYH'de yıllık %2,7 artış bize son derece ılımlı bir büyüme oranı gibi gelse de somut olarak GSYH'nin her yirmi beş yılda bir ikiye katlanmasına tekabül eder. Bu demektir ki her elli yılda dört katına veya yüz yılda on altı katına çıkacaktır. 21. yüzyılın başlarında İspanya'nın GSYH'si yıllık 1 milyar avrodan biraz fazlaydı. Bundan yüz yıl sonra, 22. yüzyılın başlarında, GSYH, şu an ABD'nin GSYH'sinin %80'ine denk bir değere yükseldiğinde ülkemizin ne halde olacağını gözümüzde canlandırabilir miyiz? Yani hizmetler ve varlıklarda şu ankinin on altı katı bir üretime ulaşıldığı koşullarda... GSYH'nin hesaplanmasında kullanılan varlıklar ve hizmetlerin ekonomik değerindeki bu artış nasıl sağlanacak? Bütün varlıklar ve hizmetler on altı katına mı ulaşılacak? On altı kat daha fazla telefon ve araba mı satacağız? Ya da ağırladığımız turist sayısı on altı katına mı çıkacak? Durumun saçmalığını gören klasik iktisatçılar buna olumsuz yanıt vererek kilit önem taşıyan hususun en fazla katma değer içeren ürün ve faaliyetlere yoğunlaşmak olduğunu söyleyecektir, oysa

üretim faaliyeti ağırlıklı olarak insanların gerçek ihtiyaçlarına yönelik devam eder. Ayrıca verimden söz ederken belirttiğimiz gibi büyük katma değer demek kaçınılmaz olarak fiilen daha fazla enerji ve malzeme tüketimi demektir ki yarattığı etki bakımından bu, en temel malların tüketimini on altı katına çıkarmaktan farksız olacaktır. İktisatçılar bu gerçeğin yüzlerine vurulmasından pek hazzetmeseler de GSYH'de artışa yol açan en önemli etkenlerden biri de nüfus artışıdır çünkü her birey, karşılanması gereken bütün ihtiyaçlarıyla yeni bir tüketim birimi anlamına gelir. Dünyanın nüfusu geçtiğimiz yüzyılın ortalarından itibaren kontrolsüzce arttı, bu durum ekonominin işine geliyordu. Bunu biraz daha açalım: İspanya'nın şu anki nüfusunun kırk altı milyon olduğunu düşünürsek, 22. yüzyılda yedi yüz elli milyon sakiniyle torunlarımızın nasıl bir İspanya göreceğini hayal edebiliyor musunuz? Üstelik de bu büyüme mantıksızlığı herhangi bir biçimde dur durak tanımıyor: Bir sonraki yüzyıla geldiğimizde İspanya'nın nüfusu bu kez güya bir milyar iki yüz milyon yani bugünkü dünya nüfusunun altıda birine eşit olacak; bir yüz yıl sonraysa on dokuz milyar iki yüz milyon kişiye, şu anki dünya nüfusunun iki katına ulaşacak...

Bileşik faiz olgusunun şeytani büyüsü bu: Miktarlar büyüyor, üstelik de tarihin penceresinden bakılırsa baş döndürücü bir hızla... Ama işte bileşik faiz kapitalizmin temeli. Yeterince yüksek olmayan bir faizle (ekolojist iktisatçılar buna *sermayenin yenilenme oranı ya da kazanç oranı* adını veriyor) kapitalizm artık var olamazdı. Başka bir şeye evrilirdi ama adı kapitalizm olmazdı. Yeterli oranda kazanç getirmediği koşullarda ise, bizimki gibi büyüme odaklı bir sistemde bunun anlamı resesyon, ekonomik faaliyetlerin zarar görmesi ve işsizlik olur.

Kimileri GSYH'nin referans göstergesi olmaktan çıkarılmasını savunuyor ve asıl olarak *insani gelişim göstergelerine* odaklanılması gerektiğini belirtiyor. Esasında kapitalizmi terk etmediğimiz sürece bu da mantıksız. GSYH'ye özellikle dikkat edilmesinin nedeni, sermaye açısından bunun, bir ülkedeki ortalama yatırım getirisinin bir göstergesi olmasıdır. Devlet GSYH'yi tespit etmeyecek olsaydı bile bu alanda uzman özel danışman şirketleri onun yerine bu işi yapardı çünkü sermayenin, yatırımlarını yönlendirebilmek için bu bilgiye ihtiyacı var. Ayrıca yine bu yüzden esas önemli olan GSYH'nin mutlak değeri değil, *değişim yüzdesi*, sermayeye verimi hakkında fikir verebilecek

olan bu oran çünkü. İspanya'nın bir milyar avroluk bir GSYH'si var ve bu büyük bir değer. Bununla yetinemez miyiz? Bu değer artmaya devam etmezse işler neden kötüye gider? Çünkü kapitalizm büyüme olgusuna, sermaye de kazanç elde etmeye ihtiyaç duyar ve ikisi de ne kadar büyük olursa olsun bunları durağan bir ekonomide elde edemez. Büyümeyen bir ekonomide yatırılan sermayenin geri dönüşü sıfır olur, para kazanılmaz.

Gelgelelim şu an mecburi olarak enerji tedarikinde düşüşün yaşandığı şartlarla karşı karşıyayız. Elimizin altındaki enerji miktarı her geçen yıl giderek azalacak. Petrole uyarladığımız giderek azalan "enerji geliri" benzetmesini anımsayalım: Aslında her geçen yıl elimize daha az gelir *geçecek* ve azalan bu enerji geliriyle ay sonunu getirmemiz gerekecek. Dolayısıyla ekonomik etkinliğimiz de metazori küçülecek çünkü şu an yürüttüğümüz faaliyetlerin hepsine yetecek kadar kullanılabilir enerji ya da malzeme bulunamayacağından, bunları aynı şekilde devam ettirmemiz mümkün olmayacak. Her yıl giderek kötüleşecek: Her geçen yıl sadece en önemli faaliyetlere odaklanıp bir iki kalemden daha vazgeçmemiz gerekecek. Üstüne üstlük kendi elimizle yarattığımız, mücadele etmek için zamanımızın giderek daraldığı çevresel sorunlara karşı savaşırken de kısıtlı kaynaklarımızı daha çok seferber ederek...

Bahsettiğimiz bu koşullarda ekonomik büyüme sağlamak imkânsızdır. Aksine, yaşanacak olan bir *ekonomik daralma* sürecidir. Elbette bu durum dünyanın her tarafında ne istikrarlı ne de tıpa tıp aynı biçimde yaşanacak. Hatta bazı bölgelerin ağır ekonomik krize girmesi pahasına diğer bölgelerde geçici düzelme dönemleri bile görülebilir. Her halükârda salt enerji kaynakları bakımından değil ekonomik olarak da düşüş dönemine girdik, bu öyle büyük çapta yaşanacak ki, bugün anladığımız manadaki kapitalizmin de sonunu getirecek. Bu kriz asla sona ermeyecek.

Burada söz edilen konuyla ilgili birilerinin hatalı fikirlere kapılmasını engellemek adına kapitalizmin başındaki bu dertten komünizmin de mustarip olduğunu söylemekte yarar görüyorum; en azından 20. yüzyılda dünyada icra edilen ve anladığımız manadaki komünizmin de... Öyle ya, bizim bildiğimiz komünist sistemler özünde devletin, bütün üretim araçlarının ve kârın sahibi olduğu, devlet kapitalizminin hâkim olduğu sistemlerdi. Diğer açılardan da işleyiş tarzı kapitalizmle

benzerlik gösteriyordu; aslında geçtiğimiz yüzyılın ortalarındaki ideolojik çatışmaların akabinde, 20. yüzyılın son on yılından yani Soğuk Savaş'ın sona ermesinden itibaren kapitalizm ile komünizmin (belki de *şirket kapitalizmi ve devletçi kapitalizm* denmesi daha doğru) arası gayet iyiydi: Kapitalist dünyada tüketilen ürünlerin muazzam miktarını imal eden komünist ülke örneği Çin karşımızda duruyor... Komünizm de kapitalizm gibi dünyanın doğal kaynaklarını çıkarmayı temel alan *ekstraktivist* bir sistemdir. Dolayısıyla petrol zirvesi ve diğer enerji kaynaklarının zirvesine gelinmiş olması –ya da özetle, bahsettiğimiz petrokıyamet– kapitalizm açısından ne tür bir tehlike arz ediyorsa aynısı komünizm için de geçerli.

Son yıllarda kapitalizmle gezegenin biyofiziksel sınırları arasında adeta karşılıklı bir "müzakere" yürütüldüğüne tanık oluyoruz. Bir tarafta herkesçe ayan beyan görülen çevre krizi, özellikle de iklim değişimi gibi sorunlar var. Diğer taraftaysa gizlenen ya da küçümsenen fakat bizatihi sisteme sert sınırlamalar dayatan kaynaklar krizi gibi sorunlar var. Gelgelelim bir türlü kaynak krizini konuşmaya sıra gelmiyor çünkü bunu konuşmaya başladık mı neticesinde küçülmeyi de kabullenmemiz gerekecek, insanlar bundan haberdar olursa kendilerinden istenen fedakârlıkları kabullenmeyecek ve bu yükün daha adil dağıtılmasını talep edecek. Dolayısıyla şu an için kaynaklar konusu kamuoyundan gizlenmeye çalışılarak, sadece hep birlikte sorumluluk alınması gereken çevre sorunlarına karşı mücadeleyle meselenin üstü örtülmeye uğraşılıyor.

Örneğin kaliteli ham petrol kıtlığına bağlı olarak mazot üretimi şimdiden düşmeye başladı. Bu beklenen bir şeydi: Daha basit bir hidrokarbon olan benzini üretmek daha karmaşık bir yakıt olan mazota nazaran daha kolaydır. Dolayısıyla mazot üretimindeki düşüş hem petroldeki hem de özellikle benzindeki düşüşten önce fark edildi. 2015'ten beri dünya genelinde mazot üretimi zaten hafif bir gerileme yaşıyordu, 2019 sonlarında %5 oranında azaldı, 2007'den beriyse bütün diğer dizel yakıtlarda azalma var ve bu azalma oranı çoktan %30'lara ulaştı. Bu yüzden hem mazotun kullanımlarına alternatif çözümler bulmak hem de bir an önce tüketimini azaltmak için önlemler alınması gerek; elbette bu mümkün olabilirse çünkü bu düşüş önümüzdeki yıllarda hız kazanacak. Esas sorun dünyadaki nakliyat sisteminin kamyonlar-

da, kamyonetlerde mazota bağımlı olması ve bütün ağır makinelerin de mazotla çalışması. Söylediğimiz gibi mazot uygarlığımızın gerçek anlamda kanı sayılır.

Sokaklara çıkıp gerçek sorunun ne olduğunu açıklayabiliriz. Konuyu bir kez tartışmaya açabilsek, mecburen bir küçülme çerçevesi benimsememiz gerektiği sonucuna ulaşabilirdik. Böylece büyüme ihtiyacı olmadan da refah ve istihdam yaratabilecek yeni bir toplumu nasıl kurabileceğimizi konuşmaya sıra gelebilirdi.

Gelgelelim bu, ekonominin egemen güçleri açısından kabul edilir bir durum değil. O yüzden farklı bir strateji tercih ediliyor.

Örneğin mazotlu araçların çevreyi çok kirlettiğinden, sağlığa zararlı, hastalık yapan pek çok parçacık ve gaz açığa çıkardıklarından bahsedilmeye başlandı. Bu doğru, fakat yeni bir bilgi değil; kırk yıldan uzun süredir zaten biliniyor. Ayrıca günümüzde üretilen arabaların motorları kırk yıl öncekilere kıyasla çevreyi çok daha az kirletiyor. Söz konusu kirlilik aracın ağırlığıyla orantılı olarak özellikle de tır kamyonlarında kat kat artıyor: İspanya'da kamyon ve kamyonetlerden kaynaklanan zararlı gaz salımı mazotlu araçların salımından beş kat zararlı. Kimse bu araçların yerine başka bir şey koymaktan söz etmiyor elbette, çünkü bu konunun dokunulmazlığı var. Asıl sorunun mazot kıtlığı olduğunu itiraf etmemek için neresinden tutsak elimizde kalan çevre konusunun ardına sığınılıyor. İyi güzel de ne için, beş yıl daha zaman kazanmak uğruna mı? Maalesef kapitalizm kısa vadecidir, bu süre zarfında sihirli bir alternatif tekniğin bulunarak yakın geleceğin kurtarılacağı umuduyla beş yılla yetinebilir.

On yıl önce gündeme getirilmeye çalışılan ve *green new deal* adıyla geçmişten devşirilip günümüze uyarlanan *yeşil kapitalizm* girişiminde de benzer bir durum söz konusu. Bu girişim, sosyoekonomik yapıda ya da üretim sürecinin diğer kısımlarında herhangi değişiklik yapmadan sadece halihazırdaki fosil yakıt tüketiminin yerine yenilenebilir enerjileri koymayı hedefliyor. Pek çok kez tekrarlanmış, birden fazla çevreci birliğin kendi fikri gibi gösterdiği hatta ana tezleri olarak savunduğu bir fikir bu. Fakat daha önceki bölümlerde açıklandığı üzere, elektrik üretimine yönelik yenilenebilir enerji kaynakları fosil yakıtların yerini herhangi bir şekilde dolduramayacağı gibi hiçbir köklü soruna çözüm de olamaz çünkü esas açmaz büyümenin doğasında var

olan yapısal sürdürülemezliktir. Buna rağmen, asgari düzeyde de olsa olumlu adımlar atılması adına yenilenebilir tesislerin desteklenmesi ya da elektrikli arabaları şarj etmek için dolum noktaları kurulması gerektiğini iyi niyetle savunan pek çok çevreci var. Oysa bu önlemler gerçek sorunlarımıza merhem olmayacağı gibi kaynakların giderek kıt hale geldiği koşullarda boşu boşuna israfa bile yol açabilir. İspanya'da, 108 GW'lık enerji kuvvetiyle doygunluğa gelinmiş olunmasına rağmen daha büyük bir elektrik üretim tesisi kurmaya gerek var mı? Aslında mevcut nükleer santrallerin hiç sorunsuz pekâlâ tümden kapatılması mümkün. Elektrikli araç kullanımının avantajlarından ağırlıklı olarak yüksek gelir grubuna mensup kişiler faydalanacaksa yerel kuruluşlara ve girişimlere bu araçlara yönelik ödenek ayırmak ne kadar doğru bir yaklaşım? Bu yolla mevcut yapısal sorunlarımızı herhangi bir biçimde çözebilecek miyiz ya da bu adımlar enerji üretiminin düşüşü ve çevre krizi karşısında bize herhangi bir destek sağlayacak mı?

Kabullenelim artık: Müzakereyle çözülecek bir şey yok. Kapitalizmin sınırları dahilinde yapılacak bir şey yok. Bu sistemi terk etmediğimiz sürece kriz asla sona ermeyecek.

Bölüm 21

Covid-19 Krizi Neden Düşüşümüzü Hızlandırdı?

Bu kitabın çıkmasına haftalar kala beklenmedik bir olay hayatlarımızı sonsuza dek değiştirdi: COVID-19 salgını patlak verdi. Aslında "hiç beklenmedik" yazacaktım ama bu doğru olmazdı: Yıllardır A gribinden MERS'e, sonra SARS'a ve ara ara patlak veren ebola salgınlarına varana dek toplumumuzda ve ekonomilerimizde büyük bir etkiye yol açacak küresel bir salgının kıyısında gezip duruyorduk. Uzmanlar yaptıkları uyarılarda son derece bulaşıcı yeni bir virüsün ortaya çıkmasının, sayısız taşıyıcı aracılığıyla bulaşıp hiç fark edilmeden dünyayı kasıp kavuran bir krize yol açmasının an meselesi olduğunu tekrarlayıp duruyordu; nitekim 2020'de başımıza geldi bu.

COVID-19 yeni bir hastalık olduğundan, sağlık alanında yarattığı krizin önümüzdeki yıllarda ne yönde seyredeceğini bilmemiz zor. Muhtelif alevlenme dönemleri olacaktır, ama muhtemelen bir sonrakine bu denli hazırlıksız yakalanmayacağız, yayılmasını da ilk andan itibaren kontrol altına alma şansımız var. Şurası kesin ki salgının yayılmasını engellemek için alınan sert önlemler daha önce barış zamanlarında eşine rastlanmadık ekonomik hasarlara yol açtı; başlıca Batı ülkelerinde GSYH'nin gerilemesine dair ilk tahminler II. Dünya Savaşı'ndan

beri görülmeyen değerlerde. Haftalar süren zorunlu kapanma ve asli olmayan faaliyetlerin durdurulması her türden mal ve hizmete yönelik talebin aniden tepetaklak düşmesine sebep oldu ve durumun geçici olmadığını düşündüren pek çok işaret var.

Bu satırları yazdığım (Mayıs, 2020) sırada henüz ekonomik faaliyetlerin tekrar nasıl canlandırılabileceğine dair büyük bir belirsizlik hâkim; görünen o ki 2020 yılı pek çok sektör açısından kayıp yıl olacak. Dünya genelinde turizm ciddi olarak etkilenecek: Birincisi hareket sınırlamaları, ikincisi ekonomik durgunluk sebebiyle pek çok aile tasarrufa yönelecek. Kimsenin tatile ayıracak parası olmayacak; üçüncüsü ise çoğu insan yabancı bir ülkede hastalık kapıp hastaneye yatma tehlikesini göze alamadığından seyahate çıkmamayı yeğleyecek. Aylarca sürecek olan kalabalıktan kaçınma zorunluluğu genel anlamda ticareti ve (spor faaliyetleri, kültürel etkinlikler, sinema, tiyatro, kongreler, fuarlar vs.) pek çok etkinliği azaltacak öyle ki sonunda bu faaliyetlerin çoğundan vazgeçilecek. Her türden malzemenin tüketimi sadece 2020 değil 2021 boyunca hatta daha uzun süre elle tutulur biçimde düşecek; buna bağlı olarak da üretimi besleyen hammadde ve enerjiye yönelik talepte de belirgin azalma yaşanacak.

Petrol konusuna odaklanırsak, Uluslararası Enerji Ajansı'na göre dünyanın günlük petrol talebi, bir önceki yılın aynı ayına kıyasla günlük yirmi sekiz milyon varil, takriben %30 oranında azaldı. Bunun tam olarak neye denk düştüğünü kafamızda daha iyi canlandırabilmemiz için şöyle söyleyelim: 2008'deki en korkunç ekonomik kriz ortamında bile petrol talebi %4 azalmıştı. Talepteki bu daralma ister istemez varil başına fiyatlarda da ani düşüşe neden oldu: 2020'nin başlarında elli dolar civarına çıkmışken yirmi dolara geriledi, hatta yerine göre daha da düştü: Hatta ABD'de bazı vadeli kontratlar (belli bir zaman diliminde önceden belirlenmiş bir fiyatla satın alma sözleşmeleri) eksi fiyatlarla satıldı. Bahsedilen sözleşmelerin süresi dolmak üzereydi ve petrol istifleyen spekülatörler depolayacak yerleri olmadığından bu fazla petrolü ellerinden çıkarmak için ne lazımsa yaparak esas dağıtımcıları kaybetmemek uğruna üstüne para vererek sattılar. En kötüsü de petrol talebinin aylarca yine düşük düzeyde kalacak olması...

Yakın gelecekte petrolde yaşayacağımız kıtlığı, petrol tüketiminin yol açtığı çevresel tahribatı uzun uzadıya açıklayıp sonra da petrol talebinin bu denli düşmesini kötüye alamet saymam size bir çelişki gibi gelebilir.

Buna karşın ne yazık ki doğru: Ani değişiklikler iyi değildir, dengesi zaten pamuk ipliğine bağlı bir sistemi hepten tepetaklak edebilir. Dünya petrol sektöründe yaşanan da tam olarak bu.

Birincisi sayısız petrol kuyusundaki üretim faaliyeti pat diye durdurulamaz, bunun sonuçları çok ağır olur. En olgun petrol yataklarında basıncın sabit tutulması gerekir, aksi takdirde kaya betonlaşır, petrolün dönüp durduğu bütün boşluklar ve aralıklar kapanır. Mütemadiyen basınçlı sıvı püskürtülmediği, belli oranda petrol çıkarma faaliyeti yürütülmediği takdirde, her şey eski haline döndüğünde bu rezervuarlar istenen hızda tekrar üretime geçemez; daha kötüsü çıkarılabilecek durumdaki petrolün bir kısmı da akış kanalları kapandığından artık erişilmez hale gelebilir. Başka rezervuarlarda ise, petrol çıkarılma faaliyetinin durması içerideki kaya parçacıklarının ve suyun petrol yatağının en üretken kısmı olan gözenekli yerlere kaymasını kolaylaştırabilir. Petrol su üzerinde yüzdüğünden suyun yer değiştirmesi özellikle önem taşır; su bütün sondaj alanını kaplarsa petrol bir daha oradan akmayabilir, özellikle de bu yeraltı suları önemli su akışlarıyla besleniyorsa... Bu olgulara bir de sıvı asıltı (emülsiyon)[13] oluşumunu; kayayı kayganlaştıran suyun ayrışarak onu ortada bırakıp petrolün akmasını zorlaştırmasını; petrolün durgun kalması yüzünden borularda artabilecek paslanmayı; çamur ve tortu birikmesini, kapakçıkların bozulmasını ve daha bir dizi sorunu ekleyebilirsiniz; hepsi de bir sonraki dönemde hem petrol çıkarma hızında hem de nihayetinde çıkarılacak petrol miktarında azalmaya yol açar. Üretimdeki etkin bir duraklama birkaç aya uzadığında mevcut üretim kapasitesinde %10-15 oranında kayba neden olur. Fakat en büyük derdimiz kesinlikle bu değil.

Petrol yataklarından elde edilen kazancın giderek azalması 21. yüzyılın başlarından itibaren tepe noktasına ulaşarak son yıllarda petrol şirketlerinin yeni petrol yataklarını keşfetme ve geliştirmeye yönelik yatırımlarında gözle görülür bir düşüşe neden oldu. 2014'ten itibaren yatırımdaki bu düşüş öyle önemli hal aldı ki, bu durum önümüzdeki yıllarda bütün petrol sıvılarının üretimine de kesinlikle yansıyacak. Uluslararası Enerji Ajansı'nın açıklamasına göre 2025'te, üretimin %35'ini petrol sıvıları oluşturabilecekken, hummalı yatırımların hep-

13 Birbiri içinde çözülmeyen iki sıvının oluşturduğu heterojen karışım; biri diğeri içinde küçük zerrecikler halinde dağılır – ç.n.

si gerçekleşse bile bu rakam %13'te kalacak – ki bu orana özellikle *fracking* aracılığıyla sert kayalardaki hafif petrol üretimini üç katına çıkarması beklenen ABD'nin üretimi de dahil. Gelgelelim daha önce de belirttiğimiz gibi *fracking* asla kazanç getiren bir yöntem değildi, sürdürülmesi de bilhassa Trump yönetiminde, daha çok siyasi saiklerle ödenekler ve muafiyetler temelinde söz konusu oldu. Fakat petrol fiyatlarının halihazırda gördüğü dip seviye bu sektöre nokta koyuyor: Kuzey Amerika bankaları *fracking* şirketlerinin mal varlıklarına el koymaya hazırlanıyorlar; Mart-Nisan aylarında önemli bazı iflaslara tanık olduk bile. Doğrusu *fracking* mevcut krizden sağ çıkamayacak: İlk işletmelerin tarihinin 2010'a uzandığını anımsarsak, bu tarihten beri elle tutulur bir kâr getirmediler; yatırımcıların sabrı tükendi, artık dertleri kazanç elde etmek değil zararlarını en aza indirmek.

Konuyu bağlarsak; en olumsuz senaryoya göre 2025'e doğru petrol üretimi %35 oranında düşecek. Uluslararası Enerji Ajansı ise çok daha kötü olabileceğini öngörüyor; çünkü sırf bu kadar ciddi bir düşüş yaşanmasın diye bir yerlerde hummalı bir yatırım faaliyetine girişilmeyeceği gibi *fracking* de haritadan silinecek ve %5 oranında bir düşüş de o cepheden eklenecek. En kötü senaryoda 2025'te petrol üretimi mevcut üretime oranla %40'a kadar düşebilir.[14]

Bu bahar yaşadığımız, talepteki %30 düşüş ile üretimin biraz daha fazla %40 oranında düşmesi arasındaki büyük farka dikkatinizi çekmek isterim. Birinci durumda, ekonomik durgunluk talebin dibi bulmasına, dolayısıyla başta petrol olmak üzere her şeyin fiyatının çakılmasına neden oldu ve üreticiler üretimi durdurdu. Gelgelelim 2025'e doğru sorun artık petrole talebinin olmaması değil petrol *bulunmaması* olacak. Tam ifade etmek gerekirse üretimin %40'ı artık mevcut olmayacak ve milyarlarca dolarlık yatırımın resmen noksan olduğu koşullarda, bu oran yerine konamayacak, petrol yatakları çok az kazanç getirdiğinden özünde telafi edilemeyen yatırım olarak kalacak. Bunlar artık şirketlerin para kaybetmek istemedikleri için yanaşmayacağı ve belki sadece devletlerin üstlenebileceği yatırımlar haline gelecek. Gelgelelim her iki durumdaki esas fark petrol fiyatlarında: Talep krizinde fiyatlar düşük olurken arz krizinde yüksek olacak.

14 Mayıs 2023 itibarıyla, ham petrol ve kondensat üretimi 2018'deki zirveye göre %5 oranında düşmüş durumdadır (yazarın notu).

COVID-19'dan kaynaklanan daha ne kadar süreceğini bilemediğimiz ağır ekonomik krizin ardından önümüzdeki yıllarda devletlerin karşı karşıya kalacağı açmaz, kafa üstü hızla çakılmamak ve bizi daha kötü durumda bırakmamak adına, iyice daralmış olan kısıtlı bütçelerini hasılat azlığını telafi etmek üzere petrol endüstrisine yatırmak olacak. Çünkü bir de petrol bulunması zorlaşırsa, COVID-19'la başlayan kriz iyice ağırlaşacak, herkese yetecek kadar petrol bulunmayacağından farklı iş kolları da bu kez talep yokluğundan değil enerjinin büyük bir hızla artan maliyetlerini karşılayamadıklarından iflas edecek.

Bekleneceği üzere devletlerin çıkabilecek sorunlara önceden hazırlığı, manevra kabiliyeti yoktur, bu sorunun varlığını da öngörüp ona göre davranmayacaklar (herhangi bir hükümet mensubunun bu kitabı okuyacağını sanmam), dolayısıyla hidrokarbon sektöründe sorunlar alıp başını gittikten sonra ancak iş işten geçince tepki verecekler. İspanya gibi petrolün çoğunu ithal eden ülkelerde tek çıkar yol, yakıtın tayınlanması ve müdahaleci ekonomi çerçevesinde önlemlere başvurmak olabilir. Üretim yapan ülkelerdeyse devletler petrol üretimine müdahil olmaya karar verecek fakat bu da ülke nüfusuna ve ekonomisine destek olan kaynakların azalması anlamına gelecek; dolayısıyla içeride büyük bir istikrarsızlık ve ayaklanma riski barındıracak. Hele de petrol üreten başlıca ülkelerin herhangi birinde iç savaş patlak verirse petrol kıtlığı daha da ağırlaşacak, üstelik bu da yine, aniden gerçekleşecek.

Önlem alınmadığı takdirde, 2025'ten sonra değilse de 2030'dan itibaren bütün bunların olması zaten bekleniyordu. COVID-19 krizi bu bakımdan bizden beş belki de on yıl çaldı. Tepki vermek için zamanımız kalmadığını ya da üstümüze gelen gerçekle yüzleşmek için elimizden gelecek hiçbir şey olmadığını söyleyemeyiz. Ama şurası kesin ki kaybedecek bir dakika bile yok çünkü olaylar dörtnala ilerliyor. Her zamankinden çok, şimdi harekete geçme zamanı.

Bölüm 22

Asıl Değiştirilmesi Gereken Nedir?

Nelerin bizi yarı yolda bıraktığını, bırakacağını, çevreyle ve doğal kaynaklarla ilgili yaşadığımız sorunlara çözüm diye sunulan önerilerin neden gerçek anlamda çözüm olamayacağını kitap boyunca inceledik. Dikkatli baktığımızda, siyasi çevrelerde bütün odak noktasının bilişsel ve teknolojik konulara çevrilmiş olduğunu görürüz: Farklı yollardan nasıl enerji elde etmeli, makineleri nasıl daha verimli hale getirmeli, içten yanmalı yakıtlı motorla çalışan araçların yerine elektrikli araçları nasıl koymalı, sıradışı özellikleri olan yeni malzemelerden nasıl faydalanmalı vs... Gördük ki bunların hiçbiri işe yaramıyor; bütün bunlar pusuya yatmış bizi bekleyen gerçek sorunları gözden gizleyen tehlikeli fantezilerden ibaret. Gördük ki gerçek sorun enerji değil kapitalizm. Tam şu dakika, çıkarılabilir petrol rezervleri iki katına bile ulaşsa bugünkü tüketme hızımızla otuz yıla kalmadan hepsini bitirirdik; hele de yüzyılın başlarında petrol tüketimindeki yıllık büyüme değerlerini göz önünde bulundurursak, bu rezervlerin ömrü taş çatlasın on yıl olurdu. Mesele artık daha fazla kaynak bulmak değil, sorunu sadece ertelemek anlamına gelir bu – üstelik her seferinde daha çok zaman kaybettirerek. Şu aşamadan sonra yapılması gereken bambaşka nitelikteki, bambaşka değişimleri benimsemek.

Ne tür değişimler örneğin? Bunlar teknolojik değil daha çok dünyayla kurduğumuz ilişkiyi farklılaştıracak türde değişimler olmalı. Ekonomiye yaklaşımımızı derinden farklılaştıracak değişimler olmalı. Bu alanda uzman değilim, bu konu esasen ekolojik iktisadın alanına giriyor; yine de toplumsal yapıların çökmemesi için kurulması gereken yeni sosyoekonomik sistemin arzu edilir özelliklerini kısmen sıralamaya çalışacağım:

Mevcut Borçların Silinmesi

Büyüme olmayan bir dünyada hatta daha kötüsü sürekli küçülmeye mahkûm bir dünyada borçlar artık ödenebilir olmaktan çıkar ve halkları, ülkelerin tamamını köleliğe mahkûm edebilir. Bu şartlar hem geçiş sürecini başlatmak için hiç elverişli değildir hem de söz konusu borçların bir adaletsizliğe, doğal kaynaklara hatalı biçimde değer biçilmesine dayandığını kabul edersek bu konuda büyük bir beyaz sayfa açılması en mantıklısı olacaktır. Dünya değişiyor, tam hız dönüşüyorsa onu tanımlayan kurallar da değişmek zorunda. Üzerimizden kaldıramadığımız kallavi mezar taşıyla kolları sıvayıp yola koyulmamız imkânsız.

Finans Sisteminde Köklü Reformlar

Borç para karşılığında faiz toplama uygulamasının devam etmesi beklenemez. Toplumun düzgün işleyebilmesi için finans sistemi can alıcı önemde olduğundan, geçiş süreci boyunca da öyle olacağından ne kazançları özelleştirip zararları topluma dağıtmak eğilimindeki özel finans yönetimine ne de büyüme odaklı bir ekonomi yönetimi mantığına bel bağlayabiliriz – söz konusu zararlar şu dakikadan itibaren giderek artacak, kaçınılmaz olacaktır.

Paranın Yeniden Tanımlanması

Para politikası genişleyen bir seyir izleyemez; hele de ilk başlarda daralan bir seyri olacaktır. Para değerin kendisi değil temsilidir ve idaresi de doğrudan işin içindeki taraflarca yani fabrika sahipleri, tüccarlar ve tüketiciler tarafından kontrol edilmelidir. Çökmekte olan bir toplumda ulusal para biriminin değerini güvence altına almak güç olacağından, insanlar ulusal para biriminden ziyade yerel para birimleri kullanmaya meyledecektir. Yerel para birimleri yabancı spekülatif hissedarlar

tarafından kontrol edilemez, dolayısıyla biriktirilmeye ya da sermaye olarak kullanılmaya imkân tanımaz. Elbette klasik iktisatçı bu şekilde büyüme ve yatırım fırsatlarının yitirileceğini söyleyecektir.

Devlet Reformları

Oluşumundan itibaren kapitalizmle devletlerin amaçları ortaktı, bazı ülkelerde on yıllar boyunca birbirlerini tamamlayıp toplumsal açıdan verimli sonuçlar elde edilmesini sağladılar; refah devleti buna güzel bir örnekti. Gelgelelim kapitalizm uygulanabilir olmaktan çıktığında ulus-devlet de ister istemez krize girdi. Dolayısıyla karar alma merkezlerinin tekrar yerelleşmesi, yönetimin sözde değil gerçek anlamda yönetilenlere götürülmesi gerek. İdari mekanizma ulusal değil öncelikli olarak bölgesel, bölgeselden de ziyade komarkal hatta kentsel düzeyde kurulmalıdır. Enerji kıtlığı idari mekanizmaların giderek daha yerel hale getirilmesini zorunlu kılacak, öte yandan yaşanması gereken dönüşüm sırasında, aşırı semirmiş bir ulusal idari mekanizmanın verimsizliği özellikle de yasal açılardan pek çok engel çıkarabilecektir.

Yerel Düzeyde Dönüşüm Planlarının Tanımlanması

Her topluluk kendi açısından en öncelikli sorunları saptamalı, hale yola koymak için gereken kaynaklara yatırım yapmalı. Kimi topluluklarda acil sorun su kıtlığı olabilir; bir diğerinde verimli toprağın kalmaması, öbüründe aşırı nüfus, bir başkasında temel kaynakların kirliliği ya da tükenmiş olması olabilir... Durumun analizi dikkatle yapılmalı mevcut sistemin devamı değil, köklü değişimlere sahne olan toplumsal koşullarda yaşadığımız idrak edilmeli. Hassas konular tespit edildikten sonra dönüşümü mümkün kılacak biçimde gerekli kaynağa ve çabaya yatırım yapılmalı, üstelik de bu yatırım –mevcut kapitalist mantık uyarınca– kazanç sağlamayacak bile olsa... Karşımıza dikilecek en önemli engellerden biri bu olacaktır, gerçi borçların ve bileşik faizin silinmesine kıyasla belki de daha kolay üstesinden gelinecek bir madde sayılabilir.

Temel Hizmetlerin Korunması

Kesinlikle geçişin en önemli zorluklarından biri de burada yaşanacak: Sermayenin birtakım ayrıcalıklarını kaybetmeye yönelik itiraz-

larına, kazanılmış bazı hakları devam ettirebilecek düzeyde kaynak akışı sağlamanın zorluğu da eklenecektir. Önemli ya da önemsiz pek çok hizmetin sürdürülmesi, her yerleşim özelinde ortaya çıkacak kısıtlamaların derecesine göre belirlenecektir. Asli hizmetlerden bazıları, eğitim, sağlık, yaşlı ve engelli bakımıdır. Bunları sürdürebilmek için her yerleşim biriminin para kaynağını nereden bulacağına, vergileri mi yoksa vatandaşların gönüllü çalışmalarını mı temel alacağına karar vermesi gerek. Hizmetlerin ne düzeyde sunulacağı her yerleşimin görece refahına göre değişecek.

Bu önlemlerin her birinde açıkça sözünü ettiğimiz konu enerji değil *sosyal organizasyondur*. Bununla birlikte hepsinin uzun vadede enerji kullanımı ve kullanılabilir enerjinin miktarıyla ilgisi var. Aslında bunların tamamı, genellikle önerilen vasat düzeydeki tasarruf ve verimlilik önlemlerine kıyasla enerji konusunda büyük etkilerin elde edilebileceği önlemlerdir. Özetle yukarıda kabataslak sıralanan önlemler, enerji kaynaklarının azaldığı şartlarda kaçınılmaz olarak uygulanması gerekenlerdir.

Buna ek olarak, geçiş sürecini düzgünce rayına oturtacak bazı somut *teknik tedbirlerin* de alınması gerekir. Teknik tedbirler herhangi bir biçimde az önce sıraladığımız *sosyal önlemlerin* ya da sosyal örgütlenmenin yerini tutamaz, sadece onların hayata geçirilmesinde destek olarak bir anlam taşıyabilir. İşin ilginci, bütün teknik ve teknolojik niteliklerine rağmen, bunların günümüzde sözüm ona iklim değişimiyle mücadele için önerilen önlemlerle yakından uzaktan benzerlikleri olmadığını söylememiz gerek. Şöyle ki:

Değişim Mühendisliği

Ürünlerde kullanılan mühendislikten imalat süreçlerine, üretimde kullanılan makinelerin geliştirilmesinden ürünlerin dağıtımına, endüstriyel ortamda ve şehirde atıkların idaresine varana dek mühendisliğin tepeden tırnağa sil baştan ele alınması gerek. Bunlar tek tek gözden geçirilmeli çünkü şimdiye kadar hepsine yön veren ölçüt ekonomikti – fosil yakıtların daima ucuz ve bol olacağı varsayımı temel alınıyor; nadir bulunan, geri dönüştürülmesi zor, ömürleri tükendiğinde zehirli kaynaklar ortaya çıkaran maddelerin kullanılmasında sakınca olmadığı düşünülüyordu. Bütün bunların değişmesi gerekiyor çünkü mevcut

işlemler sadece yakın geleceğimizi tehlikeye sokmakla kalmıyor aynı zamanda kazançlı olmaktan da çıktı. Bugün aynı şekilde devam ettiriliyor olmalarının tek nedeni atalet, verili koşulların geçici olacağına dair beslenen iyimser umutlar. Dolayısıyla bu değişim ne kadar erken yaşanırsa o kadar iyi. Öncelikle malzeme tasarrufu sağlamak için tasarımların değişmesi, yenilenemeyen malzemelerin olabildiğince az ve ancak zorunlu olduğunca kullanılması şart. İkinci olarak malzemelerin tekrar kullanımının gündeme gelmesi, bir aygıt ömrünü tamamladığında içindeki işe yarar parçaların –bu daha büyük aygıtları veya düşük kazancı beraberinde getirse bile– başka aygıtlarda kullanılması ve son tahlilde geri dönüştürülmesi gerek.

Yenilenebilir Enerjiden Faydalanmanın Yollarını Bulmak

Yenilenebilir enerjiden faydalanmaya yönelik mevcut bütün planlar elektrik üretimini temel alıyor – bu da büyük bir enerji israfı demek: Çünkü birincisi, termodinamiğin ikinci yasası uyarınca rüzgâr, güneş ya da suyun mekanik enerjisi elektriğe dönüştürülürken çok fazla enerji dağılıp heba olur – bunlar bambaşka enerji türleridir. İkinci olaraksa herhangi bir kullanıcı onu talep ettiğinde elektriğin yirmi dört saat erişilebilir olması için üretiminin daima sürmesi gerekir, bu da aşırı bir çaba ve fazladan enerji kaybı anlamına gelir. Aslında yenilenebilir enerjileri salt elektriğe değil daha yakın bir enerji türüne daha verimli bir biçimde dönüştürerek daha fazla fayda sağlayabiliriz. Örneğin rüzgâr ve akarsuların doğrusal mekanik enerjisi değirmenler aracılığıyla dairesel mekanik enerjiye dönüştürülebilir; bu enerji eskiden olduğu gibi sadece tahılı öğütmek için değil, metal işlemek ve malzemeleri hareket ettirmek için de doğrudan kullanılabilir. Diğer yandan, güneş enerjisi de termal açıdan daha çok fayda sağlayabilir; gerek halk sağlığı için suyu ısıtmaya yönelik gerekse de su buharı üretmek hatta metal eritmek için kullanılabilir. Yenilenebilir enerjilerden bu şekilde daha doğrudan faydalanmak elektrik üretmeye yönelik tasarlanmış sistemlerin %15-20 arasındaki verimliliğine kıyasla %80-90 arası verim sağlayabilir, ancak kapitalist mantıkla bakılırsa bunun iki dezavantajı vardır: Enerjiden bu yolla faydalanmak ancak doğanın ritmi takip edilerek ve yerel düzeyde mümkün olabilir. Zaten verim açısından çok daha kötü olmasına rağmen, mevcut planlarda önceliğin elektrik

üretimine verilmesi de bu yüzdendir. Elektrik hızlı ve yerel olmayan biçimde paylaştırılabilir. Bu yüzden yenilenebilir enerji sınırsız olsaydı, elektrik üretimine yönelik kullanımı üretimin yine sınırsız büyümesine olanak tanıyabilirdi. Oysa yenilenebilir kaynakların potansiyelinin sınırsız olmadığını, sınırsız büyüme fikrinin de gerçekçi olmadığını biliyoruz; o halde *yenilenebilir enerjinin elektrik harici üretimlerine* yatırım yapılması gerekir – şimdiye kadar çok az araştırılmış bu alanda mühendisliğin hâlâ söyleyecek çok şeyi vardır.

Mülkiyet Modellerinin Değişimi

Günümüzde üretim tamamıyla üretilen nesnenin mülk edinilmesine yöneliktir. Ekonomik sistemin büyümeye ihtiyacı olduğundan üretilen nesnelerin miktarının da daima çoğalması gerekir, bu yüzden de moda gibi bazı uygulamalar ya da ürünlerin kullanım ömrünün kısa olmasını, yerlerinin çabucak başka ürünlerle doldurulabilir olmasını hedefleyen yanıltıcı ya da planlanmış kullanım süreleri gündeme getirilir ve bu da kaynakların ya da çevrenin uğradığı hasarı artırır. Bu durum durmaksızın tüketimi pompalayacak şekilde gelişigüzel reklam kullanımını da teşvik eder ki reklamın insan ilişkilerini yozlaştırmak gibi arzulanmayan sonuçları vardır; çoğu kişi hayal kırıklıklarını ancak istemsiz teslim olunan bir tüketim aracılığıyla tatmin edebilir hale gelir. Aslında tamamen dışarıdan dayatılan, kirlilik ve insan hayatı pahasına ortaya çıkan çarpık bir durum oluşur... Bütün bu sorunlarla mücadele etmenin tek yolu örneğin çamaşır makinesi gibi şahsi ya da doğrudan tüketim malı olmayan her tür ürünün üzerindeki özel mülkiyetin kaldırılmasıdır. Böylece fabrika sahibi, kişiye çamaşır makinesi değil evde çamaşır makinesi hizmetini kullanma hakkını satacaktır. Müşteri onu kullanmak için aylık bedel ödeyecek, makinenin çalışmaması durumunda fabrika sahibinin makul bir sürede ürünü onarması ya da yerine yenisini koyması gerekecek, bu süreyi geçirirse hizmetini yerine getiremediği için müşteriye tazminat ödemek zorunda kalacaktır. Hal böyle olunca da üretici bütün olanaklarını onarımı kolay, sağlam makineler üretmeye vakfedecektir. Ayrıca fabrikanın bir bölümünü salt üretime değil onarıma yönelik de tanzim edecektir. Böylelikle tek kalemde "planlı eskitme" olgusuna son verilebilir, reklam da büyük ölçüde anlamını yitirir.

Kullanım Modelinin Değişmesi

Sadece mülkiyetin değil kullanım modelinin de değişmesi gerekir. Aslında gezegenimizin kaynakları her ailenin bir buzdolabı ya da çamaşır makinesine sahip olması için yeterli değil, muhtemelen buna gerek de yok. Bu türde pek çok elektrikli ev aleti ile eşyayı birkaç ailenin, örneğin birbirine yakın binalarda oturanların paylaşımlı kullanması mümkün. Aslında insanlar doğallığında bunu şimdiden yapmaya meylediyor (İspanya'da giderek daha çok yaygınlaşan ve Avrupa'da son derece yaygın olan çamaşırhaneler ve araba paylaşımı olgularında olduğu gibi). Çoğu eşya günün yirmi dört saatinde kullanılmadığına göre bu eşyaların birden fazla kullanıcısı olabileceğini varsaymak toplam tüketimi azaltmanın yollarından biridir.

Atık Madenciliği Ve Malzemelerden Yeniden Faydalanma

Dönüşümü gerçekleştirmek pek çok maddenin kullanılmasını gerektirecek. Belki de tekniğimiz yeterince ilerlerse bolca bulunan, geri dönüştürülmesi kolay bazı malzemelerden faydalanarak birçok maddeyi elde edebiliriz, bu amaca yönelik, sanayi toplumu tarafından üretilmiş ve pek düşünülmeden atık olarak çöpe atılmış yüksek kaliteli, işlenmiş malzemelerden de yararlanabiliriz. Son derece kaliteli, işe yarar büyük miktarlarda alaşımlar mevcut, dolayısıyla elimizin altında duran katı atık sahalarına yakın gelecekte sayısız malzemenin elde edileceği bir kaynak olarak bakılmalı. Benzer biçimde, pek de uzak olmayan gelecekte işe yarar olmaktan çıkacak fakat yüksek kalitede malzeme içeren örneğin yol işaretleri ve trafik lambaları gibi sayısız nesne bulunacak elimizde. Madenlerden elde edilen malzemelerin gelecekte bol olmayacağını hesaba katarak en ufak parçası bile ziyan edilmeyecek şekilde işe yarar her bir nesnenin sökümü dikkatle planlanmalı.

Başka pek çok öneri daha getirilebilir fakat yukarıda sıraladığım ekonomik, sosyal, teknik önlemler listesi gerçek anlamda ihtiyacını duyduğumuz dönüşümü gerçekleştirmek için elzem olanlardan bazıları. Şu an elbette kimsenin bunlara benzer şeylerden söz ettiği yok. Bu önlemleri uygulamaya koymak kapitalizmin terk edildiğini kabullenmek anlamına geleceğinden şu anki siyasi ortamlarımızda bunu düşünmek bile olası değil. Kapitalizmin buna mahkûm olduğunu, istesek de istemesek de sona ereceğini öne süren fikrin kendisi bile bugün toplumsal bir

tabu gibi karşılanıyor. Pek çok insana göre dünyanın sonunu tasavvur etmek kapitalizmin sonunu tasavvur etmekten kolay, ikisini kafasında özdeşleştirenlerse hiç az değil. Gezegenin topyekûn felakete uğradığı, kıyamet sonrasını işleyen *Mad Max* tarzı filmlerin sıkça karşımıza çıkması da bundan; bu filmlere göre kapitalizmin sonuna doğru ilerlediğimize dair toplumda muğlak da olsa bir algı mevcut, gelgelelim baskın kültürel paradigma uyarınca kapitalizmin sonu ancak dünyanın sonu bağlamında gerçekleşebilecek bir olay.

Halbuki geçmişi iki yüz yıl bile değil. Kapitalizm bilimin ve tekniğin son derece büyük bir hızla ilerlediği ve dünyanın sakinlerinin en azından bir kısmının hayat şartlarını olağanüstü iyileştirmeyi başaran bir ekonomik sistem oldu. Bu sistem aynı zamanda sayısız çelişki çıkardı ortaya; en büyük çelişkisi de sonlu kaynakları olan bir gezegende sonsuz büyümeye azmetmesiydi – ki gezegenin biyofiziksel anlamda sınırlarına dayandığımızı hissetmeye başlayalı epey oldu. Kapitalizmi insanlığın çocukluk ve ergenlik çağına, bireyin çabucak büyüyüp hızla serpildiği, kendini yenilmez addettiği o dönemlerine benzetmek mümkün. Ama artık bu doğrultuda gidemeyiz: Olgunlaşmamız gerek, "daha fazla büyümeye hayır" anlayışıyla dengeli bir konuma gelmemiz gerek; yetişkin olma zamanı geldi de geçiyor. İşte bizim büyük sınavımız bu: Olgunlaşmak.

Bölüm 23

Neden Mümkün?

Belki de okur, şu ya da bu çözümün "neden mümkün olmadığına" açıklık getiren onca bölümün ardından sonunda yazarın da önsözde bahsedilen olumlu düşünme pratiğine teslim olduğu kanısına kapılabilir.

Aslında pek çok farklı konuyu açıklamaya sayfalar ayırmış olsam da bu kitapta aslında son derece basit tek bir şeyden söz ettim: Sorunumuzun bir çözümü yok çünkü çözmeye uğraştığımız sorunun kendisi yanlış. Fıkradaki gibi: Sokağın karanlık bir köşesinde kaybettiğimiz anahtarları, orada ışık olmadığından sokak lambasının altında arayıp bulmaya çabalıyoruz.

Bugün siyasi tartışmalarda ağırlık bütünüyle bilim ve tekniğe veriliyor. Sanki yapılması gerekenler yenilenebilir kaynaklar başta olmak üzere daha fazla alternatif enerji kaynağı bulmaya çalışmaktan, bütün aletlerin en verimli biçimde enerji sarfiyatı yapmasından, bunun yanı sıra üretim süreçlerinde en az malzeme kullanılmasından, kullanım ömürleri boyunca da en az atık çıkarmalarını sağlamaktan ibaret. Ekolojik dönüşüme yönelik hazırlık aşamasındaki düzenleme ve yasalarda daha çok odaklanılan konular endüstriyel süreçlerin uzun vadede verimliliği, CO^2 salımlarının hangi seviyeye düşürülmesi gerektiği, yeni-

lenebilir enerji kullanım oranları vs... Pek çok durumda, fiziğin kanun ve prensiplerine (örneğin termodinamik yasalara) tabi olayları yasal düzenlemelerle kontrol altına almamız mümkünmüş gibi davranıyoruz. Olayların gidişatını bir çırpıda yasalarla düzene sokmaya çabalıyoruz ama hayata geçirmek istediklerimiz fizik kuralları açısından imkânsız.

Bütün dikkatimizin teknik, teknolojik ve bilimsel ilerlemeye çevrilmiş olmasının esas sebebi karşı karşıya olduğumuz asıl gerçeğe, yakıcı soruna bakmak istemeyişimizden ileri geliyor. Sonlu bir gezegende sonsuz büyüme –üstelik çok hızlı büyüme– düsturunu temel alan bir ekonomik sistemi sürdürmek anlamsız olduğu halde ve gezegenin muhtelif açıdan sınırlarına çoktan dayandığımızı gösteren işaretler katlanarak artmaktayken göz göre göre aynı yolda devam ediyoruz: Böyle giderse yıkımımız kendi ellerimizle gelecek.

İzninizle şimdi bir an için teknoloji alanında çalışan meslektaşlarım ve bilim insanları adına söz almak istiyorum; elbette görüşlerimin harfiyen onlarınkini yansıtmadığını bilsem de çoğunun az sonra söyleyeceklerime katılacağını sanıyorum.

Bütün bu sorunlara bir çözüm üretmemizi istemekten vazgeçin. Ortaya konulan, hiç çözümü olmayan bir sorun: Sonlu bir gezegende sonsuz büyüme arzusu. Bunun bir anlamı yok, istediğimiz kadar yeni kaynaklar keşfedelim bu imkânsız hedefi gerçekleştirmeye hiçbiri yeterli gelmeyecek. İhtiyacımız olan çözüm ne bilimsel ne teknolojik, sadece toplumsal. Açıkçası gerek duyduğumuz tek şey büyümeyi olmazsa olmaz bir koşul olmaktan çıkarmış bir sosyoekonomik sistem.

Bilimsel araştırmaların ya da teknolojik gelişmelerin işe yaramadığını söylemiyorum; aksine eminim ileride de insanlığın çıkarına pek çok katkıları olacak. Ama imkânsız bir sorunun çözümünü bizlerin sırtına yüklemeyin. Sosyal açıdan son derece ciddi bir kavrayış ve yaklaşım hatasının yol açtığı çelişkilere bilimsel teknolojik ilerlemelerle çözüm bulunmasını umarak fizik kanunları açısından gerçekleşmesi imkânsız neticeler beklemeyin.

Nihayet bu durumun ayırdına varan, meselenin çözüm bekleyen teknolojik bir problemden değil, açıkça ve tamamen sosyal düzenden ileri geldiğini fark eden insanlar aniden umutsuzluğa kapılıyor. Onlara bakılırsa karşılıklı anlaşmak, düzen tarzımızı değiştirmek sonsuz enerji tedarik eden sihirli bir nükleer reaktör inşa etmekten kat be kat zor,

isterse bu reaktör gezegendeki tüm yaşamı yok edecek olsun umurlarında değil. Kapitalizmle yüzleşeceklerine imkânsız bir sorunu çözmeye uğraşmayı yeğliyorlar.

Oysa karşı karşıya olduğumuz esas sorunun çözümü düşündüğümüzden daha kolay. Elbette *daha kolay* demek mutlak biçimde kolay olacağı anlamına gelmiyor. Ekonomik erk sahipleri, kapitalizmi terk etmeye ve benzer önlemleri uygulamaya cesaret edenleri bir yolunu bulup başlarından atacaktır – hele de bir önceki bölümde saydıklarımıza ilaveten daha gözü pek önlemleri savunacak olanları... Büyük ekonomik güçlerin emrindeki basın-yayın organları kapitalizmden ayrılmayı salık veren her tür öneriyi üst perdeden karalayıp, yaftalayıp itibarsızlaştırarak oyun dışında bırakmaya çalışacaktır. Yine akademide, ekonominin çıkarlarına hizmet etmeye az çok meyilli bir kesim de yapılan bütün önerileri küçümseyecek, gözlemledikleri belli teknik kusurları abartacak, isabetli tespitleri de değersiz gösterecek. Siyasi partilerin büyük kısmı ortaya konan görüşlere acımasızca saldırıp onları birtakım çılgın fikirlerden, refah devletine hatta en temel haklarımıza yönelik saldırıdan ibaret gösterecekler. Bir bakıma hepsi doğru. Yine de fark etmiyor.

Kesinlikle fark etmiyor çünkü başka seçenek yok.

Beş on sene boyunca benimsenecek birtakım çözümler (yenilenebilir enerjiler, nükleer enerji, biyoyakıtlar ya da her neyse o eksende bir çözüm) kapitalist sistemin devamlılığını sağlayacak izlenimi doğursa da bu doğru değil. Yıllar geçtikçe bu seçenekler daha büyük başarısızlıklar getirecek. Elbette bu süreç sessiz sedasız yürüyecek: Başarısızlıklar itiraf edilmeyecek; kesin olan şu ki çözme vaadiyle el attıkları sorunların hiçbirini çözemeyecekler.

Zaman geçtikçe insanların çoğu açısından şartlar daha da içinden çıkılmaz hale gelecek ve sihirli herhangi bir teknoloji imdada yetişmeyecek. Kâh otoriter kâh savaşçı hükümetler gelip geçecek. Ama ne içerideki baskılar ne dışarıdaki savaşlar sorunu çözebilecek.

Neticede azar azar da olsa insanlar ancak bu kitapta ileri sürülen görüşlerin benzerlerinin işe yarayacağını fark edecek. Üstelik de hepsinin yerel düzeyde uygulanabilir fikirler olduğu, şaşaalı ulusal programların yürürlüğe konmasının gerekmediği görülecek. Denemeye başlanacak ve somut neticeler elde edilecek. Kapitalizm çökmeye başladıkça ufukta yeni bir seçenek belirecek.

Elbette elimiz kolumuz bağlı kapitalizmin kendi çelişkilerinde boğularak ortadan silinmesini beklememiz gerektiği anlamına gelmiyor bu. Çünkü eninde sonunda ortadan silinecek ya da şu anki haline kıyasla köklü bir dönüşüm geçirecek olsa da nereye doğru gideceğimiz *hemen şimdi, burada* attığımız adımlara göre belirlenecek. Dolayısıyla bütün bunların varacağı yer devletin vatandaşlarına kısıtlayıcı bazı önlemleri dayattığı bir eko-faşist sistem de olabilir pekâlâ – bu kısıtlayıcı önlemler kaynaklarla ilgili kriz düşünüldüğünde kesinlikle olumlu görünse de, uygulanan yöntem baskıcı ve otoriter olabilir, ayrıca yük mutlak biçimde eşit paylaştırılamayabilir. Ya da bu durumun sonunda varacağımız yer, krizin çözümünü, statükoyu korumak için gerekli kaynakların arayışıyla olabildiğince fazla ülkeyi işgal etmekte gören yayılmacı ve militarist bir sistem de olabilir. Kuşkusuz sonumuz bir ya da birkaç savaş lordunun kanunlarını dayattığı, bütün halka büyük şiddet uyguladığı neo-feodal bir sistem de olabilir. Bununla beraber, gezegenin sınırlarını idare etmeyi bilen, hem bireylerin hem topluluğun özgürlüklerine saygılı, azınlık konumundakileri de dikkate alarak geniş fikir birlikleri oluşturabilen demokratik bir sistem de kurabiliriz. Bu sistemlerin herhangi biri mümkün ve geleceğin dünyasında kesinlikle hepsi bir arada bulunabilir. Tam olarak hangi sisteme ait olacağımız tamamen bize kalmış.

O yüzden okura şimdi "neden mümkün olmasın" diyorum. Çünkü aslında paylaşımcı, umut veren bir gelecek inşa edebiliriz. Çünkü daha önce yapabildik. Tek ihtiyacımız buna inanmak. Gelecek ellerimizde.

Kaynakça

Instituto Espanol de Resiliencial'nın (http://www.institutoresiliencia. org). katkılarıyla temel kaynakça:

İSPANYOLCA KİTAPLAR

Asociación Véspera de Nada por unha Galiza sen Petróleo (2019), *Guía para el descenso energético. Preparando un futuro después del petróleo*, Málaga: Ediciones del Genal.

Bardi Ugo (2014), *Los límites del crecimiento retomados*, Madrid: La Catarata.

Bermejo, Roberto (2008), *Un futuro sin petróleo. Colapsos y transformaciones socioeconómicas*, Madrid: Los Libros de la Catarata.

Casal Lodeiro, Manuel (2016), *La izquierda ante el colapso de la civilización industrial. Apuntes para un debate urgente*, Madrid: La Oveja Roja.

Cucarella, Vicent (2019), *Economía para un futuro sostenible. Claves para entender la economía de nuestro tiempo*, Alcira: Algar Editorial.

Cuesta, José Alberto (2019), *Decrecer para sobrevivir*, Barcelona: El Viejo Topo.

Fernández Durán, Ramón ve González Reyes, Luis (2014), *En la espiral de la energía*, Valencia: Libros en Acción/Baladre.

Georgescu-Roegen, Nicholas (1996), *La Ley de la Entropía y el proceso económico*, Madrid: Fundación Argentaria.

Heinberg, Richard (2014), *El final del crecimiento*, Barcelona: El Viejo Topo.

Herrero, Yayo; Riechmann, Jorge ve Santiago Muíño, Emilio (2018), *Petróleo*, Barcelona: Arcadia/MACBA.

Latouche, Serge (2008), *La apuesta por el decrecimiento. ¿Cómo salir del imaginario dominante?*, Barcelona: Icaria.

Meadows, Donella;; Randers, Jorgen ve Meadows, Dennis (2004), *Los límites del crecimiento. 30 años después*, Barcelona: Círculo de Lectores/Galaxia Gutenberg.
Riechmann, Jorge (2006), *Biomímesis. Ensayos sobre imitación de la naturaleza, ecosocialismo y autocontención*, Madrid: Los Libros de la Catarata.
Riechmann, Jorge; Carpintero, Óscar ve Matarán, Alberto (ed.) (2014), *Los inciertos pasos desde aquí hasta allá: alternativas socioecológicas y transiciones poscapitalistas*, Granada: Universidad de Granada.
Santiago Muíño, Emilio (2016), *Rutas sin mapa. Horizontes de transición ecosocial*, Madrid: Los Libros de la Catarata.
— (2017), *Opción cero. El reverdecimiento forzoso de la Revolución cubana*, Madrid: Los Libros de la Catarata/FUHEM Ecosocial.
Sempere, Joaquim (2018), *Las cenizas de Prometeo. Transición energética y socialismo*, Barcelona: Ediciones de Pasado y Presente.
Solé, Jordi ve Sardá, Francesc (2015), *Por qué la crisis no acabará nunca*, Barcelona: Laertes.
Taibo, Carlos (2009), *En defensa del decrecimiento. Sobre capitalismo, crisis y barbarie*, Madrid: Los Libros de la Catarata.
— (2016), *Colapso: capitalismo terminal, transición ecosocial, ecofascismo*, Madrid: Los Libros de la Catarata.
Trainer, Ted (2017), *La vía de la simplicidad. Hacia un mundo sostenible y justo*, Madrid: Trotta.

WEB SAYFALARI

Asociación para el Estudio de los Recursos Energéticos (AEREN), *Crisis energética*. Bkz. < https://www.crisisenergetica.org >.
Ferran Puig Vilar, *Usted no se lo cree*. Bkz. < https://ustednoselocree.com >.
Grupo de Emergencia Civilizatoria (EmerCiv), (EmerCiv), *Transición ecológica y emergencia civilizatoria*. Bkz. < http://www.transicion-ecologica.info >.
Grupo de Energía, Economía y Dinámica de Sistemas (GEEDS) de la Universidad de Valladolid. Bkz. < https://geeds.es >.
Grupo de Investigación Transdisciplinar sobre Transiciones Socioecológicas, *Transiciones y colapsos*. Bkz. < https://transecos.wordpress.com >.
Instituto Resiliencia, 15/15\15. *Revista para una nueva civilización*. Bkz. < http://www.15-15-15.org >.
Turiel, Antonio, *The Oil Crash*, Bkz. < http://crashoil.blogspot.com >.
Última llamada (manifiesto). Bkz. < http://www.ultimallamada.org >.

RAPORLAR, MAKALELER VE BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR

Acurio Vascónez, Verónica; Giraud, Gaël; MC Isaac, Florent John ve Pham, Ngoc-Sang (2014), "The Effects of Oil Price Shocks in a New-Keynesian Framework with Capital Accumulation", *Energy Policy*, n.° 86, s. 844-854.
Bermejo Gómez De Segura, Roberto (2009), "Sociedades en emergencia energética. La transición hacia una economía post-carbono", *Ekonomiaz. Revista Vasca de Economía*, n.° 71, s. 136-163.
BP Statistical Review of World Energy, 2019.
Capellán-Pérez, Íñigo; De Castro, Carlos ve Miguel, Luis J. (2018), "Dynamic EROI of

the global energy system in future scenarios of transition to renewable energies". 3rd South East European Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environmental Systems (SDEWES), Novi Sad (Sırbistan).

De Castro, Carlos; Mediavilla, Margarita; Miguel, Luis J. ve Frechoso Escudero, Fernando A. (2011), "Global wind power potential: physical and technological limits", *Energy Policy*, c. 39, n.° 10, s. 6.677-6.682.

— (2013), "Global solar electric potential: A review of their technical and sustainable limits", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, n.° 28, s. 824-835.

Dimitropoulos, John (2007), "Energy productivity improvements and the rebound effect: An overview of the state of knowledge", *Energy Policy*, c. 35, n.° 12, sf. 6.354-6.363.

Dittmar, Michael (2013), "The end of cheap uranium", *Science of the Total Environment*, n.° 461-462, s. 792-798.

Freire-González, Jaume (2017), "Evidence of direct and indirect rebound effect in households in EU-27 countries", *Energy Policy*, n.° 102, s. 270-276.

Hamilton, James (2009), "Causes and consequences of the oil shock of 2007-2008", *NBER Working Paper*, n.° w15002, c. 40, n.° 1, s. 215-283.

Hu, Aixue; Levis, Samuel; Meehl, Gerald A.; Han, Weiqing; Washington, Warren M.; Oleson, Keith W.; Van Ruijven, Bas J.; He, Mingqiong ve Strand, Warren G. (2016), "Impact of solar panels on global climate", *Nature Climate Change*, n.° 6, s. 290-294.

Höök, Mikael ve Aleklett, Kjell (2010), "A review on coal-to-liquid fuels and its coal consumption", *International Journal of Energy Research*, c. 34, n.° 10, s. 848-864.

Hormaeche Azumendi, José Ignacio; Pérez De Laborda Delclaux, Álvaro ve Sáenz De Ormijana Fulgencio, Txetxu (ed.) (2008), *El petróleo y la energía en la economía. Los efectos económicos del encarecimiento del petróleo en la economía vasca*, Vitoria: Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.

International Energy Agency Press (2018), *World Energy Outlook* 2018, Paris: International Energy Agency Press.

Kiefer, Tod A. (2013), "Twenty-first Century snake oil: Why the United States Should Reject Biofuels as Part of a Rational National Security Energy Strategy", WICI *Occasional Paper*, n.° 4.

Maggio, Gaetano ve Cacciola, Gaetano (2012), "When will oil, natural gas, and coal peak?", *Fuel*, n.° 98, s. 111-123.

Prieto, Pedro ve Hall, Charles (2013), *Spain's Photovoltaic Revolution: The Energy Return on Investment*, Berlin: Springer.

U.S. Government Accountability Office (2007), *Crude Oil: Uncertainty about Future Oil Supply Makes It Important to Develop a Strategy for Addressing a Peak and Decline in Oil Production*, Washington: U. S. Government Accountability Office.

Mevcut küresel ekonomik sistem başat bir zorunlulukla işliyor: büyüme. Antonio Turiel gibi biliminsanları ise uzun yıllardır, büyümeyi mümkün kılanın ucuz ve kolay erişilebilir enerji olduğunu vurguluyorlar. Yoğunluğu, çok yönlü kullanımı ve nakliyeye elverişliliği açısından petrol kuşkusuz en temel ve asli enerji kaynağı.

Kitabın temel tezi şu: Yakın gelecekte yaşantımızı ve toplumların işleyişini kökten değiştirecek küresel bir sorunla karşı karşıyayız. Bol ve ucuz enerji çağının sonuna geldik. Küresel enerji tüketiminin üçte birini oluşturan petrolde üretim zirvesi muhtemelen 2018'de gerçekleşti, büyük çevresel maliyetlerle yerine kullanılabilecek hidrokarbonların (kömür, doğal gaz) zirvesine ise en çok birkaç onyıl içinde ulaşılacak. Petrol rezervleri muazzam olsa da çıkarma ve üretme hızı ve karlılığı, fiziksel etkenler yüzünden sınırlı. Bu sınıra ulaşmış durumdayız.

Petrol temelli enerji sistemine olası alternatiflerin bilimsel bir analizini sunan Turiel "yenilenebilir" enerjiler konusunda vaat edilenlerin neden gerçekleşemeyeceğini açıklıkla ortaya koyarak, büyük bir dönüşümün eşiğinde olduğumuzu haber veriyor. Bu dönüşümü mümkün mertebe şekillendirme imkânı ve iradesi öncelikle farkındalığı gerektiriyor.

Antonio Turiel 1970 doğumlu, fizik ve matematik alanında lisans, teorik fizik alanında doktora derecesine sahip İspanyol bir biliminsanıdır. CSIC Barselona Deniz Bilimleri Enstitüsü'nde araştırmacı olarak görev yapmaktadır. Çalışmaları türbülans ve uydu oşinografisi üzerine yoğunlaşmıştır, ayrıca doğal kaynaklar alanında da uzmandır. *The Oil Crash* adlı blogu, *peak petrol* sorunu konusunda İspanyolcadaki başlıca referanslardan biridir. .



