

Keyifli Okumalar Dileriz

Binlerce kategoride milyonlarca PDF e-kitap, ders kitapları, dergiler ve romanlara platformumuz üzerinden ücretsiz ulaşabilirsiniz.

RESMİ WEB SİTEMİZ

<https://rantey.org>

Yedek ve Duyuru Kanallarımız

Sitemize erişim engeli gelmesi veya adres değişikliği durumunda aşağıdaki kanallardan güncel giriş adresine erişebilirsiniz:

- Telegram: <https://t.me/birkitapbir>
- WhatsApp Kanalımız : <https://whatsapp.com/channel/0029VbDHv8uE50Us4lvMoc0Y>

DÜNYANIN EN ÇOK OKUNAN
ENERJİ KİTABI, PULİTZER ÖDÜLLÜ
PETROL'ÜN YAZARINDAN

ENERJİNİN GELECEĞİ

DANIEL YERGIN

- İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ
- YENİ ENERJİLER
- GELECEĞİN
DÜNYASI



www.optimistkitap.com
www.iskitaplari.com

Tek başına satılamaz.

DÜNYANIN EN ÇOK OKUNAN
ENERJİ KİTABI, PULİTZER ÖDÜLLÜ
PETROL'ÜN YAZARINDAN

ENERJİNİN GELECEĞİ

DANIEL YERGIN

- İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ
- YENİ ENERJİLER
- GELECEĞİN
DÜNYASI



www.optimistkitap.com
www.iskitaplari.com

Tek başına satılamaz.

ISBN 978-605-322-180-7

© 2011, Daniel Yergin

Orijinal adı ve yayıncısı: *The Quest*, Penguin Press

Optimist Yayın Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.

Sertifika no. : 11970

Telefon : 0216 481 29 17-18

Faks : 0216 521 10 64

e-posta: optimist@optimistkitap.com

www.optimistkitap.com—www.iskitaplari.com

facebook.com/optimistkitap

twitter.com/optimistkitap

www.youtube.com/OptimistKitap

www.optimistkitapblog.com

Optimist yayın no. : 383/2

Konu : İş ve Yönetim

Yayına hazırlayan : Utku Umut Bulsun

Basım : Kasım 2014, İstanbul

Düzenleme : Selim Talay

Kapak tasarımı : Nazlım Dumlulu

Düzeltili : Esen Güray

Baskı ve cilt : Tor Ofset San. Tic. Ltd. Şti.

Sertifika no. : 13137

Hadımköy Yolu Akçaburgaz Mah.

4. Bölge 9. Cadde 116. Sokak. No: 2

Esenyurt-İSTANBUL

Tel: 0212 886 34 74

İÇİNDEKİLER

DÖRDÜNCÜ KISIM İklim ve Karbon

21. Buzullardaki Değişim	9
22. Keşif Çağı.....	23
23. Rio'ya Giden Yol.....	45
24. Bir Pazar Oluşturmak	64
25. Küresel Gündemde.....	82
26. Konsensus Arayışı.....	99

BEŞİNCİ KISIM Yeni Enerjiler

27. Yenilenebilir Enerjilerin Yeniden Doğuşu	119
28. Bilim Deneyi.....	146
29. Parlak Işığın Simyası.....	162
30. Rüzgârın Gizemi	189
31. Beşinci Yakıt-Etkinlik.....	217
32. Korunum Açığını Kapatmak	230

ALTINCI KISIM Geleceğe Giden Yol

33. Karbonhidrat İnsan.....	247
34. İçteki Ateş.....	270
35. Büyük Elektrikli Araba Deneyi.....	292
Sonuç: "Büyük Bir Devrim"	319
<i>Notlar</i>	327

ISBN 978-605-322-180-7

© 2011, Daniel Yergin

Orijinal adı ve yayıncısı: *The Quest*, Penguin Press

Optimist Yayın Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.

Sertifika no. : 11970

Telefon : 0216 481 29 17-18

Faks : 0216 521 10 64

e-posta: optimist@optimistkitap.com

www.optimistkitap.com—www.iskitaplari.com

facebook.com/optimistkitap

twitter.com/optimistkitap

www.youtube.com/OptimistKitap

www.optimistkitapblog.com

Optimist yayın no. : 383/2

Konu : İş ve Yönetim

Yayına hazırlayan : Utku Umut Bulsun

Basım : Kasım 2014, İstanbul

Düzenleme : Selim Talay

Kapak tasarımı : Nazlım Dumlulu

Düzeltili : Esen Güray

Baskı ve cilt : Tor Ofset San. Tic. Ltd. Şti.

Sertifika no. : 13137

Hadımköy Yolu Akçaburgaz Mah.

4. Bölge 9. Cadde 116. Sokak. No: 2

Esenyurt-İSTANBUL

Tel: 0212 886 34 74

İÇİNDEKİLER

DÖRDÜNCÜ KISIM İklim ve Karbon

21. Buzullardaki Değişim	9
22. Keşif Çağı.....	23
23. Rio'ya Giden Yol.....	45
24. Bir Pazar Oluşturmak	64
25. Küresel Gündemde.....	82
26. Konsensus Arayışı.....	99

BEŞİNCİ KISIM Yeni Enerjiler

27. Yenilenebilir Enerjilerin Yeniden Doğuşu	119
28. Bilim Deneyi.....	146
29. Parlak Işığın Simyası.....	162
30. Rüzgârın Gizemi	189
31. Beşinci Yakıt-Etkinlik.....	217
32. Korunum Açığını Kapatmak	230

ALTINCI KISIM Geleceğe Giden Yol

33. Karbonhidrat İnsan.....	247
34. İçteki Ateş.....	270
35. Büyük Elektrikli Araba Deneyi.....	292
Sonuç: "Büyük Bir Devrim"	319
<i>Notlar</i>	327

DÖRDÜNCÜ KISIM

...

İklim ve Karbon

BUZULLARDAKİ DEĞİŞİM

17 Ağustos 1856 günü tam ilk güneş ışığı uzaktaki bir zirvenin bembeyaz külahını aydınlattığı sırada, John Tyndall İsviçre'deki küçük tatil köyü Interlaken yakınındaki otelinden çıkıp kendi başına, dar bir geçitten dağa doğru yürümeye başlamıştı. Sonunda hedefine, bir buzulun uç noktasına ulaştı. Gözünün önünde uzanan manzara aklını başından almıştı; “daha önce hiç fark etmediğim güzellikte vahşi bir büyüleyicilik”. Ardından giderek büyüyen bir esrikliğe kapılarak, yoğun bir çabayla kan ter içinde buzulun üzerine tırmandı. Uçsuz bucaksız beyazlığın ortasında yapayalnızdı.

Buzların üzerindeki tüm dünyadan kopuk hali onu şaşkına çevirmişti. Sessizliği arada bir hızlanıp yavaşlayan “rüzgârın fısıltıları ya da eriyen buzlardan belli aralıklara düşen minik parçaların tuhaf tıkırtıları bozuyordu” yalnızca. Birden gökyüzü gümbür gümbür yankılanan dev bir gürelemeyle sarsıldı. Korkudan donakaldı. Ardından bunun ne olduğunu anladı: çığ. Gözlerini “binlerce metre yukarıdaki beyaz bir yamaca” dikti ve olduğu yere mihlanmış bir halde uzaklardaki buzların, üzerine binen ağırlığın altında kopup aşağıya doğru gürlederek kayışını izledi. Sonra yine ortalık sessizliğe gömüldü. Ama daha bir dakika geçmeden, başka bir çığın gümbürdemesi yeri göğü sarstı.¹

“BİR MERAK DUYGUSU”

Bir buzul Tyndall'ın gözüne ilk kez yedi yıl önce, 1849'da çarpmıştı. Almanya'da kimya eğitimine devam ettiği dönemde İsviçre'yi ilk kez ziyaret etmişti. Fakat Tyndall'ın özel olarak buzullar üzerinde araştırma yapmak amacıyla İsviçre'ye tekrar gidişi—o tarihte sonunda kendisini on dokuzuncu yüzyılın büyük İngiliz bilim adamları arasına sokan bir rota çizmişti kendine—1856 yılına denk düşer. Bu çalışmanın sonuçları iklim olayının kavranmasına belirleyici bir katkıda bulundu.

1856'da Interlaken'e gelişini izleyen haftalarda Tyndall gördükleri karşısında peş peşe şaşkınlığa kapılmaktan kendini alamadı; yoğun, anıtsal ve derin bir gizem içeren uçsuz bucaksız buz. “Dehşete varan bir merak duygusu” hissettiğini söylüyordu. Buzullar hayal gücünü esir almıştı. Ve devamlı onları ölçüp biçmek, üzerinde keşif yapmak, yakından tanımaya çalışmak—ve uğruna canını tehlikeye atmak—için tekrar tekrar İsviçre'ye geri getiren bir takıntıya dönüşmüştü.

İrlanda'da bir ara ayakkabıcılık da yapan bir polis memurunun oğlu olarak dünyaya gelen Tyndall önce araştırma yapmak üzere İngiltere'ye gitmişti. Ancak 1848'de İngiltere'de doğru düzgün bir bilimsel eğitim olanağı bulamayacağını fark edince, tüm sınırlı birikimini toplayıp kimyacı Robert Bunsen'le (Bunsen lambasıyla ünlendi) çalışmak üzere Almanya'ya gitti. Burada “deney dili” dediği özüne döndüğünü hissetti. İngiltere'ye döndüğünde bilimsel çalışmalarından ötürü takdir gördü, ardından Royal Institution'un ileri gelenleri arasında kendine yer edinmeye yöneldi. Pek çok başarısı arasında gökyüzünün neden mavi olduğu sorusuna getirdiği açıklama da bulunmaktadır.²

Yine de bazen yılda bir olmak üzere, İsviçre'ye gidip yüksek rakımlara çıkmak, araziye kolaçan etmek, kendini iplerle bağlayarak tutuna tutuna dağ yamaçlarına tırmanmak ve sevgili buzullarına ulaşmaktan hiç geri kalmıyordu. Bir yıl neredeyse Matterhorn'un tepesine kadar tırmanmayı başardı; zirveye ulaşıyorsa, bu dağa tırmanan ilk kişi olacaktı. Ama aniden şiddetli bir fırtına patladı; son 100 metrelik mesafeyi göze alamayan rehberler onu geri döndürdüler.

Tyndall buzullar hakkında temel bir gerçeği kavradı. Sabit değillerdi. Zaman içinde donup kalmamışlardı. Hareket ediyorlardı. “İçinde

bulunduğu vadiyi bir zamanlar şimdiki düzeyinden en az 300 metre yükseğe kadar dolduran eski buzulların kayalıklar ve dağların üzerindeki hareketini gözlemledim” dediği bir vadiden söz etti. O buzul kütlesi şimdi yerinde yoktu. O tarihten sonra başlıca bilimsel uğraşlarından biri bu oldu—buzul kütleleri nasıl hareket ediyor ve yer değiştiriyor, nasıl büyüyüp küçülüyor?³

Tyndall’ın buzullara hayranlığı, bir avuç on dokuzuncu yüzyıl bilimsinin bir zamanlar bir Buz Devri yaşanıp yaşanmadığını anlamak için en belirleyici kaynağın İsviçre buzulları olduğu yolundaki kanaatinden kaynaklanıyordu. Eğer öyleyse ne olmuştu da bu çağ sona ermişti? Ve daha da ürkütücü olanı, bir daha geri gelmesi olası mıydı? Bu da Tyndall’ı sıcaklık ve dünyayı çevreleyen dar gaz kuşakları—atmosfer—hakkında sorular sormaya yöneltti. Bu yanıt arayışı onu atmosferin işleyişini açıklayan önemli bir başarıya götürdü. Tyndall on sekizinci yüzyılın sonlarından günümüze kadar iklime dair çağdaş anlayışımızın sorumlusu olan bilim insanları zincirinin kilit halkalarından biriydi.

Peki, iklim nasıl oldu da Tyndall gibi birkaç bilim insanını ilgilendiren bilimsel araştırma konusu olmaktan çıkıp çağımızın ağır basan enerji meselelerinden biri haline geldi? Bu soru enerjimizin geleceği açısından son derece büyük bir önem taşımaktadır.

YENİ ENERJİ SORUNU

Geleneksel olarak enerjiyle ilgili meseleler fiyat, bulunabilirlik, güvenlik ve de kirlilik gibi konular çevresinde dönmüştür. Hükümetlerin enerji dağıtımı, para ve kaynaklara erişim gibi konulardaki kimi kararları ve bu kaynaklar üzerindeki jeopolitik çakışma riskleri görünümü daha da karmaşık hale getirmiştir.

Ancak bugün tüm enerji politikaları iklim değişikliği ve küresel ısınma konusunun çevresinde şekilleniyor. Bazı çevreler enerji üretmek için kömür, petrol ve doğal gaz—buna odun ve diğer yanıcı maddeler de dahil—yakıldığında salınan karbon dioksit ve diğer sera gazlarını önemli ölçüde azaltmak için enerji sistemini kökten dönüşümden geçirmeyi düşünüyor.

Bu olacak iş değil. Bugün Amerika'nın—aslında tüm dünyanın da—enerjisinin yüzde 80'i fosil yakıtların yakılmasıyla elde ediliyor. Basit bir dille söyleyecek olursak, iki yüz elli yıldan beri evrimleşen sanayi uygarlığı bir hidrokarbon zemini üzerinde yükselmiş bulunmaktadır.

KARBONUN YÜKSELİŞİ

Karbon dioksit (CO_2) ve metan ve azot oksit gibi diğer sera gazları 100 km yüksekteki atmosferi meydana getiren gaz örtüsünün bir parçasıdır. Bizi dış uzay boşluğundan ayıran başka bir şey yoktur. Atmosferin yüzde 98'i sadece iki elementten oluşur: oksijen ile nitrojen (azot). Karbon dioksit ve diğer sera gazları çok küçük yoğunluklar halinde bulunmakla birlikte çok etkili bir işlevleri vardır. Dengeleyicidirler. Güneş ışığının kısa dalga ultraviyole ışınımı bütün atmosfer tabakalarını geçerek yeryüzüne ulaşır. Yeryüzü de karşılığında gökyüzüne ısınıyı gönderir—ama aynen aldığı gibi değil. Yeryüzü ısınıyı açığa çıkarıp gökyüzüne geri gönderirken, gezegen kütlesi kısa dalga ışınların bir bölümünü uzun dalga infrared (kızılötesi) ışına dönüştürür.

CO_2 ve diğer sera gazları olmazsa, uzaklaşan kızılötesi ışınlar uzayın boşluğuna geri akar ve geceleri havayı buz gibi yaparak yeryüzünü soğuk ve yaşanamaz bir yer haline getirirdi. Fakat su buharı içeren sera gazları moleküler yapılarından ötürü buna izin vermezler. Bir miktar ısınıyı kızılötesi ışın şeklinde tutup atmosferde yeniden dağıtırlar. Sera gazlarının sağladığı bu denge ısınıyı ne fazla sıcak ne de fazla soğuk olan belli bir bant aralığında tutar, böylelikle yeryüzünü yaşanabilir, hatta bunun da ötesinde yaşama kucak açan bir yer yapar.

Ne ki iklim değişikliğinin can damarı da işte bu denge konusudur. CO_2 ve diğer sera gazlarının yoğunluğu fazlaşırsa çok fazla miktarda ısı korunmuş olur. Atmosferik sera gazıyla kuşatılan bir dünya fazlaca ısınır, bu da gezegenimizdeki hayat üzerinde felaket etkisi yaratacak dehşet verici bir iklim değişikliği olasılığını önümüze çıkarır. Ortalama sıcaklıktaki iki ila üç derecelik bir artışın kıyametin kopmasına yol açacağından korkulmaktadır.

Karbon düzeyleri çizelgelerle izlenmektedir. Bu grafikler Sana-yi Devriminin başlangıcından bu yana karbon yoğunluğunun süre-

li yükseldiğini gösteriyor. Atmosferdeki karbonun büyük kısmı doğal süreçlerin sonucudur. Ama insanoğlu yaktığı yakıtlarla karbon oranını sürekli yükseltip duruyor.

İnsanoğlunun etki payı iki nedenle sürekli büyüyor. Birincisi, nüfus artışı. Dünya nüfusu 1950'den bu yana yaklaşık üç katına çıktı. Denklem çok basit: Daha çok insan daha çok enerji tüketir—bu da karbon salımını yükseltir. İkincisi ise gelir artışı. Dünyanın gayrisafi hasılası 1950'den bu yana yine üç kat arttı; gelir arttıkça enerji tüketimi de artar. Anne babaları soğuktan üşüyen ve kat kat giysilere sarıyan insanlar şimdi gayet iyi ısınıyorlar. Anne babaları boğucu tropik iklimde bunalan insanlar şimdi klimalarla yaşıyorlar. Ataları evinden-köyünden kolay kolay dışarı çıkmayan insanlar şimdi dünyayı dolaşıyorlar. İki kuşak önce akla hayale gelmeyecek ürünler şimdi gezegenin bir köşesinde üretilip, okyanuslar ve kıtalar aşır dünyanın dört bir tarafına gönderiliyor. Bütün bunları yapabilmek için milyonlarca yıldır yerin altında gömülü halde duran karbon, yakıtla birlikte yeryüzüne çıkarıldı, sonra da yakılarak atmosfere salındı.

Başka büyük salım kaynakları da var. Büyük çaplı ormansızlaşma—orman yangınları—hem havaya karbon bırakır, hem de karbonu tutup depolayan gömme yuvalarını (yani ormanları) yok eder. Aynı şekilde küresel yoksulluk da küresel ısınmaya katkı yapar, çünkü yoksullar biyokütle toplayıp yakarlar, böylece doğaya kara kurum gönderirler. Dünyadaki besi hayvanı sürüleri de metan ve azot oksit salgılar. Piring ekimi de yine büyük bir metan kaynağıdır. Ama yine de günümüzde hacim açısından en kayda değer sera gazı karbondioksittir.

Bilim insanları bu CO₂ salımına “deney” demekten hoşlanırlar. Zamanında bu kavram tarafsız bir yaklaşımla dile getirilmmişti—Tyndall'ın “deney dili”—ve dehşetten çok merak uyandırıyordu. Şimdi uğursuz bir tonda kullanılıyor. Çünkü bu bilim insanları insanoğlunu, atmosfer üzerinde iklimi önlenemez bir şekilde değiştirerek muhtemelen felakete yol açabilecek bir anlayışla—buz kütlelerinin erimesi, dünyadaki en kalabalık sahillerde koca arazi parçalarının denize gömülmesi, bir zamanların verimli bölgelerinin kurumaya yüz tutmuş çöllere çevrilmesi, nadide türlerin yok olması, büyük acılara neden olan çığınca fırtınalara ortam hazırlanması ve hiçbir sigorta primiyle karşılanması mümkün

olmayacak büyüklükte yıkıcı devasa ekonomik etkileriyle birlikte—de-neyler yapmaktasınız, diye uyarıyorlar.

Bazı bilim çevreleri bu yaklaşıma karşı çıkıyor. Bu mekanizmaların yeterince belirgin olmadığını, iklimin her zaman değiştiğini, en çok CO₂ salımını doğal süreçlerin gerçekleştirdiğini ve CO₂'in atmosferde çoğalmasının iklim değişikliğinin nedeni değil, güneş türbülansı ya da yeryüzünün yörüngesindeki oynamalar gibi başka etmenlerin sonucu olabileceğini ileri sürüyorlar. Bu kesim azınlıkta kalıyor.

NEDEN ÇOK SICAK YA DA ÇOK SOĞUK DEĞİL?

Burada sorun hava durumu değil, iklim. Hava durumu cana yakın hava durumu uzmanlarının sabah raporlarında günlük hareketler şeklinde açıkladıkları gün be gün gerçekleşen olaylardır. İklim ise çok daha büyük ve geniş boyutludur. Aynı zamanda çok daha soyuttur; gün gün yaşanacak bir şey değil, daha çok on yıllarla, hatta yüzyılla ölçülebilecek bir süreçtir.

Böylesine karmaşık—ve gerçekten de dokunmak yerine etkisi hissedilen böylesine soyut—bir şey nasıl enerjinin geleceğine ve insanların nasıl yaşayacaklarına bu kadar hükmedebiliyor ve başlıca uluslararası politika konularından biri haline gelebiliyor?

Bilimsel incelemelerin ilk gününden başlayıp, eriyen Antarktika buz kütlelerinin denize yuvarlanışını yansıtan güncel görüntülere kadar iklim değişikliği üzerine yürütülen tüm araştırmalarda buzulların varlığı ve ileri geri hareketinin devamlılık gösteren, şaşmaz ana motif, hatta merkezi bir etmen olarak yer aldığını görmek şaşırtıcı. Bugün buzullar iklimin felaket habercisi işlevini taşıyor. Ama aynı zamanda tarihin canlı bir aynası da—bizi hem bugünde tutan, hem de aynı anda 20.000 yıl öncesine götüren bir zaman makinesi.

On sekizinci ve on dokuzuncu yüzyıllarda birbiriyle bağlantılı bir dizi bilmece, iklim değişikliği üzerine düşüncenin entelektüel köklerine yaklaşılmasını sağladı. Bunlardan biri yeryüzünün ısınıp belirleyen etmenlerdi. Basit bir ifadeyle yeryüzünde hayat nasıl mümkün olmuştu? Yani neden gezegeni gündüzleri güneş parlarken yakıcı bir sıcak,

geceleri de dondurucu bir soğuk kaplamıyordu? Diğer bir kuşku—ve korku da—bugünkü ılımlı sıcaklık ortamından önce, insanoğlunun geçmişindeki düşüncelerin sık sık uğrak noktası olan farklı ve aşırı bir çağın var olduğuydu: Buz Çağı diye bilinen dönem.

Bu bilmeceler iki çarpıcı soruyu gündeme getirdi: İklim değişikliğine yol açan şey ne olabilirdi? Ve buzullar geri gelip, tarih öncesi korkunç yaratıklar gibi yollarına çıkan her şeyi ezip geçerek ve insan uygarlığını yok ederek ilerleyebilirler miydi?

Öykümüz İsviçre Alpleri ile buz dağlarında, John Tyndall'ın onları ilk gördüğü günden yarım yüzyıl önce başlar.

ALPLERİN "SICAK KUTUSU"

Horace Benedict de Saussure Cenevre Akademisi profesörü olan bir bilim adamıydı. Aynı zamanda tüm yaşamını İsviçre dağlarının doruklarındaki doğal yaşamı tanımaya adanmış bir Alpinist, dağcı ve kâşifti. Klasik eseri *Voyages dans les Alpes*'te mesleğini açıklamak için "jeoloji" diye bir terim uydurdu. Saussure sıcaklık ve yüksekliğe hayrandı, dağların tepesindeki ve göllerin dibindeki ısıyı ölçmek için çeşitli cihazlar yaptı.⁴

Saussure İsviçre dağlarını arşınlarken kafasına bir soru takıldı. Niye yeryüzünün bütün ısı geceleri uzaya kaçmıyordu? Bu soruya yanıt bulmak için uğraşırken, 1770'li yıllarda "sıcak kutu" adıyla bilinen bir tür mini sera inşa etti. Bu kutunun altı ve üstü koyu renk mantarla kaplanmıştı. Kutuya giren sıcaklık ve ışık sıkışıp kalıyor, içerideki ısı yükseliyordu. Belki, diye yorumladı, camın yaptığı şeyi atmosfer yapıyordu. Belki atmosfer dünyanın yüzeyini bir kapak gibi çevreleyerek, onu dev bir seraya çeviriyordu; bir miktar ışığın içeri girmesine izin veriyor ve güneş gökyüzünden kaybolduktan sonra da yeryüzünü sıcak tutmaya devam ediyordu.

Bir zamanlar Mısır valiliği de yapan Napolyon'un dostu Fransız matematikçi Joseph Fourier kendisinden "topluma mal olmuş gezgin" diye hayranlıkla söz ettiği Saussure'nin deneylerinden çok etkilendi. Hayatını ısı akışları üzerindeki araştırmalara adanmış Fourier, Saussure'nin haklı olduğuna inanıyordu. Fourier atmosferin bir tür örtü ya da kapak

işlevi göstererek, ısıyı muhafaza ettiği kanısındaydı. Aksi halde geceleri yeryüzünün ısısı donma noktasının altına düşerdi.

Peki, bu nasıl kanıtlanabilirdi? 1820'lerde Fourier bu sürecin matematiğini çıkarmaya girişti. Ancak çok zor bir işti ve kesinlikten son derece uzaktı; hesaplamaları gerçekleştirmeyi başaramaması onu büyük bir düş kırıklığına sürükledi. "Atmosferin yerkürenin ortalama ısısını kaç derece etkilediğini bilmek çok zor" diye yakınıyordu. Çünkü bu durumu izah edebilecek "uygun bir matematik kuramı" bulamamıştı. Böylece ellerini çaresizlik içinde açarak, problemi başkalarına bırakmak zorunda kalmıştı.⁵

Onlarca yıl birçok bilim insanı atmosferin sıcaklığı hapsedişini tarif ederken Saussure ile Fourier'e, özellikle de Saussure'nin sıcak kutusuna atıf yaparak bir benzetme ögesi olarak "limonluk"tan ya da "sera"dan söz etmeye başladı. Bu sistem nasıl işliyordu? Ve neden?

"DEV BUZ PLAKALARI"

İsviçreli bilimci Louis Agassiz de buz dağlarına takmıştı. O kadar takmıştı ki, buzulların hareketini sorgulamak için soyu tükenmiş balık fosilleri üzerindeki araştırmasını bir kenara bıraktı. Hatta, Aar buz dağına kendine bir kulübe yapıp buz kütlelerinin hareketini yakından izlemek için içine yerleşti.

1837'de John Tyndall'ın bir buz dağına ilk fark edişinden on yıl kadar önce, Agassiz devrimci, hatta sarsıcı bir fikir ortaya attı. "Önceden" Avrupa'nın çoğunun devasa buz kütleleriyle, "şimdi Grönland'da bulunanlara benzeyen büyük buz plakaları"yla kaplı olduğu bir buz çağı var olmuştu. Bu çağı, yıl boyunca bir "Sibiry kışı"nın tüm dünyayı pençesine aldığı, "ölümün doğadaki her şeyi kefenine sardığı" bir dönem olarak tarif ediyordu.

Agassiz buzun, yeryüzü tarihinin başlangıcına kadar uzanan bir döngüsel kalıba bağlı olarak aniden esrarengiz bir şekilde oluşan bir ısı kaybı sonucu meydana geldiğini düşünüyordu. Buz kütleleri kuzeye doğru çekilirken arkalarında bu hareketlerinin nişanesi olarak vadiler ve dağlar, koyaklar ve göller, fiyortlar, dev kayalıklar ve parçalanmış taşlar bırakmışlardı.

Agassiz'in bu cesur iddiası büyük bir kuşkuyla karşılandı. Meslektaşlarından biri ona buzullarla uğraşmayı bırakıp "sevgili balık fosilleri-ne" dönmesinin kendi hayrına olacağı tavsiyesinde bulundu.

Ama Agassiz'in vazgeçmeye hiç niyeti yoktu. Devam ettiği araştırması buzulların hareketlerine ya da kendi deyimiyle "Tanrının büyük küremesi"ne yeni kanıtlar ekliyordu. Sonradan ABD'ye göç eden Agassiz Harvard Üniversitesi profesörü oldu. Great Lakes'in (Büyük Göller) buzulların ilerleme ve geri çekilme hareketleri sonucunda dünyanın yüzeyine kazınmış olduğunu gösteren bir gösteri düzenledi—bu da yine buz çağının bir kanıtıydı. İklim fikrinin gerçek mucidi, yeryüzünün farklı ısı çağlarından geçtiğini kanıtlayan Agassiz'dir.⁶

ATMOSFER: "NEHİR ÜZERİNE İNŞA EDİLMİŞ BİR BARAJ GİBİ"

John Tyndall araştırmalarını bu öncüllerinin çalışmaları üzerine oturttu. Buzulların Avrupa'daki göç hareketlerine duyduğu eşsiz ilgi onu atmosferin ısıyı tutup tutamayacağını, tutuyorsa bunu nasıl başardığını anlama çabasına yöneltti. Bunu saptayabilirse, iklimin nasıl değişebileceğini anlamaya başlayabilirdi; bu da takıntı haline getirdiği buzullarda somutlanıyordu.

Tyndall aradığı yanıtı bulabilmek için Londra'daki Albemarle Caddesinde bulunan Kraliyet Enstitüsünün zemin katındaki laboratuvarında yeni bir makine yaptı. Bu, gazların ısı ve ışığı hapsedip edemeyeceğini ölçme olanağı veren spektro-fotometre adlı bir cihazdı. Gazlar şeffaf olduğunda ısıyı tutamıyordu, öyleyse buna başka bir açıklama getirmesi gerekecekti. Önce en bol bulunan atmosfer gazları azot ve oksijeni denedi. Düş kırıklığı içinde bunların şeffaf olduğunu, dolayısıyla ışığın içlerinden geçip gittiğini gördü.

Başka hangi gazları test edebilirdi? Aradığı yanıtı laboratuvarında buldu: kömür gazı, bilinen diğer adıyla, şehir gazı. Bu, elektrik öncesi dönemde, aydınlatma amacıyla yakmak üzere yerel Londra aydınlatma şirketi tarafından laboratuvarına pompalanan kömürü ısıtarak elde edilen karbon içerikli, özellikle de metan içeren bir gazdı. Tyndall kömürü

spektro-fotometresine koyunca gözle görülemediği halde ışık geçirmez olduğunu fark etti; ışık vurunca rengi koyulaşıyordu. Aradığı kanıt bulmuştu. İnfrared (kızılötesi) ışığı tutuyordu. Ardından su ile karbon-dioksiti denedi. Onlar da ışığı geçirmiyordu. Demek ki onlar da ısıyı tutabiliyordu.

Her gün on saatini devamlı olarak laboratuvarında duman—"Londra'nın atmosferi için bile doğal olmayan gazların dumanını"—soluyarak geçiren Tyndall adamakıllı bitkin düşmüştü. Ama onun buna aldıracağı yoktu. Keyfi pek yerindeydi. 18 Mayıs 1859 tarihinde günlüğüne neşe içinde şöyle yazmıştı: "Bütün gün yaptığım deneylerle meseleyi tamamen avucumun içine almış bulunuyorum!" Birkaç hafta sonra Kraliyet Enstitüsünde—Kraliçe Viktorya'nın eşi Prens Albert'in başkanlığında—keşfini ve önemini açıklayan ve sergileyen kamuya açık bir konferans verdi. Böylece Piccadilly'nin hemen dibindeki Albemarle Caddesinde sera etkisinin "ilk halka açık deneysel açıklaması" gerçekleştirilmiş oldu.⁷

Tyndall olayı şöyle açıklıyordu: "Nasıl bir nehrin üzerine kurulan bir bent o noktada akıntının derinleşmesine yol açarsa, bizim atmosferimiz de işte öyle karasal (infrared) ışınların önüne dikilen bir bariyer gibi dünya yüzeyinin o noktasında ısı yükselmesi üretiyor. Atmosfer olmasaydı dondurucu bir ısıda yok olabilecek tüm bitkiler kesinlikle telef olurdu.... Atmosfer güneş ısının girişine ses çıkarmaz, ama çıkışına engel olur; sonuçta gezegenin yüzeyinde bir ısı birikimi eğilimi ortaya çıkar."

Tyndall'ın bodrum katındaki laboratuvarında başardığı şey, sera gazı etkisine, iklimin işleyişine ve kendi sözleriyle atmosfer bileşenlerinin "her varyasyonunun" nasıl "bir iklim değişikliği yaratabileceği"ne açıklama getirmek oldu. Özel olarak Saussure ile Fourier'e hak ettikleri itibarı gösterdi. Açıklaması Louis Agassiz'in Buz Çağı kuramının da bir doğrulamasını içeriyordu. Çünkü "jeologların araştırmalarıyla ortaya çıkan bütün iklim değişikliklerini" atmosfer gazlarının dengesindeki varyasyonlar "üretmiş olabilir"di.

Tyndall bilime önemli katkılarda bulunmaya devam ederek, büyük bir ün kazandı. Yaşamının son döneminde yine düzenli olarak buz dağlarını izlemeye ve zirvelere tırmanmaya İsviçre'ye gitti. Tyndall 1893 yılında, ölümcül derecede bir dizi kaza atlattığı pek çok tehlikeli ve gözüpek dağ keşif gezisiyle dolu dolu geçen bir dağcılık yaşamının

sonunda, 73 yaşında çok sıradan bir şekilde hayata veda etti. Eşi Tyndall'ın bir türlü huzur vermeyen uykusuzluğunu hafifletmek amacıyla uyku ilacı verirken, yanlışlıkla dozunu kaçırdı. Bilim adamı canını teslim etmeden önce söylediği son sözler şunlar oldu: “Ah zavallı sevgilim, John'unu ölüme gönderdin.”⁸

ARRHENIUS: ISINAN İKLİMİN BÜYÜK FAYDASI

Tyndall'ın ölümünden bir yıl sonra, 1894'te İsveçli kimyacı Svante Arrhenius işi kaldığı yerden devraldı. Arrhenius karbon dioksit—ya da o tarihteki yaygın adıyla karbonik asit—düzeyindeki azalma ya da çoğalmanın iklim üzerindeki etkilerine merak sardı. O da buz çağıının işleyişine, buzulların ilerleme ve geri çekilme hareketlerine ve “jeolojik klimatolojiye ait bazı noktalar” dediği konulara ağırlık vermeyi tercih etti.

Arrhenius'un akademik kariyeri düz seyremedi. Doktorasını Uppsala Üniversitesine kabul ettiremedi. Ama artık İsveç'te kendini kabul ettirmeyi başarmış biri olarak, karbon ve buz çağına olan ilgisini cumartesi günleri düzenlenen bir bilimsel seminerle besleyebiliyordu. Eşinden ayrılmanın ve oğlunun velayetini kaptırmanın yarattığı melankoli duygusunun etkisiyle, ayrıca bol bol uğraşacak zamanı da kaldığı için, kendini aylar süren yorucu hesaplamalara verdi ve bazen günde 14 saat çalışarak, enlem enlem tarayarak, karbon değişikliklerinin etkilerini elle hesaplamaya uğraştı.

Arrhenius bir yıl sonunda istediği sonuçlara ulaştı. Tyndall ile Fourier'in kulaklarını çınlatarak, “atmosfer tarafından emilimin iklim üzerindeki etkisine dair pek çok şey yazıldı” dedi. Hesaplamaları, atmosferik karbonun ikiye bölünmesi halinde dünyanın ısısının dört-beş santigrat derece düşeceğini gösteriyordu. Diğer bir çalışması da karbon dioksitin iki katına çıkması halinde beş ila altı santigrat derecelik bir ısınma söz konusu olacağına işaret ediyordu. Arrhenius ne süper bilgisayarlardan ne de gelişkin hesap aletlerinden yararlanabilmişti; insanı canından bezdirecek kadar çok sayıda hesaplamayı elle yaptıktan sonra yukarıda belirtilen sonuçlara ulaşmıştı. Ama yine de bu sonuçlar çağdaş modellerle aynı ayardaydı.⁹

Arrhenius her ne kadar küresel ısınmayı en azından bir dereceye kadar ilk kestiren kişi olduysa da, böyle bir olasılıktan kesinlikle hiç endişe etmedi. Atmosferdeki CO₂ miktarının iki katına çıkmasının en az 3000 yıl alacağını, zaten böyle bir durumun çok da iyi olacağını düşünüyordu. Sonradan CO₂ yoğunluğundaki artışın yeni bir buz çağına önüne geçmekle kalmayacağına, özellikle “dünyanın daha soğuk kesimlerinde” “insanoğluna daha ılıman ve uygun iklimlerin yaşanacağı dönemler” bahşedeceğine ve “hızla çoğalan insanlığın yararına şimdikinden çok daha bereketli mahsuller vereceğine” hükmetti. Yıllarca birbirini izleyen uzun, karanlık, soğuk kış gecelerinin nasıl bir şey olduğunu gayet iyi bilen yalnız İsveçli kimyacıya böyle bir seçenek hiç de kötü görünmüyordu.¹⁰

Kendisi de seçkin bir kimyacı olan torunu Gustaf Arrhenius diyor ki: “Dedem bir zil çaldı ve o dönemde insanlarda son derece büyük bir ilgi yarattı. Büyük bir ilgi sağanağı oluştu, ama tehditten ötürü değil, harika bir şey olacağı kanaatinden ötürü. ‘Kuzey iklimlerinde’ bir yumuşama meydana gelmesinin mucizevi bir olay olacağına inanıyordu. Ve bunlara ek olarak, karbon dioksit ekinlerin büyümesine yarayacaktı—ekin hasadı daha verimli olacaktı. Dolayısıyla o tarihte gerek dedem, gerekse diğer insanlar sadece onun hesaplarının beklenen etkinin yaşanmasının [fazlaca uzun] süreceğini gösteriyor olmasından ötürü dertliyidiler.”¹¹

Ne ki zamanla karbon ve iklim konusu üzerindeki ilgi zayıfladı ve başka konulara kaydı. Arrhenius’un kendisi de başka konulara yöneldi. 1903 yılında kimya dalında Nobel Ödülü aldı—bu, ödül kazandığı araştırmanın başlangıç adımı olan doktorası reddedilme noktasına kadar gelen biri için hiç de kötü bir sonuç olmasa gerek.

Sonraki on yıllarda dünya daha fazla sanayileşti. Kömür, hem elektrik üretiminde hem de fabrikalarda krallığı ilan etti; bu da havaya daha çok “karbonik asit”—CO₂—karışması demekti. Ama o dönemde iklimle pek ilgilenen yoktu.

1930’ların başındaki buhran yıllarında Amerikan ortabatısını kuraklık vurdu. Kötü işleme teknikleri yüzünden gevşek ve dış etkiler karşısında

korumasız kalan toprağın üst yüzeyinin rüzgârlar tarafından kimi zaman güneş ışınlarını örtecek kadar yoğun büyük toz fırtınalarıyla başka yerlere taşınması arazileri çölleştirmişti. Bu ekonomik felaket yüzünden John Steinbeck'in *Gazap Üzümleri* romanındaki "üzeri tozla örtülü bir arazide" yaşayan hayali Joad ailesi gibi yüz binlerce çiftçi ailesi varını yoğunlu T Model kamyonetine yükleyip Toz Çanağının (Dust Bowl) sığınmacı göçmenleri gibi Kaliforniya'ya doğru yollara döküldü.¹²

Fakat bu kuraklıklar hep "hava koşullarına" bağlandı, "iklime" değil. On yıllarca kimse iklimden söz etmedi. Ya da hemen hemen kimse.

GUY CALLENDAR'IN ETKİSİ: KARBON HESABI

1938'de bir amatör meteorolog Londra'daki Kraliyet Meteoroloji Cemiyetine bir bildiri sunmaya kalkıştı. Guy Stewart Callendar profesyonel bir meteoroloji bilimcisi değil, buhar mühendisiydi. Sunmaya niyetlendiği metin Arrhenius'un savını yeni kanıtlarla destekleyerek tekrar gündeme taşımayı amaçlıyordu. Callendar önce CO₂ kuramının "inişli çıkışlı bir geçmişe" sahip olduğunu itiraf ederek başlıyordu. Ama kendisi olayı hiç de böyle görmüyordu. Karbon dioksit ve onun iklim üzerindeki etkilerine kafayı takmıştı; bütün boş zamanını hava durumu kalıpları ve karbon salımına ilişkin veri toplama ve analiz etmeye harcıyordu. Amatör olmasına karşın topladığı veriler herkesten daha sistemli ve tamdı. Çalışmaları Arrhenius'u doğruluyordu. Elde ettiği sonuçlar atmosferdeki CO₂ miktarının çoğalmakta olduğunu ve bunun bir iklim değişikliğine—özel olarak da küresel ısınmaya—yol açabileceğini gösteriyordu.¹³

Callendar bu sonucu takıntı yaratacak ölçüde ilginç bulurken, Arrhenius gibi o da herhangi bir endişe duymuyordu. O da bu durumun diğer yararları dışında, özellikle tarıma ciddi bir destek sağlayarak daha iyi, daha güzel bir dünyaya—"insanlığın yararına"—katkı yapacağını düşünüyordu. Bir de büyük ödül vardı. "Ölümcul buz dağlarının geri dönüşü sonsuza kadar ertelenmiş olacaktı."¹⁴

Fakat Callendar bir amatördü ve o gece Kraliyet Meteoroloji Cemiyetinde hazır bulunan profesyoneller onu ciddiye almadılar. Ne de olsa, kendisi sadece bir buhar mühendisiydi.

Oysa Callendar'ın işaret ettiği olay—iklim değişikliğinde CO₂'nin rolü—günün birinde Callendar Etkisi adıyla anılacaktı. Bir tarihçi bunu şöyle ifade ediyordu: “Onun görüşleri küresel ısınma fikrini karanlıktan kurtarıp düşünce âlemine taşıdı.” Ancak bu geçici bir düzelme sağladı, o kadar. O günden sonra uzun yıllar bu fikir tamamen unutulup gitti. 1951 yılında ileri gelen bir klimatolog CO₂ iklim değişikliği kuramının “hiçbir zaman pek yaygın biçimde benimsenmediği ve terk edildiği” yolundaki gözlemini dile getirdi. Görünüşe bakılırsa onu çok ciddiye alan olmamıştı.¹⁵

KEŞİF ÇAĞI

Roger Revelle yaşamının oldukça ileri bir evresinde bilim alanındaki kariyeri üzerine kafa yormaya başladı. “Çok iyi bir bilimci olduğum söylenemez” dedi, ama hemen arkasından “çok geniş bir hayal gücüm var” diye de ekledi. Hayallerini dolduran ve onlarca yıldır düş dünyasından çıkmayan şeylerden biri de karbon dioksitti. Bu ilgi, yalnız iklimi değil, aynı zamanda enerjinin geleceğini de anlamak açısından son derece önemli bir sonuca yol açacaktı.

Ne var ki, Revelle son derece alçakgönüllü biriydi. Yukarıdaki sözleri, bilime yaptığı eşsiz katkılardan ötürü 1990 yılında Başkan George H.W. Bush tarafından ülkenin en büyük bilimsel nişanı olan Ulusal Bilim Madalyasıyla ödüllendirilmesi sırasında dile getirmişti.

Gösterişli bir fiziğe ve baskın bir kişiliğe sahip olan Revelle bir bilim insanı olmasının yanı sıra, aynı zamanda bir doğa sevdalısı, bir denizler kâşifi, kurumsallaştırıcı ve temel araştırmalar ile devlet politikası arasında bağ kurucuydu. Ele aldığı konulara akademik karşıtlarının “düşüncesizce bir coşku ve haçlı ruhu” diye alaya aldığı yoğun bir merak duygusuyla yaklaşırdı.¹

Başkan George H.W. Bush Revelle’e ödülünü verirken onun “karbon dioksit ve iklim değişimi” üzerindeki çalışmalarını, “tehlike işareti veren tektonik plakalar üzerindeki oşinografi araştırmaları, radyasyonun deniz koşulları üzerindeki biyolojik etkileri ile nüfus artışı ve gıda

temini üzerine araştırmalar” gibi alanlardaki diğer başarılarından ayrı tutarak, özel bir yere oturttu.

Revelle mesleki faaliyetini Pasifik’in keşfedilmemiş derin sularında yaptığı araştırma gezileriyle yürütmektedir. Fakat onun tetiklediği karbonun atmosferdeki rolü ve insanoğlunun bu denge üzerindeki etkisiyle ilgili çalışmaların da çok büyük—doğrusu muazzam—bir önem taşıdığı ortaya çıktı. Bu devasa bilimsel keşif gezileri onlarca yıla yayılarak, gittikçe daha büyük ölçüde bilgisayar gücü kullanılarak, okyanusları ve buzulları, dağ zirvelerini, deniz diplerini, hatta uzayı kat edip iklim değişikliğini ve o güne kadar bilinmeyen küresel ısınma meselesini siyaset haritasına silinmez biçimde işledi.

Revelle’in Ulusal Bilim Madalyasını alma nedenini açıklarken dediği gibi, “Onu bana sera etkisinin büyükbabası olduğum için verdiler.”²

Revelle jeolog olmak amacıyla yola çıkmış, fakat yükseklik korkusu yüzünden dağların tepelerine tırmanmaktan çekindiği için, okyanusların derinliklerini incelemekte karar kılmış. Oşinografiyi varlıklı amatörlerin oyun alanı olmaktan çıkarıp, önemli bir bilim dalı haline getirmiş olan kişilerden biridir. İkinci Dünya Savaşı sırasında ABD donanması oşinografi baş sorumlusu olarak görev yaptı. Savaş sonrasında—“hayal gücünü en ileri noktasına kadar zorlayarak ulusal savunma amacına hizmet edebilecek” her şeye fon temin ederek—Amerikan üniversitelerindeki temel bilimsel araştırmaları destekleyen Deniz Araştırma Bürosunun kuruluşuna öncülük edenler arasındadır. Deniz Araştırmaları Bürosu Revelle’in teşvikiyle aynı zamanda Ulusal Bilim Vakfının da öncülerinden oldu. Revelle Kaliforniya’daki San Diego’nun kuzeyinde yer alan La Jolla’da Scripps Oşinografi Enstitüsünü tek tekneye sahip küçük bir araştırma istasyonu olmaktan çıkarıp, geniş bir gemi filosuyla çalışan, okyanuslar hakkındaki bilgimizin sınırlarını durmadan genişleten heybetli bir araştırma kuruluşuna dönüştürdü. Ayrıca onu “ABD’nin karbon döngüsü üzerine en önde gelen araştırma merkezi” konumuna getirdi.³

Revelle İkinci Dünya Savaşı sonrasında o günlerde bilinmez nitelikteki Orta ve Güney Pasifik sularında aylar boyu süren tarihsel araştırma yolculukları düzenledi ve yönetti. Böylece dünyanın en derin denizlerinin bir bölümünü taradı. Bu yolculukları “yeryüzünün en uzun süreli keşif dönemleri” şeklinde tarif ediyordu. “Denize her çıktığımız-

da beklenmedik keşifler gerçekleştiriyorduk. Devrimci nitelikte işler başarıyorduk. Beklediğimiz hiçbir şey gerçek olmuyordu. Beklemediğimiz her şey gerçek oluyordu.” O tarihte jeoloji kitaplarının çoğu derin deniz dibinden “dümdüz ve herhangi bir özelliği olmayan bir düzlük” şeklinde söz ediyordu. Oysa Revelle ve araştırma arkadaşları deniz yatağında derin hendekler buldular ve o güne kadar bilinmeyen devasa derin deniz Mid-Pasifik (Orta Pasifik) Dağ Silsilesini tespit ettiler. Bu bulgular kıtaların hareketleri ve dünya yüzeyine ilişkin günümüzün en geçerli kuramı olan tektonik plaklar kuramı açısından son derece önemliydi. San Diego’da Kaliforniya Üniversitesinin kurulmasını sağlayan belirleyici güç Revelle’di. Aynı zamanda San Diego’nun kültürel yaşamının inşasına da yardımcı oldu. “Bilinen en çekici kültürel ögesi” hayvanat bahçesi olan bir kente birinci sınıf akademisyenler nasıl çekilebilirdi? Nüfus araştırmaları alanının şekillendirilmesine katkı yaptı ve üçüncü dünyanın ekonomik kalkınması üzerine çalışmalarda bulundu.

Bunca işin arasında, bir yandan da çağdaş iklim değişikliği araştırmalarını sürdürdü.

Karbon dioksit konusunda Revelle’in ilgisini ilk çeken nokta, Pomona College’da lisans eğitimi yaptığı dönemde öğrendiği bir şeydi: Okyanuslar atmosferden 60 kat fazla CO_2 barındırıyordu. 1936’da sunduğu doktora tezi insanların yaktıkları yakıttan üreyen CO_2 ’nin büyük bölümünü okyanusların absorbe ettiği (emdiği) savını açıklıyordu. Bu sava göre, çoğunu dev bir çekim merkezi olan okyanuslar tutacağı için, karbon salımına yol açan insan faaliyetinin iklim üzerindeki etkisi ya hiç ya da çok çok az olacaktı. Sonraki onlarca yıl bu görüşün ağırlığı devam etti.⁴

“BÜYÜK ÇAPLI BİR JEOFİZİK DENEYİ”

Revelle geçen yıllar içinde Callendar Etkisi---Guy Callendar’ın CO_2 yoğunluğunun artmasının yeryüzünün ısınıp yükselteceği savı---üzerine zaman zaman kafa yordu. Doktora tezini hazırladığı günlerden başlayarak tüm kişisel araştırmalarına dayanarak bu iddiaya verdiği karşılık, Callendar’ın muhtemelen yanılıyor olabileceği, onun okyanusun atmosferdeki CO_2 ’yi emeyeceğini anlamadığı yolundaydı. Ancak 1950’lerin

ortalarından itibaren Revelle'in görüşü değişmeye başladı. Bu değişikliğin kaynağı Pasifik'te gerçekleştirilen nükleer silah denemeleri üzerine yaptığı araştırmalardı.

İkinci Dünya Savaşı sonrasında donanma Revelle'i bu denemelerin okyanus üzerindeki etkilerini incelemekle görevlendirdi. Revelle'in görevi patlamaların yarattığı dalgaları ve su basıncını ölçümlemeye yarayacak cihazları tasarlamaktı. Bu sayede okyanus akıntılarıyla gerçekleşen radyoaktif yayılmayı izleyebilecekti. Bu çalışmalar sırasında Revelle'in ekibi farklı derinliklerdeki su sıcaklıklarında "ani, keskin" değişiklikler meydana geldiğini fark etti. Bu saptama, onları hayret uyandıran bir içgörüyü ulaştırdı; okyanus bildiklerinden farklı bir işleyiş sergiliyordu. Revelle'in sözleriyle okyanus "iskambil destesi" gibiydi. Revelle "okyanusun ayrı sıcak ve soğuk su katmanlarından oluştuğu, bu katların sularının birbirine çok sınırlı ölçüde karıştığı" sonucunu çıkardı. Bu durum, okyanusun CO₂ alma yeteneğini kısıtlıyordu.⁵ Bunun üzerine Revelle 1950'lerin ortalarında Hans Suess adlı bir meslektaşıyla birlikte, bu içgörüyü dile getiren ve iklim konusundaki düşüncelerde bir kilometre taşı niteliği kazanan bir makale kaleme aldı.

Yazının başlığı konunun özünü açıkça ortaya koyuyordu: "Atmosfer ile Okyanus Arasındaki Karbon Dioksit Alışverişi ve Geçen On Yıllarda Atmosferik CO₂ Artışı Sorunu." Yazıda hem Arrhenius'a hem de Callendar'a gönderme yapılıyordu. Gerçi makale bir belirsizliği de yansıtıyordu. Bir yandan aynen Revelle'in doktora tezindeki gibi okyanusun karbonu emeceğini, dolayısıyla da karbonun tetikleyeceği bir küresel ısınmanın söz konusu olmayacağını söylüyordu. Öte yandan başka bir paragrafta tersini, yani okyanus her ne kadar CO₂'yi absorbe edecek olsa da, deniz suyunun kimyasal yapısı ve görece sıcak ile soğuk su seviyeleri arasında geçişler yaşanmaması nedeniyle bunun ancak geçici olabileceğini, sonunda CO₂'nin yine atmosfere geri döneceğini ileri sürüyordu. Başka bir deyişle, net sonuç, okyanusun beklenenden çok daha az CO₂ emmesiydi. Karbon dioksit okyanusta kalamadığına göre, gidebileceği tek bir yer vardı: atmosfer. Bu durumda atmosferdeki CO₂ yoğunluğunun yükselmesi kaçınılmazdı. Revelle bu son savı tezlerine son anda eklemişti. Ayrı bir kâğıda yazdığı bu sözleri sonradan orijinal el yazısına geçirmişti.

Revelle makalesini yayına göndermeden önce yine bir son dakika ilavesi daha yaptı: “Eğer sanayideki yakıt tüketimi katlanarak artmaya devam ederse, ileriki on yıllarda CO₂ yoğunluğu ciddi boyutlara ulaşabilir. Bugün insanoğlu geçmişte mümkün olmayan ve ileride de tekrarlanamayacak büyük çaplı bir jeofizik deneyi gerçekleştiriyor.” Bu son tümce uzun yıllar boyunca Revelle’in hayal edemeyeceği bir şekilde yankılanıp duracaktı. Gerçekten de “küresel ısınma tarihi boyunca edilen bütün laflardan daha fazla alıntı yapılan” bu sözcükler giderek kehanet statüsüne yükselecekti.⁶

Fakat bu sözler bir uyarıdan çok, fikir yürütme kapsamındaydı. Zira Revelle hiç de endişeli görünmüyordu. Altmış yıl önce atmosferdeki CO₂’nin etkisini saptamaya uğraşan Svante Arrhenius gibi Revelle de yoğunluk artışının tehlikeli olabileceğini öngöremiyordu. Bunu daha çok ilginç bir bilimsel sorun gibi görüyordu.

Çalışma arkadaşlarından biri “Roger hiç de endişeli değildi” dedi. “Büyük jeofizik deneyler hoşuna giderdi. Bunun da... atmosferdeki karbon dioksit artışının ve okyanus rezervleri arasındaki karışmaların okyanuslar üzerindeki etkisi incelemeyi sağlayacak... büyük bir deney olacağı kanısındaydı.” (Revelle on yıl sonra 1996’da bile “kendi eylemlerimizle yol açtığımız” atmosferdeki karbon dioksit artışına karşı “tavrımızın muhtemelen kaygıdan çok merak içermesi gerektiğini” söylüyordu.)⁷

Aynı zamanda Revelle kendini dünyanın işleyişiyle ilgili, kimi iklim sorularının yanıtlarını bulmasını sağlayabilecek benzersiz bir küresel araştırma planlamaya adanmıştı. Buna Uluslararası Jeofizik Yılı (UJY) adı verildi.⁸

ULUSLARARASI JEOFİZİK YILININ BEKLENMEDİK ETKİSİ

Uluslararası Jeofizik Yılı (UJY) İkinci Dünya Savaşı ve sonrasında kendini ortaya koyan—roket ve radarlardan ilk bilgisayarlara kadar—yeni teknolojik yeterliliklerden yararlanarak, o güne kadar ulaşamayan “metalin güçsüz kaldığı, lastiğin koptuğu ve dizel yakıtın bal gibi vıcık vıcık yapışkanlaştığı” yerleri keşfetme ve böylelikle dünyanın işleyişi ve güneşle etkileşimi hakkında daha büyük ve derin bir içgörüyeye ulaş-

ma fikrinden doğdu. Yetmiş aşkın ülkeden birkaç bin bilimciden oluşan bir disiplinler arası ağa dönüştü. Yeryüzü süreçleri—çekirdeğinden deniz dibi yatağına ve atmosferin dış katlarına kadar—küresel düzeyde eşgüdümelenen ve çok daha gelişkin ve her zamankinden daha tutarlı şekillerde yürütülecek binlerce deneyle ölçümlenecek ve tüm ayrıntıları ortaya çıkarılacaktı. Bu deneylerin bir kısmı teknoloji ve dayanıklılık gibi Herkülvari fiziksel hüneler içerecekti.⁹

Güneşin faaliyetinin en hararetli noktasıyla çakışan bir dönem seçilerek, 1957 Temmuzundan başlayıp 1958 Aralığına kadar devam eden UJY bir tür uzatmalı sıçrama yılına dönüştü. Bu küresel inceleme okyanuslardaki derin suların akışından deniz yatağının yapısına ve dünyayı saran yoğun miktardaki yüksek rakımlı radyasyona kadar her şey hakkında yeni bilgiler edinmemizi sağladı. Buzullar Saussure ve Tyndall'a kadar geçmişe giderek bilim insanlarını büyülemeyi sürdüren belli başlı konulardan biri olmaya devam etti.

“TAMAM, HAYDİ BAŞLIYORUZ”: HAVA DURUMUNUN STRATEJİK ÖNEMİ

Bir de hava durumu vardı. UJY hava durumunu daha iyi anlamak için eşsiz bir bilimsel kadroyu bir araya topladı. Bilimsel merak ek olarak, önemli stratejik kaygılar da görülüyordu. Hava durumunun savaş alanlarında ne kadar önem taşıdığının kanıtlandığı İkinci Dünya Savaşı sona erele daha on yıl bile geçmemişti. Batı Rusya'da kışın dondurucu pençesi—Rusların deyimiyle General Kış—Leningrad'ı kuşatıp Stalingrad'a akınlar düzenleyen Nazi ordularını gafil avlamıştı.

Ancak hiçbir şey, hava koşullarına vâkıf olmanın stratejik önemini, Normandiya çıkartmasının gerçekleştirildiği 1944 Haziranından daha etkili bir şekilde göz önüne seremez. Bu “En Uzun Gün”e ulaşana kadar, “harekete geçin-geçmeyin” kararının tek bir etmene, hava durumuna bağlı olarak sallanıp kaldığı süre boyunca, saat başı kararsızlığı sürdüren hava durumu brifinglerinin birbirini izlediği İngiltere'nin güney sahilindeki komuta merkezlerinde yürek sızlatan bir gerginlik, belirsizlik ve korku içinde geçen “en uzun saatler” yaşandı.

Başkomutan Dwight Eisenhower bir sonraki brifingi endişeyle beklerken, “bu ülkenin havasını tahmin etmek kesinlikle mümkün değil” diye yakınıyordu. Çok kötü bir hava bekleniyordu. 175.000 adam böylesine korkunç koşullar altında nasıl riske atılabilirdi? En iyi halde hava tahminlerinin güvenilirliği iki günü geçmiyordu; İngiliz Kanalı üzerindeki fırtına koşulları güvenilirlik derecesini 12 saate kadar düşürüyordu. Hava durumu öyle belirsizdi ki, 5 Haziran gününe planlanan çıkartma son anda ertelendi ve yola çıkmış olan gemiler Almanlar tarafından fark edilmeden kıl payı geri döndürülebildi.

Sonunda 5 Haziran sabahı baş meteoroloji uzmanı şöyle dedi: “Size iyi haberlerim var.” Tahminler havanın kısa bir süre için durulacağını gösteriyordu. Eisenhower 30-40 saniye kadar sessiz kalarak, başarı ile başarısızlığı ve kötü bir kararın riskini kafasında tarttı. Sonunda ayağa kalkıp talimatı verdi: “Tamam, haydi başlıyoruz.” Dünya tarihinin en büyük deniz filosu bu sözlerle, 6 Haziran 1944 günü hava koşullarının zor bela yakalanan bu uygun aralığında yola koyuldu. Neyse ki Alman meteoroloji uzmanları bu kısa durgunluk anını algılayamamış ve komutan Erwin Rommel’e çıkartmadan endişe etmelerine yer olmadığı konusunda güvence vermişlerdi.¹⁰

Bu olaydan on yıl sonra gelişkin hava durumu bilgisinin stratejik önemini herkesten iyi bilen Eisenhower (şimdi ülkenin başkanıydı) Uluslararası Jeofizik Yılına “haydi, başlayın” talimatını verdi.

UJY yalnız hava durumu değil, iklim hakkındaki bilgiyi de derinleştirmeyi amaçlıyordu. Roger Revelle’in yazdığı gibi, “Uluslararası Jeofizik Yılı’nın başlıca hedeflerinden biri”—Buz Çağının, “o karanlık buz ve kar çağı”nın gelip gidişini tetikleyen—iklim değişikliği hakkında daha derin bir kavrayışa ulaşmak ve gelecekteki iklim değişikliğini kestirme yeteneği kazanmaktı.

Araştırmacılar iklimi etkileyen gezegenin en önemli düzenleyici döngülerinden bazılarını, bu arada okyanusların ve hava akımlarının ısı transferi açısından etkisini de gerçekten keşfettiler ve doğruladılar. Fakat iklim sistemini şekillendiren başka unsurlar da vardı; kimileri bunlar arasında sera gazlarının da bulunduğundan kuşkulanıyordu. Düzenleyicilerden biri dünyanın, “bugün fabrikalarımızdan havaya yılda yedi milyar ton kadar karbon dioksit fışkırttığımız için, insan eliyle yaratılmış bir sıcak çağa doğru yaklaşıyor” olabileceği iddiasını ortaya attı.¹¹

WOODS HOLE'DAKİ TOPLANTI

UJY oşinografi paneline başkanlık eden Roger Revelle karbon dioksit etkisinin, kendi deyişyle “UJY sürecinde yeterince belgelenmesini” istiyordu. Bu niyetle Revelle UJY'nin küresel araştırma gündemini belirlemek üzere, Massachusetts'de Woods Hole Oşinografi Kurumunda üç bilimciyle bir araya geldi. Nobel Ödüllü İsveçli Svante Arrhenius'un torunu Gustaf Arrhenius Woods Hole'daki görüşmeyi şöyle anımsıyor: “Bir araya gelişimiz tarihsel bir olaydı.” Uluslararası Jeofizik Yılı'nın hedeflerinden birinin Arrhenius'un dedesinin bundan elli yıl kadar önce hesaplamaya çalıştığı şeyi—CO₂'nin atmosfer üzerindeki etkisini—ölçmeye çalışmak olarak belirlenmesine karar verdiler.¹²

Peki, ama CO₂'yi doğru dürüst okumak mümkün müydü? Woods Hole toplantısına katılanlardan biri Kaliforniya Teknoloji Enstitüsünde CO₂ üzerinde çalışan bir araştırmacının, “umut vaat eden bir genç adam”ın bulunduğunu duymuştu. Belki onu Scripps'e gelmeye ikna edebilirlerdi.

KEELING VE EĞRİSİ

Charles David Keeling'in içinden hiç iktisat eğitimi almak gelmiyordu. Oysa babası iktisatçıydı, ekonominin gündemden hiç düşmediği bir evde büyümüşü ve iktisat eğitiminden kaçabilmesi için pek çok şeyi göze alması gerekiyordu. Illinois Üniversitesinde iktisat dersi almayı zorunlu kıldığı için kimya eğitimini bırakmış ve sonunda sosyal bilimlere yazılmıştı. Ama yine de sonuçta kendini Northwestern'de kimya doktorasına kabul ettirmeyi başarmıştı. Kimya çalışmaları sırasında üzerinde büyük etki yapan bir kitapla karşılaştı: *Glacial Geology and the Pleistocene Epoch* (Buzul Jeolojisi ve Buz Çağı). “Buz dağlarının fiziksel özelliklerini incelerken kendimi sanki dağlara tırmanıyormuş gibi hayal ediyordum” diye söz eder o günlerden. Buzullar John Tyndall'ı nasıl esir aldıysa, onu da öyle büyülemişti. Bütün bir yazını Washington'daki “buzullarla bezeli” Cascade Dağlarında yürüyüş ve tırmanışla geçirdi. Kimya eğitimini jeolojiyle tamamladı.¹³

Keeling doktora sonrası çalışmalarında kimya ile jeoloji sevdasını birlikte götürmenin bir yolunu aradı. Kaliforniya Teknoloji Enstitüsünde başlatılan yeni bir jeokimya programı tam onun aradığı şeydi. Karbona odaklanmayı seçti. Kendi tasarladığı bir cihazla Caltech binalarının tepesinde kendine bir yer bularak havadaki CO₂ miktarını ölçmeye başladı. Yerel kirlilik düzeyi, ölçümlerin yanılma payını ciddi ölçüde yükseltiyordu. Daha temiz bir hava arayan Keeling Kuzey Kaliforniya kıyılarında denizle iç içe vahşi bir bölge olan Big Sur'da kamp kurmak için yola çıktı. Ölçüm yapmak için "gecede birkaç kez uyku tulumundan çıkıp yeniden girmem gerekse de", açık havada bulunmaktan büyük bir keyif alıyorum, diyordu.¹⁴

Ne ki Big Sur'da da sonuç elde edemedi; ormanlardaki CO₂ düzeyi günlük döngüler halinde değişiyordu. Karbon dioksit seviyesini doğru ölçebilmek için durağan bir "atmosferik arka plan"a ihtiyacı vardı. Bunu sağlayabilmek için para desteği bulmalıydı.

İşte tam o sırada Revelle Keeling'e ulaştı ve ona Scripps'de çalışma olanağı ve araştırma için kullanılmak üzere bir miktar para önerdi. Revelle bunun kesinlikle belli bir risk içerdiğinin farkındaydı, ama Keeling'in tutkusunu açıkça bir artı olarak görüyordu. Revelle sonradan Keeling hakkında şöyle diyecekti: "Karbon dioksit ölçümü yapmak için deli oluyordu, onu mümkün olabilecek her yönden ölçmek ve karbon dioksit hakkında her şeyi anlamak için can atıyordu. Ama tek ilgi duyduğu şey oydu. Başka hiçbir şeyle ilgilendiği yoktu."

Keeling, kendi deyişiyle "karbon dioksit molekülünü en ince ayrıştırısına kadar takip etmeye" tüm bilimsel enerjisini adanarak çalışmaya başladı. O günlerde her şey bilim adına yapılıyordu. "Keeling'e göre, "Tehlike duygusu diye bir şeyden eser yoktu. Sadece şiddetli bir bilgi edinme arzusu vardı."¹⁵

Hava Durumu Bürosu Keeling'e "yerini" bildirdi: Hawaii'de Mauna Loa volkanik parkının tepesine yakın 3393 metre yükseklikteki yeni meteoroloji gözlem evi. Burada şehirdeki hava kirliliğinden de, orman bitkilerinin gündelik döngülerinden de etkilenmeyen saf hava vardı; bu ortam, Keeling'in aradığı istikrarlı atmosferik arka planı sağlıyordu. Başka bir ölçüm cihazı da Antarktika'daki Little America istasyonuna yerleştirildi.

Mauna Lao'nun tepesindeki istasyondan gelen sonuçlar birbirine eklenince, ortaya hayret verici bir sonuç çıktı. 1938 yılında Londra'da profesyonel meteorologlar Guy Callendar'ın sunduğu bildiriye burun kıvrımış olabilir. Oysa şimdi Keeling onun haklılığını kanıtlıyordu. Gerçekten de bir Callendar Etkisi vardı. Keeling'in yıllar süren öncü araştırması net bir eğilimi açıklığa kavuşturmuştu: Atmosferdeki CO₂ düzeyi yükseliyordu. 1959'da ortalama yoğunluk derecesi milyonda 316 parçacıktı. 1970'te bu oran 325 parçaya ulaşmıştı. 1990'da ise 354'ü bulacaktı. Bir grafiğe aktarılan bu yükseliş trendine Keeling Eğrisi adı verildi. Keeling bu eğriyi baz alarak, atmosferdeki karbon dioksitin yirmi birinci yüzyılın ortasında iki katına çıkacağını belirledi. Peki karbon artışının iklim açısından ne gibi bir anlamı olabilirdi?

Uluslararası Jeofizik Yılı benzetme yoluyla da olsa, bir yanıt getirebildi. O günlerde Venüs gezegeni *Astounding Science Fiction* türü dergilerin ilgi odağına yerleşmişti. Bilim insanları UJY'nin Venüs üzerindeki araştırmaları sonucu, sera etkisinin en aşırı noktada yol açabileceği durumu anlamaya başlamıştı. Sera gazı atmosferde yüksek oranda yoğunlaşınca Venüs'ün yüzeyi 465 santigrat dereceye kadar ısınarak, cehennem sıcaklığına teslim olmuştu. Sonunda Venüs çığırından çıkan bir iklim değişikliğinin metaforu olarak kullanılır oldu.¹⁶

Küçük ekibiyle canla başla çalışarak, atmosferik karbon birikimi ölçümelerini yıllarca sürdüren Keeling daha ayrıntılı ve daha titiz sonuçlar elde etti. Revelle Keeling'in çalışmalarını "o güne kadar gerçekleştirilmiş en harikulade ve önemli jeokimyasal ölçümlerden biri, olağanüstü bir kayıt" olarak değerlendirecekti. Keeling Scripps'te konuya takıntı düzeyindeki ilgisiyle tanınmıştı. Kimyacı Gustaf Arrhenius doğum yapmak üzere olan hamile karısını hastaneye yetiştirme telaşı içinde koşurken, Scripps kampüsünde önlerine çıkan Keeling el ederek arabayı durdurdu ve içeri dalarak karbon dioksit ölçümüyle ilgili çetrefilli bir konuda konuşmaya başladı. Bir süre sonra iyice zorlanan karısı artık dayanamayacağını söyleyince, Arrhenius "Affedersin" diye lafını keser. "Bir bebeğimiz olmak üzere." Ve ekler, "Birkaç dakika içinde." Bunun üzerine Keeling durumu anlar ve onları bırakır.¹⁷

Keeling'in çalışmaları iklim biliminde büyük bir geçişi ifade eder. Atmosferdeki karbon miktarını tahmin etmek artık geçen bin yıldaki buz çağıının gizemini ve buz kütlelerinin ilerleme-gerileme hareketinin

iç yüzünü açıklamayı amaçlayan geçmişe dönük bir uğraş olmaktan çıkmıştı. Geleceğe dönük bir konu olmuştu. 1969'da Keeling karbon artışının riskleri hakkında uyarıda bulunabilecek kadar kendinden emindi. "Eğer bugünkü trendleri bir işaret kabul edersek," otuz yıl içinde "insanoğlunun dünyası, görebildiğim kadarıyla, bugüne göre tehlikenin çok daha yakınında olacak" diyordu.

Charles Keeling'in atmosferdeki karbon miktarı üzerindeki çalışmalarının sonucunda az bilinen Callendar Etkisi yerini çok daha iyi tanınan Keeling Eğrisine bıraktı. Keeling'in çalışması iklim değişikliği üzerine yürütülen güncel tartışmanın ve enerji sistemini değiştirmeye yönelik hareketin temelini oluşturdu. Gerçekten de Keeling Eğrisi "sera etkisinin merkezindeki ikon" oldu—bir tasviri Washington'daki Ulusal Bilimler Akademisinin duvarına kazındı.¹⁸

"KÜRESEL SOĞUMA": YENİ BUZ ÇAĞI MI?

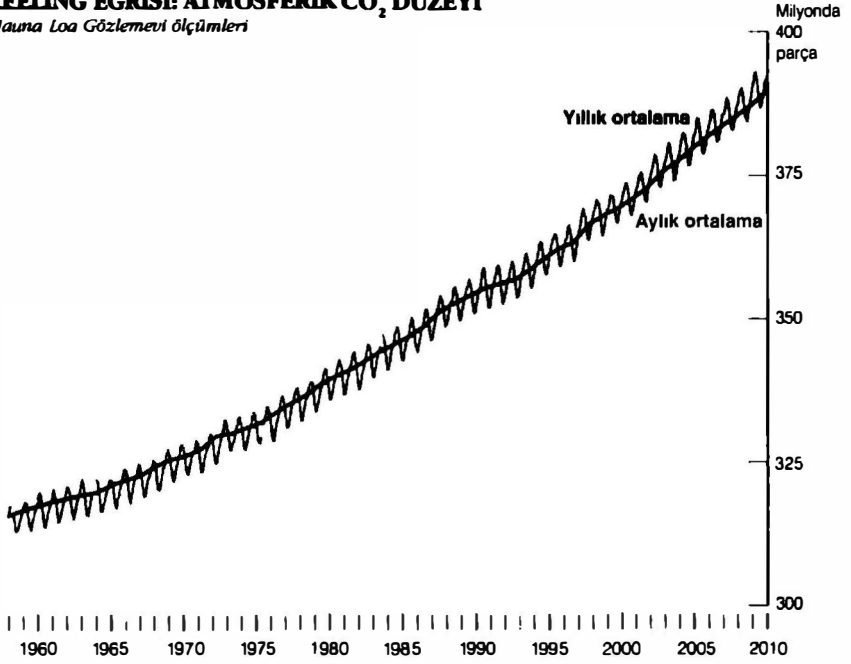
Bu yıllar boyunca iklim değişikliği ile kaygılar, çok çeşitli nedenlerle yükseldi. Ulusal güvenlik topluluğunun kimi kesimleri iklim değişikliğinin stratejik bir tehdit olabileceğinden endişe ediyorlardı: Sovyetler Birliği'nin ortaya attığı nehir yollarını değiştirmek veya Bering Boğazına baraj yapmak gibi "kuş beyinli" fikirler sonucunda, ya askeri üstünlük sağlamak amacıyla ya da kazayla iklimi değiştirebileceğinden endişe ediyorlardı.¹⁹

Keeling'in karbon üzerindeki çalışmalarının etkileri politik çevrelerde de hissedilmeye başladı. Başkan Lyndon Johnson'un Bilim Danışma Kurulunun 1965 tarihli "çevre kirliliği" üzerine bir raporunda, Revelle ve Keeling'in de aralarında yer aldığı bir grup tarafından yazılmış 22 sayfalık bir ek bulunuyordu. "İnsanoğlu fosil yakıtlar kullanmakla, istemeden de olsa" ısıyı değiştireceği neredeyse kesin olan "çok büyük çaplı bir jeofizik deney" yapıyor savı tekrarlanıyordu.

1969'da Nixon'un Beyaz Saray danışmanı (sonradan senatör oldu) Daniel Patrick Moynihan yeni Nixon yönetiminin iklim değişikliği konusuyla "gerçekten ilgilenmek zorunda olduğunu" belirten bir açıklama yaptı. "Bu", "felaket getirecek değişiklik öngörülerine normalde kayıtsız kalan kişilerin bile düşlerine girebilecek çok net bir problem." Araştırmaların, atmosferdeki CO₂ artışının 2000 yılında ortalama sıcaklığı yedi

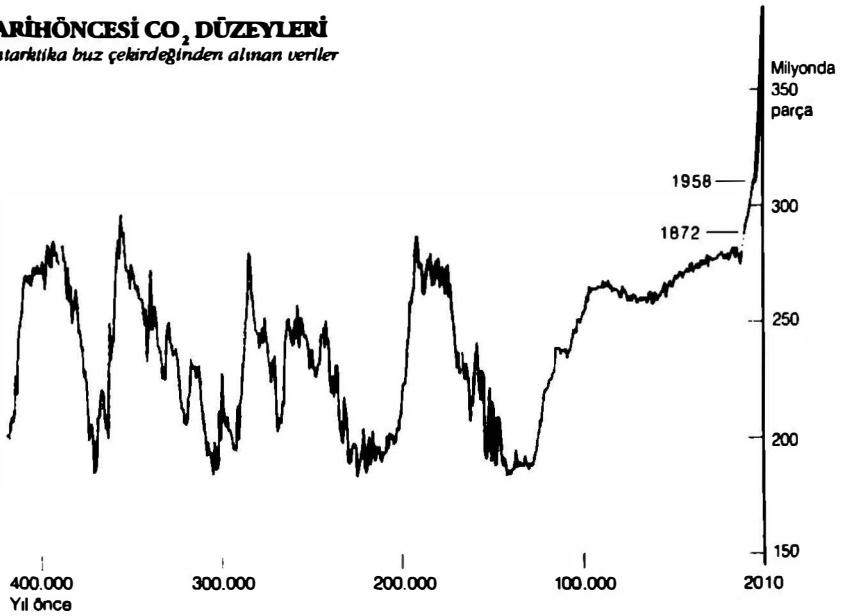
KEPLING EĞRİSİ: ATMOSFERİK CO₂ DÜZEYİ

Mauna Loa Gözlemevi ölçümleri



TARİHÖNCESİ CO₂ DÜZEYLERİ

Antarktika buz çekirdeğinden alınan veriler



Kaynak: NOAA Earth System Research Laboratory Karbon dioksit Enformasyon Analiz Merkezi

derece, deniz seviyesini de üç metre yükseltebileceğini gösterdiğini ekleyen Moynihan, “Elveda New York” dedi. “Sana da elveda Washington.” Ama bir güzel haberi vardı: “Elimizde Seattle’la ilgili veri yok.”

Yine de bu erken açıklamalara karşın, en azından bu tartışmaların küresel ısınmayla ilgili olan kadarı küresel soğumayla da ilgiliydi. Bilim ve teknoloji bürosu direktör yardımcısı, Moynihan’a gönderdiği cevap yazısında “Bu konunun içine girdikçe, iki grup felaket tellahıyla karşılaşıyorum, tabii bir de arada kalan sessiz çoğunluk var. Bir grup karda seken mamutlara döneceğimizi söylerken... öteki grup CO₂ kaynaklı ısı artışından ötürü okyanus seviyesi yükseleceğinden yüzgeçlerimizin çıkacağını ileri sürüyor” diyordu.²⁰

Louis Agassiz ve diğer bilim adamlarını bir yüz yıl önce saran buzulların geri geleceği korkusu büyüyordu. 1950’lerin sonlarında Betty Friedan—sonradan yazdığı *Feminine Mystique* kitabıyla ün kazandı—bu teorileri “Yaklaşan Buz Çağı” adlı bir makalesiyle yaygınlaştırdı. “Eğer insan dondurucu termostatu kapatamaz ve yeni bir buz çağından kurtulmayı başaramazsa, Sahra’da tam bir gayrimenkul patlaması yaşanacak demektir.”

1970’lerin başında CIA, “toplü ölümler ve sosyal karışıklıklar” da dahil olmak üzere, küresel soğumanın her tür jeopolitik etkisini sorgulamaya başladı. 1972’de *Science* dergisi Brown Üniversitesinde toplanan yer bilimcilerinin vardığı sonuçları şöyle açıklıyordu: “Günümüzdeki soğuma özellikle görülebilir düzeydedir” ve “küresel soğuma ve onunla bağlantılı olarak tarihte insanoğlunun yaşamış olduğu dalgalanmaları ciddi ölçüde aşan hızlı çevresel değışiklikler beklenmelidir.” Aşağı yukarı aynı tarihlerde savunma bakanlığının iklim analizine katılan bir dizi bilimci başkan Nixon’a hükümetin yeni bir buzul dönemi olasılığını araştırması gerektiğini belirten bir mektup gönderdi. Bir kısım bilim adamı ise atmosferde biriken aerosol yoğunluğu artışının “bir buz çağını tetikleme ye yeterli” olabileceğini söylüyordu. ABD Ulusal Bilim Kurulu birkaç yıl sonra son yirmi ila otuz yıl içinde bir soğuma eğilimi saptanmış olduğunu açıkladı. Bu, *Science* dergisinin sayfalarından anlaşıldığı kadarıyla hiç de tek yanlı bir sav değildi. 1975 yılında bir bilimci “son birkaç on yıldaki” sıcaklık düşüşüne odaklananların “kendinden hoşnutluklarını” dinamitledi; bu odaklanma onların “kimyasal yakıtlar yakarak üretilen CO₂’nin ısıtıcı etkisini yok saymalarına” neden oluyordu.²¹

İklim değişikliğine gösterilen ilginin artması iklim üzerindeki araştırmalara para akışını körükledi. Bunun nedeni açıktı. Dönemin iki araştırmacısının gözlemine göre, “iklim araştırmalarına yönelik bu ilginin yönlendiricisi, iklimin ısınmasından çok *soğuma* olasılığıydı.”²²

Benzer kaygılar kamuoyundaki tartışmalara da yansıyor. 1975 yılında *Newsweek* şöyle yazıyordu: “Asıl gerçek şu: Bir yüzyılın üç çeyreği boyunca iklim olağanüstü ölçüde yumuşak geçtikten sonra, yeryüzünün iklimi giderek soğumaya başladı.” “Nedenler” ve “boyut” tartışmasına dalan meteoroloji uzmanları, soğuma eğiliminin dünyayı 1600 ile 1900 arasındaki gibi bir “küçük buz çağına” mı yoksa o “büyük Buz Çağına” mı geri götüreceği konusunda kesinlikle görüş birliğine varamıyorlardı. 1976’da *National Geographic* “geri dönüşsüz bir şekilde” “soğuma” ve ısınma sorununun eşit ağırlık taşıdığını bildirdi. Aynı yıl *Time* dergisi şöyle yazıyordu: “Klimatologlar hâlâ yeryüzünü uzun vadede kitlesel açlık ve yakıt kıtlığına yol açacak bir Buz Çağı’nın mı, yoksa kutuplardaki buz dağlarını eriterek sahil kentlerini sular altında bırakacak olan ısınmanın mı beklediği konusunda anlaşamıyorlar.”²³

1980’lerin başlarında küresel soğuma tartışmaları yeni bir yön aldı —ABD ile Sovyetler Birliği arasındaki bir nükleer savaşın başlatacağı amansız bir “nükleer kış”. Bu, nükleer bombaların yaratacağı muazzam duman ve toz bulutlarının güneş ışığının geçişine izin vermeyerek yeryüzünü karanlığa gömmesi sonucunda gerçekleşecekti; böylece yaz aylarında bile “ısı donma derecesinin altına düşecek” “hayatta kalan insanlar için ciddi bir tehdit oluşturacaktı.” Nükleer kış tehlikesinin en önde gelen savunucusu genç yaşta Venüs’teki ekstrem sera atmosferini saptayan astronomlar arasında yer almasıyla tanınan Carl Sagan’dı. Ardından PBS televizyonunda yayınlanan *Cosmos* dizisindeki sunuculuk göreviyle (ve insanların diline pelesenk olan “milyarlarca milyarlarca yıldız” nakaratıyla) ününü daha da artırdı.²⁴

1970’lerin sonu ile 1980’lerin başında nükleer kış korkusuna karşın, iklim değişikliği araştırmalarında soğumadan ısınmaya doğru dikkate değer bir kayma netlik kazandı. Keeling Eğrisi havada, karada ve denizde gerçekleştirdiği doğrudan gözlemleriyle, daha büyük bir bilimsel araştırma alanına, gerçekten de en can alıcı olduğu anlaşılan noktaya doğru akmaya başladı: bilgisayar simülasyonlarında iklim modellemesindeki ilerlemeler.

İKLİM MODELLEMESİ

İklimi anlamaya yarayan bilimsel zemini özel olarak iki teknolojik ilerleme genişletti. Biri uydulardı. 1960'ta fırlatılan ilk ABD hava durumu gözlem uydusu yalnız yeryüzü hakkında daha bütünlüklü bir görüş kazandırmakla kalmadı, aynı zamanda daha fazla ve sürekli büyüyen bir veri akışı sağladı. İlk başta bu, belli bir ilgi ve parasal devlet desteği kazanmış bulunan bir konu üzerindeki çalışmaları ateşledi—"isteyerek" (yani bilinçli olarak) fırtınaları yumuşatma ve dünyanın kuru kesimlerinde yağmur miktarını çoğaltma gibi hava durumu değişiklikleri. Daha 1961'de başkan John F. Kennedy Birleşmiş Milletlerdeki konuşmasında "bütün ulusları hava durumu tahmini ve günün birinde de hava durumunu kontrol etmeye yönelik çabalarında işbirliği yapmaya" çağırmişti. Hava durumunu değiştirme konusu zamanla gündemden düştü, ama uyduların hava durumunu daha iyi anlama çabalarına katkısı büyümeyi sürdürdü.

İkinci ilerleme ise bilgisayarın icadı ve olağanüstü gelişmesi sayesinde, yeni iklim modelleme disiplininin olanaklı hale gelmesiydi. Bilgisayar varlığını, tarihsel anlamda İkinci Dünya Savaşı sırasında ordunun Maryland Aberdeen Deneme Alanı yakınlarındaki bir demiryolu platformunda yaşanan tesadüfi bir karşılaşmaya borçludur. Genç bir matematikçi dünyaca ünlü—en azından bilim ve matematik dünyasında ünlü—bir kişiyi fark eder. Bu kişi John von Neumann'dır. Matematikçi Herman Goldfine kendi deyimiyle "büyük bir cesaret sergileyerek" bir sohbet başlatır. Neumann'ın çok ünlü olmasına karşın hayli dostça davranması Goldfine'ı şaşırtır. Fakat Goldfine, von Neumann'a kendisinin "saniyede 333 çarpma işlemi yapabilecek yetenekte bir elektronik bilgisayar"ın geliştirilmesine yardımcı olduğunu söyleyince, sohbetin şekli birden değişir ve "öylesine bir hoş sohbet olmaktan çıkıp matematikten sözlü doktora sınavına" döner.²⁵

John von Neumann—Budapeşte'de Janos Neumann adıyla dünyaya gelir—1930'da ABD'ye göç ederek, Albert Einstein'la birlikte Princeton İleri Araştırmalar Enstitüsünün ilk öğretim üyeleri arasına girer. Yirminci yüzyılın en olağanüstü ve yaratıcı şahsiyetlerinden biri olan von Neumann yalnızca yüzyılın en büyük matematikçilerinden biri değil aynı zamanda önde gelen bir fizikçi ve neredeyse bir yan uğraş olarak,

modern iktisadın en etkili isimlerinden biri olur (oyun kuramını bulur ve “ekonomik analiz şeklini değiştirdiği” söylenir). Hepsi bu kadar da değil, nükleer caydırıcılığın mucidi olmasının yanı sıra “bilgisayarın babası” olarak da gösterilir. (1956’da yaşamının son demlerindeyken, savunma bakanı, kara-deniz ve hava kuvvetleri bakanları ile bütün kurmay başkanları onun “son tavsiye ve bilgelik sözlerini” dinlemek üzere Walter Reed Hastanesindeki yatağının başında toplanmıştı.) Ayrıca küresel ısınmaya tanrı koyma aracına dönüşen modern matematik iklim modelleme analizinin de babası olarak bilinir. Bütün bunları 1957 yılında elli üç yaşında ölmeden önce başarmıştı.²⁶

Von Neumann’ın en karmaşık hesapları bile şimşek hızıyla kafadan yapmak gibi sıra dışı bir yeteneği vardı. Bir gün altı yaşındayken annesinin gözleri boşluğa dikilmiş halde hayale dalıp gittiğini görünce, “Ne hesaphıyorsun?” diye sorar. Bir yetişkin olarak uykusunda bilinçaltında matematik problemleri üzerinde çalıştıktan sonra, saat üç gibi cevabı bulmuş olarak uyanıyordu. Aynı zamanda olaylara yeni bir gözle bakma yetisine sahipti. Matematikçi Stanislaw Ulam, Neumann’ın düşünce sürecinde yer alan benzerliklerin altını çizdi. En yakın dostlarından biri olan Ulam’la birbirlerine hem matematik içgörülerini hem de Yahudi fıkraları anlatırlardı. Ulam fazla pratik olduğunu, matematiği her tür soruna uyarlamaya kalktığını söyleyerek, takılıyordu ona. Bir keresinde von Neumann’a şöyle dedi: “İş matematiği dışçılığa uyarlamaya gelince orada durursun belki.”

İktisatçı Paul Samuelson, von Neumann’ın hayatta gördüğü “en hızlı beyine” sahip olduğunu söylerdi. Britanya’nın Ulusal Fizik Laboratuvarının başkanı onu “dünyanın en akıllı adamı” ilan etti. Bir arkadaşınınla çalışan herkesin paylaştığı görüşü şöyle özetledi: “Hiç kuşkusuz, bugüne kadar karşılaştığım dâhiye en yakın kişi odur.”²⁷

1944 Ağustosunda Aberdeen demiryolu platformundaki bu tesadüfi karşılaşma von Neumann’ı “bilgisayarın babası”na dönüştüren yolu açtı. O güne kadar bilgisayar bir makine değil, bir iş sınıflandırmasıydı: “bilgisayarlar” gök cisimlerinin gelgitlerini ya da hareketlerini incelemek ve hesaplamak için gereken yorucu ama zorunlu hesaplamaları yapan kişilerdi. Fakat von Neumann İkinci Dünya Savaşı sırasında atom bombası üzerinde çalışırken kendisi ile meslektaşları karşılaştıkları devasa hesap sorununu çözebilmek için mekanik bilgisayar türü bir şey ara-

yışına girdiler. Gizli Los Alamos laboratuvarında zincirleme reaksiyon teorik konseptini korkunç bir silaha nasıl dönüştüreceklerini bulmaya uğraşırken, “modern matematik modellemesini icat ettiler”. Ama bunu hayata geçirebilmek için makineye ihtiyaçları vardı.²⁸

İstasyon platformundaki bu karşılaşmanın hemen sonrasında von Neumann, bu yeni başlayan, belirsiz bilgisayar projesinin üzerine atlamak ve geliştirilmesine katkı yapmak için savaş faaliyetleri üst düzey bilimsel danışmanlığından gelen otoritesini kullandı. 1945 Haziranında “dünya çapında bilgisayar endüstrisinin teknolojik dayanağı” haline gelen 101 sayfalık bir yazı kaleme aldı. Princeton İleri Araştırmalar Enstitüsünde yeni bir bilgisayar prototipi tasarımı ve imalatına başladı.

Peki bu yeni aleti nerede kullanacaktı? Von Neumann yeni keşfettiği bu bilgisayar gücünü kullanabileceği “ilk büyük bilimsel konu”yu saptadı: “türbülans fenomeni” ya da daha basit bir ifadeyle, hava tahmini yapmak. Atom patlamaları simülasyonu ile hava durumu tahmini arasında benzerlikler bulunduğunu fark etti; her ikisi de dizginsiz bir hızla muazzam miktarda hesaplama gerektiren akışkan dinamiklerdeki doğrusal olmayan problemlerdi.²⁹

Hava durumunun karmaşıklığı von Neumann’ın pek sevdiği türden gayretli bir matematik analizi gerektiriyordu, bu da ancak bilgisayarla mümkündü. Stratejik önemi olaya aciliyet kazandırıyor. Entelektüel meydan okuması ona cazip geliyordu. Sovyetler’in cepheaneleri arasına hava durumunu değiştirme planlarını da katabileceğinden ve ABD’ye karşı “bir klimatolojik savaş” açabileceğinden korkuyordu. Kendi deyişiyle “yeryüzünü sallamak”—yani hava durumunu değiştirmek ve dünya çevresinde daha sıcak yarı tropikal bir iklim yaratmak—amacıyla hava koşullarını daha iyi tanımak için bir süre kafa patlattı. Samimi olmak gerekirse, diye düşünüyordu, bu insanların hoşuna gidecektir.

Donanmanın bilgisayarla donatılması ve iklim araştırmaları için fon ararken yüksek hızlı bilişimin “hava durumu tahminlerini en az bir hafta erkene çekeceği” iddiasını ileri sürüyordu. Ardından MANIAC’ın—Matematik Analizci, Sayısal Integrator ve Bilgisayar—yapımını denetledi. *New York Times* bu cihaz için “dev bir elektronik beyin” tanımını kullandı.³⁰

1948’de Sayısal Meteoroloji Projesi tamamlanmış ve çalışmaya başlamıştı. Yeni mezun matematikçi ve meteoroloji uzmanı Jule Charney iklim modellemeyi bilişim alanındaki ilerlemelerle birleştirmeye yöne-

lik matematik formülleri üretme işinde öncülüğü üstlendi. Yapmaya çalıştıkları şey, atmosferdeki ısı ve nemin dinamiklerine hükmeden fizik yasalarını, zamanla gündeme geldikçe bir bilgisayar tarafından çözülebilecek bir dizi matematik algoritması şeklinde ifade etmektir. 1950'lerde Charney ve grubu bilgisayarda ilk iklim simülasyonlarını üretiyordu. Princeton inisiyatifi 1960'larda (iklim değişikliği modelleri geliştirmede lider kuruluşlardan biri olan) Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesine bağlı GFDL—Jeofizik Akışkan Dinamiği Laboratuvarı—adını almıştı.³¹

Von Neumann'ın stratosferik sirkülasyonu ve atmosferik türbülansı anlama çabası giderek küresel atmosferin işleyişiyle ilgili daha gelişkin simülasyonlara—havanın dünya çevresindeki hareketinin kalıpları ve akışları—zemin yaratıyordu. Bunlar genel sirkülasyon modelleri olarak tanındı. Yeryüzünün atmosferi tek olduğu için, bu modeller küresel olmak zorundaydı. Modelleyiciler sürekli olarak modellerini daha gerçekçi hale getirmeye uğraşıyorlardı, bu da dünyanın işleyişini daha iyi kavramak için giderek işlerinin karmaşıklık düzeyini yükseltiyordu.

İklim modellemesi çok zor, külfetli ve kesinlikle öncü nitelikte bir işti. Tokyo Üniversitesi meteoroloji fakültesinden mezun olduktan sonra GFDL'ye giren, en becerikli iklim modellemecilerinden Syukuro Manabe şöyle diyor: “Bilgisayar o tarihte pek çelimsizdi. Her şeyi modele aynı anda koyduğumuzda, bilgisayar altından kalkamıyordu. Ben hep başında duruyor ve modelin ikide bir havaya uçmasını izliyordum.”

Fakat 1967'de Princeton laboratuvarının üyeleri Syukuro Manabe ve Richard Wetherald CO₂'nin iki katına çıkması halinde küresel ısınmanın üç-dört dereceye ulaşacağı hipotezini ortaya atarak, kısa sürede ün kazandılar. Bu konuya tekrar dönmeleri raslantı sonucu olmuştu. Manabe “modelin bulutlu havaya, su buharına, ozona ve CO₂'ye ne kadar duyarlı olduğunu görmek istedim” diyordu. “Sera gazlarını, bulutları değiştirip... oynayarak eğleniyordum. CO₂'nin önemli olduğunu fark ettim, bunun üzerine doğru değişkeni değiştirerek, turnayı gözünden vururdum. O günlerde kimsenin küresel ısınmayı dert ettiği yoktu... Bazıları bir buz çağının gelebileceği korkusu içindeydi.”

Manabe “muhtemelen tüm meslek yaşamım boyunca kaleme aldığım en iyi metin buydu” diyor; ama yine 1970'lerin ortalarında modelleme alanında yeni atılımlar gerçekleştirdi. Yıllar geçtikçe uydu verileri giderek karmaşıklaştıran modellerin titizlik derecesini test eden bir kıstas

oluşturdular. Bununla birlikte 1967 tarihli hipotez—CO₂'nin iki katına çıkması durumunda ortalama küresel sıcaklığın üç ila dört derece yükseleceği savı—küresel ısınma tartışmalarında sabit veri olarak yer etti. Ve de bir fitil oldu.³²

“EVLAT, EĞER BU DOĞRUYSA...”: İKLİM AKTİVİZMİNİN YÜKSELİŞİ

Genişleyen küresel ısınma araştırma kadrosu iklim aktivistlerinin ilk kuşağını oluşturan kesimle bağlanmaya başladı. Onların odağında bilimsel deney değil, siyasi eylem yer alıyordu.

1973'te botanikçi George Woodwell Yale Üniversitesi Eski Yerleşkesinde küresel ısınma üzerine bir konferans verdi. İzleyiciler arasında Fred Krupp adında bir lisans öğrencisi vardı. Krupp Woodwell'in kendisine “evlat, eğer bu doğruysa, başımız adamakıllı dertte demektir” dediğini anımsıyor. Krupp bundan on bir yıl sonra 30 yaşında Çevre Savunma Fonu başkanlığına gelir ve karbon salımını azaltma yanlısı politikanın en önde gelen savunucularından biri olur.³³

Birkaç yıl sonra 1978'de Washington'da Yeryüzünün Dostları adlı çevreci grubun başkanı Rafe Pomerance bir çevre araştırmasını okurken, bir cümle dikkatini çeker: Kömür kullanımının artması dünyanın ısınmasına yol açabilir. Pomerance “Bu doğru olamaz” diye düşünür. Konuyu araştırmaya başlar, kısa bir süre sonra yolu Richard Nixon'un Çevre Kalitesi Konseyinin bir üyesi olan Gordon MacDonald adlı bir bilim adamıyla kesişir. MacDonald'la iki saat kadar tartışan Pomerance “Şehrin çeşitli kesimlerinde brifingler ayarlasam, katılır mısınız?” diye sorar. MacDonald kabul eder ve ikisi birlikte Washington'u turlamaya başlarlar.

Brifingten etkilenen Ulusal Bilimler Akademisi başkanı, Jule Charney yönetiminde bir özel görev gücü oluşturur. Charney Princeton'dan MIT'e geçerek, Amerika'nın tartışmasız en önde gelen meteoroloji uzmanı olur. Charney Komitesi 1979 yılında düzenlediği raporda riskin tamamen gerçek olduğunu bildirir. Savunma bakanlığı ile diğer devlet dairelerine danışmanlık yapan önde gelen fizikçiler ve bilimcilerin oluşturduğu JASON Komitesi adlı bir panelin de aralarında bulunduğu birkaç etkili araştırma benzer sonuçlara ulaşmıştı. Varılan sonuç şöyleydi: “Atmosferin

gerçekten de değişmekte olduğuna ve bizim de bizzat bu değişime katkı yaptığımıza ilişkin su götürmez kanıtlar” mevcuttur. Ardından “küresel iklim sisteminin büyük ve hantal çarkı” okyanusun gözle görülebilir iklim değişikliğini yavaşlatacağı değerlendirilmesi geliyordu. Zaman zaman kullanılan adıyla “JASONlar” “eğer bekle-gör politikası benimsenirse, iş işten geçene kadar beklemek durumunda kalabiliriz” diyorlardı.³⁴

“Şehir çevresinde” yürütülen kampanya 1980 Nisanında yüksek katımlı Senato oturumlarına götürdü. Oturumun yıldızı Keeling Eğrisiydi. Bir tanığın sunduğu, ABD'nin Doğu Kıyısının deniz suyunun yükselmesinden etkilenmediğini gösteren bir haritaya göz attıktan sonra, Massachusetts senatörü Paul Tsongas dozu giderek artan bir alaycılıkla, şu yorumda bulundu: “Elveda Miami, Corpus Christi... elveda Boston, elveda New Orleans, elveda Charleston... İşin iyi yanı, Capitol'un dibinde kayıkla gezecek, South Lawn'da balık tutabileceğiz.”³⁵

MacDonald-Pomerance brifinglerine katılanlar arasında ABD Çevre Kalitesi Konseyi başkanı Gus Speth de vardı. Speth siyaset üreticileri için yeterince kısa bir rapor istedi. Raporun yazarları küresel ısınma araştırmasının en önde gelen isimlerinden oluşuyordu: Charles Keeling, Roger Revelle, George Woodwell ve Gordon MacDonald. Derhal karşı önlemler alınmazsa gelecek on yıllarda “dünyanın ikliminde hatırı sayılır bir ısınmanın söz konusu olacağı” yolunda uyarıda bulunuyorlardı. Sıcak iklimde bir erdem görmüş olan Arrhenius ile Callendar'ın tersine ısrarla vurguladıkları başka bir nokta vardı: “Bu tür kısa erimli iklim değişikliklerinin insanoğlu için pek az avantaj taşıdığı açıktır.” Dört noktadan oluşan bir program önerdiler: problemin farkına varmak, enerji korunumu, yeniden ormanlaştırma ve düşük karbonlu yakıtlar. Son madde kömür yerine doğal gaz kullanılmasını ifade ediyordu.³⁶

Speth bu raporu Beyaz Saraya ve enerji bakanlığına iletti. Burada biraz soğuk karşılandı. O sırada Carter yönetimi—ikinci petrol şoku, İran Devrimi ve doğal gaz kıtlığının etkisiyle—doğal gaz kullanımını kısıtlıyor ve kömüre ağırlık veriyordu.

Speth pes etmedi. Konuyu Çevre Kalitesi Konseyinin 1981 yıllık raporunun merkezine de koydu. Ama artık yolun sonuna gelinmişti, en azından şimdilik. Jimmy Carter 1980 Kasımında Ronald Reagan'a yenilmişti.³⁷ Bazı çevre grupları artık iklimi temel bir mesele olarak görmeye başlıyordu.

Reagan yönetimi devletin iklim araştırmasına yaptığı parasal katkısı kısıtı. Kimse bunu Charles Keeling'den daha iyi anlayamazdı. Onun fonu çoğunlukla istikrarsız olsa da, Hawaii'deki Mauna Loa istasyonu karbon takip projesinin bütünlüğü korundu. İklim üzerindeki araştırmalar sınırlı da olsa devam etti.

1980'lerde iklim değişikliği biliminde meydana gelen kilit nitelikteki bir atılım da, gerek Grönland'da, gerekse çok uzak olduğu için ancak yılda bir kez numune alınabilen Rusya'nın Antarktika'daki araştırma istasyonu Vostok'ta yüzeyin altından derinlerden çıkarılan buz çekirdeğinin geri kazanılmasıydı. Bunlar iklim değişikliği kuramına kritik kanıtlar sağladılar. Bu çekirdekler arasına hapsolmuş küçük hava baloncukları atmosferi binlerce yıl öncesindeki gibi korumuştur; tarihi radyo karbon analiziyle saptanabiliyordu. Bir noktayı tamamen açıklığa kavuşturmak için yoğun bir araştırma yapıldı: sanayileşme öncesinde karbon yoğunluğunun çok daha düşük olduğu gerçeği—1970'te milyonda 325, 1990'da ise 354 parçaya karşılık, milyonda 275-280 parça düzeyinde.³⁸

REVELLE'İN SÜRGÜNÜ

San Diego'da Kaliforniya Üniversitesinin yeni yerleşkesi kurulduğu zaman, buranın ilk rektörü olma sorumluluğu Scripps Oşinografi Kurumu başkanı ve Charles Keeling'in akıl hocası Roger Revelle için kaçınılmaz bir tercih olarak görünmüştü. Yeni yerleşkenin en ileri gelen savunucusu oydu ve rektörlüğe gönül vermiş gibiydi. Ancak Revelle'in güçlü düşmanları vardı, içlerinden üniversitenin etkili yöneticilerinden biri atanmasına engel oldu. Bu Revelle'in profesyonel meslek yaşamı boyunca karşılaştığı en büyük düş kırıklığı olmalıydı. Ortalıkta görünmek içinden gelmiyordu; bir arkadaşının "sürgün" diye tanımladığı bir yolculuğa çıktı.

Aslında bu sürgüne pek de sevimsiz denemezdi; çünkü Harvard'da profesörlük almış ve popüler bir ders olan Doğal Bilimler 118: İnsan Topluluğu ve Doğal Kaynaklar, diğer yaygın adıyla, Pop ve Rocks dersi veriyordu.³⁹

1968 sonbaharında öğrencilerine şöyle diyordu: "İnsanoğlu fosil yakıtları yeryüzüne çıkarıp yakarak, aslında sadece karbon ile oksijeni

orijinal haline geri çeviriyor. Jeolojik çağlar boyunca oluşmuş ve yoğunlaşmış malzemeyi birkaç kısa nesilde tüketiyoruz. Geçen milyar yıl boyunca muhtemelen havadaki CO₂ miktarı hiç bugünkü kadar çok olmamıştı.” Gelecek birkaç neslin fosil yakıt kullanması atmosfere muazzam miktarda CO₂ ekleyecektir. Bunun sonuçları ısı artışı ve “yeryüzü ikliminin hatırı sayılır ölçüde etkilenmesi” olacaktır.

Revelle bunun yanında, sistemin bütünü düşünürken, “karmaşıklaştıran etmenler” dediği olası sapkınlıklardan da söz ediyordu. Örneğin sıcaklık artışı su buharlaşmasını artırarak bulutlanmayı çoğaltacak, “bu da karşılığında dünyaya ulaşan güneş enerjisi miktarını azaltacak ve ısıyı düşürecek.”

Çıkardığı sonuç 1957 tarihinde yazdığı bildiridekiyle aynıydı: “Atmosferik karbon dioksit artışını, dünyanın dört bir tarafındaki insanların özel bir amaç gütmenden yürüttüğü, bize iklimi belirleyen süreçleri daha iyi anlama olanağı veren devasa bir deney olarak düşünebiliriz.”⁴⁰

Revelle çevre sorunları konusunda ayırt edici bir küresel bakış sunan etkileyici bir öğretmendi. Pop ve Rocks öğrencileri arasında Tennessee Senatörü Albert Gore’un oğlu Albert Gore Jr. adlı biri vardı. Revelle’in Keeling üzerindeki etkisi ve karbon yoğunluğu üzerine araştırması iklim bilimi üzerinde belirleyici bir etki yaptıysa, o zaman Al Gore’un da katıldığı derslerinin de iklim politikaları üzerinde derin bir etkiye yol açtığı söylenebilir. Gore çok sonraları “Küresel ısınma problemini fark etmemi Harvard’daki harika öğretmenim Dr. Roger Revelle sağladı. Sözleri ayıltıcı bir etki yaratıyordu... Bütün büyük öğretmenler gibi, yaşamımın o günden sonrasını etkisi altına aldı.”

Tarih 1960’ların sonuydu. Yirmi yıl kadar sonra, 1980’lerin sonunda Gore ve diğer Kongre üyeleri iklim değişikliği sorununu bir politika meselesine dönüştürmeye kararlıydılar. 1986’da yedi senatörle birlikte kaleme aldıkları mektupta, CO₂’nin iklim değişikliği üzerindeki etkisini inceleyen araştırmanın kendilerini “son derece endişelendirdiğini” vurguladılar. Yalnız araştırmaların artırılmasını değil, aynı zamanda bir miktar fiili hareket görmek istiyorlardı.⁴¹

RİO'YA GİDEN YOL

O özel gün—23 Haziran 1988—tam bir Washington yazıydı; hava sıcak değil, çok sıcaktı, öyle ki, derece 38'in üstüne çıkmıştı; aynı zamanda dayanılmaz bir nem vardı. Üstelik aylardır süren yüksek sıcaklığın arkasından bastırmıştı ve ABD'deki eyaletlerin yarısı resmen kuraklıktan kırılıyordu. Bildirildiğine göre, “Ortabatıda kuraklık olağan bir yaşam tarzı olup çıkmıştı.” Bütün bunlar medyanın hava durumuyla bağlantılı her konuya şiddetle ilgi göstereceği anlamına geliyordu. Kısacası 23 Haziran bir senatörün küresel ısınma konulu bir konuşma yapması için mükemmel bir gündü.

Bu konuşmayı izleyen duruşmalar iklim değişikliğinin siyasi bir mesele olarak gündeme oturmasını sağladı. O günkü duruşma başkanı Colorado Senatörü Tim Wirth'dü. Altı ay kadar önce 1988 Ocağında Wirth yardımcılarıyla iklim değişikliği oturumu için çok sıcak bir gün seçmeyi kararlaştırmıştı. Yılın en sıcak gününün genelde hangisi olduğunu sormuş, yardımcılarından biri en uygun tarihin Haziranın sonu olacağı yolunda bir tahminde bulunmuştu. (Yardımcısı emin olmak için Harvard'lı bir iktisatçıyı aramış, konunun uzmanı olmadığını söyleyerek kendisini şaşırtan arkadaşı, hızlı düşünerek *Farmer's Almanac* adlı çiftçi yıllıkına göz atmalarını tavsiye etmişti.)¹

O günden sonra, toplantı odasını iyice sıcak basması için önceki gece bütün pencereler açılarak, klimaların kapatıldığı yolunda bir söylenti yayıldı. Sonradan Wirth'ün kendisinin de ustaca bir “sahne

düzenlemesi” yapıldığından söz ettiği biliniyor. Ama odanın sıcaktan alev alev yandığı ve tanıkların alınlarından ter fışkırdığı gerçektir. Oda-
nın aşırı sıcak olmasına iki sıra televizyon kamerasının güçlü ışıkları da katkı yapıyordu. Wirth “siyasi” bir deyimi aktararak, “Oturumlar öğreticidir” dedi. “Televizyon kamerası karşısında oturum gerçekleştirmek yararlıdır; iki sıra televizyon kamerası karşısında oturum gerçekleştirmek ise cennetlik.” O gün, iklim değişikliği gibi göksel bir konu için tam cennetlik bir gündü doğrusu.²

Wirth oturumu açarken, “Bilimsel kanıtlar kuşkuya yer bırakmıyor” dedi. “Şimdi Kongre bizim bu trendi nasıl yavaşlatacağımıza ya da durduracağımıza kafa yormaya başlamalı.” Tanık sıralarında iklim değişikliğinin güçlü isimlerinden bazıları oturuyordu. En dramatik mesaj ilk tanıktan geldi. New York’taki NASA’nın Goddard Enstitüsü Uzay Araştırmaları direktörü ve atmosfer fizikçisi James Hansen iklim değişikliğinin artık “akademik” bir konu olmaktan çıktığını söyledi. Önde gelen iklim modellemecilerden olan Hansen en korkunç tahminlerde bulunanların başında geliyordu. Şimdi de televizyon ışıklarının adamakıllı ısıttığı bu-naltıcı odada alınıdaki teri silerek, senatörlere ne zamandır beklenen iklim değişikliği “sinyalinin” geldiğini bildirdi. Bilgisayar modellerinin öngördüğü gibi, gerçekten de sıcaklıklar yükseliyordu. “Sera etkisi ile gözlenen ısınma arasında bir neden-sonuç ilişkisinden büyük bir güvenle söz edebiliriz” dedi. *New York Times* tanıklık konuşmasını sonradan şu sözlerle özetledi: “Boş konuşmayı bırakmanın zamanı geldi.” *Times* bu tanıklığın ve oturumun öyküsüne ön sayfasında yer verdi.³

Diğer bir gözlemci iklim modellemenin babalarından Syukuro Manabe toplantıdan şöyle söz ediyor: “Jim Hansen tam bir bomba etkisi yaratmışken, böyle aksanlı konuşan bu Japon’un sözleri kimseyi pek etkilemedi.”

Wirth oturumun “devasa bir olay haline geldiğini” söyledi. “Pek çok kişi daha önce hiç böyle bir şey görmemişti. Bir senato oturumu için olağan dışı sayılabilecek düzeyde ilgi topladı.” Bir bilim adamı bu etkiyi şöyle özetledi: “Bir çevre meselesinin bu kadar hızlı bir şekilde, neredeyse bir gecede bilim alanından politika alanına geçmesine ilk kez tanık oluyorum.”⁴

Wirth'ün oturumu bilim insanları ile politikacılar arasında etkileşimin arttığını gösteriyordu. Buna dünya çapındaki bilim insanları arasında atmosferle ilgili konular üzerinde sınır ötesi araştırmalar ve ağ oluşturma çabalarındaki hızlı bir artış eşlik ediyordu. Güncel çalışmaların başından beri işin içinde bulunan Roger Revelle bu değişimi buruk bir zevkle izliyordu. 1988'de "son on yıl içinde sera etkisi üzerine yazılanlar inanılmaz ölçüde çoğaldı" demişti. Bir zamanlar David Keeling'in küçük çaplı bir ev işi olarak başlattığı faaliyet, binlerce kişinin katıldığı devasa bir operasyon haline geldi."⁵

İklim değişikliği üzerine bir küresel bilim ağının oluşması, Wirth'ün oturumundan üç yıl önce, bir grup bilim insanının Avusturya Alplerinde Villach'ta bir araya geldiği 1985 yılında özellikle belirginleşti. Süper bilgisayar modellerinden buz çağında karbon düzeyinin düşüklüğünden çıkan sonuçlara kadar pek çok kanıtın ikna ediciliği karşısında, bilim insanları iklim değişikliğinin fazla uzakta olmadığına ve insanlığa yarar getirmeyeceğine hükmettiler. Aynı zamanda "sera etkisi sorununun yeterince iyi kavranmış olmasından ötürü, bilim adamları ile politikacıların aktif işbirliğine girdikleri" sonucuna vardılar. Yayınladıkları beş yüz sayfalık rapor uluslararası düzeyde karbon denetimi çağrısı yapıyordu.⁶

OZONDAKİ DELİK: ROL MODELİ

1987'de Montreal'de atmosfer üzerindeki tehdidi ele alan bir konferans toplandı. Bu toplantıdan, daha birkaç yıl önce gerçekleştirilmesi olanaksız görünen yeni bir uluslararası anlaşma çıktı. Bu anlaşma, çevre konusunda küresel ölçekte güçlü bir emsal oluşturdu.

Sera gazları yalnız karbon dioksit değil, aynı zamanda metan ve azot oksit içerir; ayrıca içinde ilk kez 1920'lerin sonunda geliştirilen kloroflorokarbon (CFC'ler) adlı bir grup insan üretimi gaz da bulunur. Kloroflorokarbon gazlarının atmosferdeki yoğunluk düzeyi çok düşük olmakla birlikte, ısıyı tutma bakımından etkileri çok güçlüdür; molekül bazında CO₂'ye oranla on bin kat güçlü olduğu sanılıyor. Geçtiğimiz yıllarda CFC kullanımı aerosol kutularındaki itici gazlardan buzdolaplarındaki soğutucu gazlara kadar çok sayıda alana yayılarak çoğaldı.

1985'te NASA'nın uydu verilerini kullanan British Antarctic Survey araştırmacıları hayretten donakalmalarına yol açan bir gözlemde bulundular: Antarktika üzerindeki ozon tabakasında bir "delik" oluşmaktaydı. Kloroflorokarbon gazları ozonu kemiriyor, kelimenin gerçek anlamında atmosferin bu katmanını incelterek yok ediyordu.

Felaket kapıdaydı. Ozon ultraviyole radyasyonun ölümcül derecede yoğunlaşmasına fırsat vermeyip, birikimi absorbe etmişti. Ozonun erimesi dünyanın her kesiminde yoğun cilt kanseri vakalarını yaygınlaştırabileceği gibi, hayvanlar ve bitkilerin yaşamı üzerinde de ölümcül sonuçlara yol açabilirdi. Yirmi dört ülkenin rekor sürede—1987'de—kloroflorokarbon kullanımını sınırlandıran Montreal Protokolünü imzalamasının nedeni, bu durumun yarattığı korkuydu.

Montreal Protokolü iklim değişikliği hareketi üzerinde dolaysız bir etki yaptı. Bu anlaşmayla sera gazlarının artan yoğunluğunun tehlikeli olduğu kabul edildi. İnsan faaliyetinin dünyanın atmosferine zarar verdiği fikrinin kabul görmesine zemin yarattı. Ve ülkelerin ortak bir çevre tehdidini ortadan kaldırmak için hızla bir araya gelip anlaşabileceklerini gösterdi. Bunlar iklim aktivistlerine küresel ısınma için bir ön prova gibi geliyordu. Ne ki, arada çarpıcı bir fark vardı. İlgili çevre çok küçüktü. Kloroflorokarbon üreten firma sayısı kırkın altındaydı ve pazarın yarısı içlerinden ikisinin elindeydi. Ama tüm dünya fosil yakıt yakıyordu. Yine de küresel ısınma 1988 yazında olanca karmaşıklığıyla, siyasi arenaya adımını atıyordu. Ve duruma bakılırsa geçerli çerçeve, Montreal Protokolünü esas alan anlayış olacak gibi görünüyordu.⁷

JAMES HANSEN'İN "VENÜS" SENDROMU

1988 Haziranının sıcak bir gününde başlayan toplantı James Hansen'i bir bilimsel şöhret ve bundan böyle iklim tartışmaları üzerinde büyük etkisi olacak bir isim haline getirdi.

Siyaset arenası ile kamuoyundaki çoğu kişinin gözünde Hansen iklim konusunda bilimin sesiydi; bu durum onu fazlaca katı ve kuralcı bulan diğer iklim bilimciler arasında rahatsızlığa yol açıyordu. Amerikan Bilimsel İlerleme Cemiyetinin dergisi *Science* "Hansen Sera Tehdidi

Konusunda Dünyaya Karşı” başlıklı yazısında konuyu, “meslektaşlarının canını sıkan olay... onun çıkardığı sonuçları kesinlikten uzak iklim modelleme bilimini yansıtan uygun nitelendiricilerle sarmalamamasıdır” sözleriyle özetliyordu.⁸

Senatör Tim Wirth oturumdan birkaç hafta sonra Roger Revelle’e görüşlerini bildirmesini isteyen bir yazı gönderdi. Aldığı yanıt Hansen’den ve oturuma katılan diğerlerinden duyduklarından oldukça farklıydı. Aslında bir uyarı notuydu bu. “Isınmanın hızı ve miktarı netleşmeden ortalığı fazla velveleye vermemeye özen göstermeliyiz” diyordu. “Bu yaz yaşanan sıcak hava ve kuraklığın küresel ısınmanın sonucu mu yoksa sadece iklimin oynaklığından kaynaklanan bir belirsizlik örneği mi olduğu henüz belli değil.” Ardından şöyle ekliyordu: “Benim kişisel görüşüm güvenilir tahminler yapabilmek için bir on yıl daha beklemenin yerinde olacağı yönündedir.” Revelle başka bir kongre üyesine de sera etkisinin olumsuz ve olumlu sonuçlarının algılanması için en az yirmi yıl geçmesi gerekebileceğini yazdı. “Sera etkisi somutlaşsa da somutlaşmasa da insanların talep edilen önlemleri alması” gerektiğine inanıyordu. Yapılması gerekenler listesinde önceliği nükleer enerjiye ve orman alanlarını genişletmeye yönelik kapsamlı bir programa veriyordu; çünkü ağaçlar havaya salınan karbonu tutup hapsediyordu. Wirth’e mektubunda “Bu genişletme, muhtemelen karbon dioksit salımını çok ciddi oranda azaltarak oldukça güvenilir bir düzeye indirecektir” diyordu.⁹

Hansen ile Revelle farklı geçmişlerden geliyor ve konuya farklı perspektiflerden yaklaşıyorlardı. Revelle jeoloji kökenliydi, oysa Hansen iklim çalışmalarına dış uzayda gezegenler arası araştırmalardan geçmişti. Hansen fizik doktorasını Venüs’ün atmosferi üzerine yapmıştı ve 1976’da bir lisansüstü öğrencisi kendisinden birtakım sera gazlarının atmosferdeki etkisini hesaplamasına yardım etmesini rica ettiği sırada, Venüs’e fırlatılması planlanan bir uzay aracı üzerinde çalışıyordu. Hansen “Bu sera sorunu aklımı başımdan aldı” diyecekti sonradan. Güneş sistemindeki diğer gezegenler üzerinde çalışmalarını sürdürürken, araştırmalarını dünyanın atmosferini incelemeye ve modelleme yapmaya kaydırdı.

Bilimkurgu yazarları onlarca yıl dünyanın yakın komşularındaki yaşam üzerine hayaller kurmuşlardı. Fakat teleskop gözlemleri ve insansız uzay araçları Mars ya da Venüs’ün atmosferlerinin, insanın algı-

layabileceği herhangi bir yaşam formuna olanak tanımadığını açıklığa kavuşturdu. Çok zayıf bir atmosfere sahip olan Mars'ta dondurucu bir soğuk hâkimdi. CO₂ bakımından süper zengin bir atmosferi bulunan Venüs'e ise cehennemi bir sıcak egemendi: yüzeyde 482 santigrat derece. Bu uzay araştırması yeryüzünün ikliminin anlaşılmasına katkı yaptı. Hansen ve meslektaşları 1978'de şöyle yazıyordu: "Dünyanın iklimiyle diğer gezegenlerin iklimini aynı anda incelemenin bize kazandıracığı pek çok şey vardır." Gerçekten de onlarca yıl sonra dediği gibi, Mars ile Venüs'ün atmosferleri arasındaki farklar "o tarihte sera etkisi gerçeğinin en güçlü kanıtını oluşturmuştu". Venüs'ün rolü daha da dolaysızdı. Bunun nedeni, Hansen'in "Venüs sendromu" adını verdiği geri döndürülemez "kontrolden çıkmış sera etkisi" için benzetme olarak kullanılan gezegenin CO₂-yoğun atmosferi ve toprağın yakıcı sıcaklığıydı. Büyük—ve ikna edici—bir güç benzetmesi olarak yer etti.¹⁰

SICAK 1988 YAZI VE "BEYAZ SARAY ETKİSİ"

Wirth oturumundan birkaç gün sonra Toronto'da Değişen Atmosfer Dünya Konferansı düzenlendi. İlk kez bu kadar çok sayıda bilim insanı, siyasetçi ve aktivist iklim değişikliğini tartışmak üzere bir araya geliyor ve bunu büyük bir aciliyet ve görev duygusu içinde yapıyordu. Konferans dünya kamuoyunu CO₂ salımını ciddi ölçüde azaltmak için eşgüdümlü politikalar üretmeye çağırırdı.¹¹

Sıcak hava Wirth oturumundaki gibi, Toronto konferansının da normal bir havaya göre, çok daha fazla ilgi görmesini sağladı.

İklim değişikliği uzun erimli bir olay olduğu halde, James Hansen'in saptadığı işaret, insanları 1988 yazının geri kalan bölümünde sanki kutsal kitap buyruğuymuş gibi bir hava durumu felaketi beklentisine soktu: şiddetli sıcak dalgaları, yaygın kuraklık, kötü hasat, batı bölgelerde orman yangınları, su seviyesinin düşmesi yüzünden nehir yolculuklarında sıkıntı. Klimaların aşırı kullanılması yüzünden yükselen elektrik talebini karşılamak için ek önlemler alındı.

Tüm bunlar çevre koşullarının kötülediğine ilişkin yaygınlaşan bir kaygı artışına yol açtı.

Bu kaygılar Eylülün birinci günü Boston Limanında kendini açığa vurdu. Ronald Reagan'ın yerine geçmek için yapılan 1988 seçimlerinde Demokrat Massachusetts valisi Michael Dukakis, başkan yardımcısı George H.W. Bush'un bir hayli önünde gidiyordu. Dukakis çevrecilik yaparken, Bush onu kendi evinde ve kendi meselelerinde vurmak istiyordu. Bu amaçla Bush Boston Limanını dolaşmak için bir gezinti teknesine bindi. Yanına doluşan kameralara ve gazetecilere Dukakis yönetiminin beceriksizliğine bağladığı limanı kaplayan muazzam miktardaki pisliği keyifle işaret etti. (Dukakis bu pisliğin Reagan yönetiminin vaat ettiği temizlik fonlarını vermemekte ayak diremesinin sonucu olduğu karşılığını verdi.) Kendisini "Teddy Roosevelt Cumhuriyetçisi" ilan eden Bush tam bir Çevreci Başkan olacağına söz verdi. Verdiği sözler arasında şu dikkate değer söz de yer alıyordu: "Bizim 'sera etkisi' konusunda bir şey yapacak gücümüz olmadığını sananlar 'Beyaz Saray etkisini' unutmuşa benziyorlar." Ve ardından şöyle ekliyordu: "Benim bu konuda bir şeyler yapmaya niyetim var." İlk kez bir başkan adayı sera gazı ve iklim değişikliği sorununa seçim kampanyasında yer vermiş ve üzerine gitmek için uluslararası işbirliği arayacağını vaat etmişti.¹²

Sıcaklık manşetlerden düşmüyordu. Zaten o günlerden sonra sıcak dalgası ve kuraklık haberleri hiç eksik olmadı. *Time* dergisi, Ağustos 1923: "Avrupa'yı yeni bir sıcak dalgası vurdu. Hava öyle sıcak ki, Alp'lerde dev buz kütleleri eriyor ve çığ olayları meydana geliyor." *Time* Haziran 1934: "ABD'nin üçte birini kaplayan kızgın güneş... kavuruyor, kızdırıyor ve yakıyor... Ortabatı yalnız cehennem gibi sıcak değil. Aynı zamanda her an tutuşacak kadar da kuru." *Time* Haziran 1939: Londra "o kadar sıcak ki, Avam Kamarasının teras restoranında ter içinde kalan meclis üyelerine serinletici içecek yetiştirmek için on garson daha getirilmiş... Berlin'in Via Triumphalis caddesinin asfaltı o kadar yumuşamış ki, tankların ya da paletli araçların caddeye çıkmasına izin verilmiyor." *Time*, Ağustos 1955: "ABD'nin doğusundaki korkunç 1955 yazı uzun süre hafızalardan silinmeyecek... Şimdiye kadar kaydedilen en şiddetli kuraklık ve sıcak dalgası bölgeyi kasıp kavurdu."¹³

Ama 1980'lerin sonlarından itibaren sıcak dalgaları ve kuraklıklardan söz edenler artık yalnız bunların ne kadar şiddetli olduğundan, yol açtığı sıkıntı ve zorluklardan dem vurmakla yetinmiyor, aynı zamanda

karbon dioksit ve iklim değişikliğiyle ilişkisini de, küresel ısınmanın alarm çanlarının çalmaya başladığını da dile getiriyorlardı. İzleyen aylarda *Time* ve *Newsweek*'te ve belli başlı iş dergilerinde küresel ısınmayla ilgili önemli öyküler yayınlandı, hatta *Sports Illustrated*'de bile "Ölüm İklimi" başlıklı bir yazı yer aldı. Nihayet küresel ısınma ulusun bilincinde yer etmişti.

Ne var ki sıcak 1988 yazı geçtikten sonra, aciliyet duygusu da yok oldu. Bush'un liman gezintisinden birkaç gün sonra *New York Times*'teki bir bilim yazarı 1988 yazını değerlendiren bir yazı kaleme aldı. James Hansen'in "işareti" 23 Haziran günü oturum salonundaki kadar net değildi. 1988 yazının sıcak dalgası kaydı tutulan son 58 yılın en sıcak yazı değil, on birincisiydi. En şiddetli kuraklık 1988'de değil yukarı Ortabatıya "yeni Amerikan Sahrası" adı takıldığı 1934'ün Toz Çanağı günlerinde yaşanmıştı. Muhabir bir iklim bilimcisinin şu sözlerini aktarıyordu: "Kısa erimde ufukta herhangi bir önemli iklim değişikliği görmüyorum ve henüz Manitoba'ya taşınmak için eşyalarımı toplamam gerektiği kanısında değilim." Aynı ay BM Genel Kurulunda iklim değişikliği konusu gündeme gelince, bir delege "bu olayın hâlâ pek çok kişiye bilimkurgu gibi geldiğini" ifade etti.¹⁴

BAYAN THATCHER

Ama o yılın Eylülünde iklim değişikliği üzerine önemli, belki de şaşırtıcı bir ses daha duyulacaktı. İlk kez büyük bir sanayi ülkesinin lideri konuya odaklı bir siyasi konuşma yapacaktı—bu lider İngiltere'nin muhafazakâr başbakanı Margaret Thatcher'dı. Konu siyasetçi olduğu kadar bir bilim insanı da olan Bayan Thatcher'ı son derece ilgilendiriyordu. Oxford kimya bölümü mezunu olan Thatcher J. Lyons gıda şirketinde araştırmacı kimyager olarak çalıştıktan sonra siyaset sanatının ilgisini gliserid tek katmanlarının—kek kaplaması diye de bilinir—moleküler yapısından çok daha fazla çektiğine karar verir. Fakat bu bilimsel eğitimi kendisine iklim değişikliğiyle ilgili konuları çabucak kavrama olanağı verir.

İşin içinde siyasi bir unsur da vardır. İki yıl önce kömür sevkıyatını durdurarak ülkeye elektrik arzını kesmeye ve böylece karanlığa

gömmeye kalkan sol görüşlü kömür madeni sendikasıyla ölümüne bir mücadeleye girişmişti. Bu mücadele 12 yıllık başbakanlık yaşamının en belirleyici dönemi oldu ve kazandığı zafer Britanya'yı bir kronik felç durumuna ve ekonomik çöküşe sürükleyebilecek sanayi ilişkilerindeki ataleti kırdı. Elektrik üretiminde kömürün yerine Kuzey Denizinden gelen düşük karbonlu doğal gazı koyarak, kömür madencileri sendikasının bir daha ülkenin enerji arzına kilit vurarak onu durma noktasına getirebilecek kadar güçlü olmasına izin vermeyecekti.¹⁵

27 Eylül 1988 günü Londra Fishmongers' Hall'da Royal Society'ye seslenen Thatcher iklim değişikliğine büyük bir yer ayırdığı bir konuşma yaptı. Thatcher iklim değişikliğiyle ilgili tehlike çanlarını çaldığı konuşmasının büyük bir ses getireceğini sanıyordu. Aslında umudunu, Fishmongers' Hall'un her tarafına sinmiş kasvet ortamı içinde konuşmasını okumak için ihtiyaç duyduğu aydınlığı sağlayacak koca bir televizyon kameraları sürüsünün parlak ışıklarına bağlamıştı. Ama ne yazık ki medyanın ilgisi çok sönük kaldığı gibi, dehşetle fark etti ki hiç televizyon kamerası da—tek bir tane bile—yoktu. Sonuçta ortalık o kadar karanlıktı ki, konuşmasını doğru dürüst okuyamadı bile—ta ki masasına bir şamdan getirilinceye kadar.

Sonunda konuşmasını okuyabilecek duruma geldikten sonra, ağzından şu sözler döküldü: “Kuşaklar boyunca insanlığın çabalarının dünya sistemleri ve atmosferin temel dengesinin istikrarını koruyacağını varsaydık. Ancak muhtemeldir ki, bunca değişikliğin (nüfus artışı, tarım, fosil yakıt kullanımı) bu kadar kısa bir zamana sıkıştığını dikkate aldığımızda, istemeden de olsa bizzat gezegenin sistemleriyle devasa bir deney yapmaya başlamış bulunmaktayız.” Gerçi emin olmak mümkün değilse de, diye uyardı, “kontrollü deneyler yürütebilecek bir laboratuvarımız yok.” Karar almak için yeterince bilgiden yoksun olduğumuzdan, yoğun araştırma programları ve bol miktarda “iyi bilime” gerek var. Ve burada söz verdiği gibi, İngiliz hükümeti iklim araştırmalarına yapılan harcamaları yükseltti.

Ancak başbakanın konuşmasında televizyon kameralarının bulunmaması, iklim değişikliği konusunun henüz kamuoyunun hayal gücüne ışık tutacak düzeye gelmediğinin kesin göstergesiydi.¹⁶

IPCC VE “VAZGEÇİLMEZ ADAM”

Yıl sona ermeden, kamuoyunun ilgi pırıltısının sönmesine fırsat vermeden dünyanın iklim değişikliğine bakışını etkileyecek belirleyici bir adım atılmalıydı. 1988 Kasımında bir grup bilimci Cenevre’de bir araya gelerek IPCC’yi kurdu: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli. Bu girişim uluslararası ajanslar, konferanslar ve programların harf kalabalığı arasında bir süreliğine kaybolup gitmiş olsa da, sonraki yirmi yıllık süreçte karanlıktan çıkıp bu konu üzerindeki uluslararası söylemi şekillendirecekti. IPCC yasallığını Dünya Meteoroloji Örgütü ve Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı adlı iki uluslararası kuruluştan alıyordu. Ancak IPCC onlarla aynı nitelikte bir örgüt değildi. O daha ziyade iletişimin ucuzlaması ve etkinleşmesi sayesinde yaşama şansı bulan, kendi kendini düzenleyen ve yönlendiren bir organizma, sınırlar ötesi faaliyet yürüten eşgüdümlü bir araştırmacılar ağıydı.

Her zaman bir “baş koordinatör” olurdu; İsveçli meteoroloji uzmanı Bert Bolin. Gelişen uluslararası iklim çalışmalarının merkezinde yer alan ve neredeyse yarım yüzyıl boyunca orada her yıl aynı tempoda çalışmaya devam eden biri varsa, bu Bolin’di—iklim araştırmalarının “vazgeçilmez adamı”. Bolin insanları bir araya toplayan, açık konuşmasını yapan, konferansı yönlendiren kişi, editör, yazar, hakem, dengeleyici, bilimsel tutum sergileyen ve uluslararası politika girişimcisiydi. Bilimsel hayatına atmosfer sirkülasyonu üzerinde çalışan bir matematikçi olarak başlamıştı. 1950’lerde Princeton’da John von Neumann ve Jule Charney’le birlikte çalışarak, ilk bilgisayarlı hava tahminleri için denklem yazımına yardım etmişti. İsveç’e döndüğünde jeokimyaya kayarak, karbon dioksit ile karbon çevrimi uzmanı oldu. Bir araştırma komitesi veya konferansından başka bir tanesinin doğduğu, onun da bir başkasını doğurduğu günlerde kısaltma isimlerin listesi uzar da uzar. Bolin bunların hemen hepsinde yer almakla kalmaz, aynı zamanda anlaşılması zor görünen jargonu anlaşılır kılmakta hiç zorluk çekmezdi. Yarı hatıratında büyük bir akıcılıkla yazdığı gibi, “CAS başkanı olarak ICSU’ya, IUGG ile ICSU tarafından titizlikle ve öncelikle görüşülmek üzere bir rapor sundum ve bu raporu araştırma konferansına sponsorluk yapan ve GARP’nin

geleceğe yönelik planlama ve organizasyonunda önemli bir rol oynayacağına kesin gözüyle baktığımız WMO'ya da ilettim.”¹⁷

IPCC planları resmen 1988 baharında yürürlüğe konduğu halde, Hansen'in tanıklığı ve Toronto Konferansı Bolin'i telaşa sürükledi. Kanıtların özenle incelenmesi ve politikanın bilinenin önüne geçmemesi gereğine inanıyordu. Usta bir konsensus mimarı olan Bolin gelişmeleri Hansen'in tanıklığını “izleyen bilim insanları arasında şiddetli bir tartışma” olarak tanımladı ve “çoğu Hansen'in açıklamalarını kuvvetle reddetti” yorumunda bulundu. “Küresel ısı artışına işaret eden veriler titizlikle gözden geçirilmemiş ve aşırı olayların yaygınlaştığını gösteren yeterince delil ortaya konmamıştır. Bana göre bu, erişilebilir bilginin değerlendirilmesine yönelik daha titiz bir yaklaşım yerleşmediği sürece, bilim adamları ile kamuoyu arasında tartışmanın ne kadar kaotik bir görünüm alabileceğini gösteren açık bir uyarıdır” dedi. Aynı şekilde Toronto konferansından çıkan “gerçekçilikten uzak ve plansız” karbonu azaltma kararından da endişeliydi. Kendisinin belli bir azımsamayla ifade ettiği gibi, “daha güvenilir başka bir değerlendirmeye gerek olduğu çok açıktı”.

IPCC atölyeler, bildiriler, diyalog ve gözden geçirmelerle—arkası kesilmeyen gözden geçirmelerle—iklimin tüm halleri hakkında bilinen ne varsa anlamak ve belirsiz olan ne varsa ortaya çıkarmak için çaba harcayacaktı. Tyndall'ların ve Keeling'lerin—kendi başına çalışan atmosfer bilimcilerinin—dönemi kapanmıştı. Bilim çok yönlü, disiplinler arası, çok uluslu bir uğraştı artık. Ama konu iklimse, olayın tam merkezinde yine Bert Bolin vardı.

İlk IPCC raporunun hazırlanma süresi hayli kısıydı. 1990'a kadar Birleşmiş Milletler Genel Kuruluna yetiştirilmesi gerekiyordu. Washington'da yapılan bir ön hazırlık toplantısını dışişleri bakanı olarak James Baker açtı. İklim değişikliği konusunda “pişmanlık tanımayan” bir politika talebini dile getirdi—uluslararası kamuoyu emin olmasa bile, risklerin gerçekleşmesi halinde sağduyulu olduğu anlaşılabilecek önlemleri almalı anlamına geliyordu. Baker'ın konuşması Bolin'in hoşuna gitmişti ama, “bir eylem programına dönüştürülmesi için erken” buluyordu.¹⁸

SUNDSVALL'DA ORTAYA ÇIKAN SONUÇ

İşin önüne bin türlü engel dikiliyordu. 1990 Ağustos sonu BM Genel Kuruluna sunulacak raporun bitim süresi yaklaşırken, bilim insanları ve siyasetçiler İsveç'in kuzeyinde bulunan Sundsvall'de bir araya geldiler. Bir hafta süren gergin görüşmeler, tek tek sözcükler üzerinde bile yersiz iddialarla kıran kırana tartışmalarla geçti. Örneğin "güvenli" sözcüğü gerçekte ne anlama geliyordu? Cuma akşamüstü hâlâ bir anlaşmaya varılamamıştı. Ve anlaşma olmadan BM Genel Kuruluna somut tavsiyelerle gitmeleri mümkün değildi.

Ardından tüm IPCC sürecini baltalamakla tehdit eden hamasi bir kriz patlak verdi: BM çevirmenleri tam saat 18.00'de işi bıraktılar. Çalışma saatleri sona ermişti ve fazla mesai yapmayı düşünmüyorlardı. Bu tartışmaya açık bir durum değildi. Çalışma kuralları böyleydi. Ama çevirmen olmazsa delegeler aralarında iletişim kuramazdı, o zaman Genel Kurula rapor sunulamaz, iklim değişikliği üzerine de bir karar alınamazdı. Tam o sırada bütün hafta boyunca Fransızca konuşulsun diye tutturun Fransız oturum başkanı çok büyük bir taviz verdi. Kendisinin de son derece akıcı bir dille konuştuğu görülen İngilizceye geçmeye razı oldu.

Tartışmalara ve görüş alışverişine İngilizce olarak devam edildi ve adım adım ilerleme kaydedildi. Fakat Rusya'nın baş delegesi, sigara dumanları içinde öfkeyle burnundan soluyarak sessizce oturuyordu. Onun onayı alınmadan rapor sonuçlanmayacaktı, oysa ondan bu yönde bir işaret gelecek gibi görünmüyordu.

Sonunda Amerikan delegasyonu içinden Rusça bildiği anlaşılan bir bilim adamı yanına gitti. Ama inanılmaz bir olayla karşılaştı. Meğer Ruslar İngilizce bilmiyorlarmış, bu yüzden de anlamadıkları bir metnin altına imza koymayı düşünmüyorlarmış. Amerikan bilim adamı çevirmenlik yapmaya başlayarak, Rusları sonunda belgeyi imzalamaya ikna etti. Böylece konsensus sağlandı. IPCC tam zamanında kurtarıldı.¹⁹

Böylece 1990 Ekiminde IPCC Birleşmiş Milletlere ilk Değerlendirme Raporunu sunmayı başarır. Temel soruna verilen yanıt tartışmaya yer bırakmayacak ölçüde nettir: Dünya ısınmaktadır. Peki, bunun sorumlusu insanoğlu mudur? Isınmanın "daha çok insan eliyle yaratılan sera etkisi-

ne" ilişkin "iklim modellerinin öngörülerıyla önemli ölçüde tutarlı" olduğu yazılıdır. Ancak "doğal iklim değişkenliğiyle de" önemli ölçüde tutarlı olması gibi bir sorun söz konusudur. Gözlem yoluyla artan sera etkisini "tartışmaya meydan vermeyecek biçimde saptamak" için bir "on yıl ya da daha fazlası" gerekmektedir. Dolayısıyla Bert Bolin'in ilk IPCC'si, ısınmaya insanoğlunun yol açtığını söylemek için henüz erken demektedir.

Fakat bu durumda büyük bir risk ortada kalıyordu. Bolin'e göre, "Bu sorunun netliğe kavuşturulacağı tarihte, gelecekteki iklim değişikliğine ilişkin yükümlülükler şimdikinden çok daha "büyük" ve baş etmesi o kadar zor olacaktı."²⁰

RİO HAZIRLIKLARI

Birleşmiş Milletler Genel Kurulu ilk IPCC raporu üzerine başta CO₂ olmak üzere sera gazlarını sınırlamaya yönelik bir uluslararası anlaşma—konvansiyon—çağrısında bulundu. Anlaşmanın, Rio'da toplanması planlanan, resmi adı Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı olan bir sonraki Yeryüzü Zirvesine yetiştirilmesi öngörüldü. Bunu sonuna kadar heyecan dozu hiç düşmeyen, son derece çekişmeli karmaşık bir uluslararası görüşme süreci izledi.

İlk kez gelişmekte olan ülkeler de iklim tartışmalarına ciddi biçimde katıldılar. Ancak karbon salımına sınırlama getirilmesi onların en istemediği şeydi, çünkü bu karar enerji kullanımlarını kısıtlayarak ekonomik büyümelerine sekte vuracaktı. İnsanın atmosfere saldığı karbonun çoğundan sanayi ulusları sorumluydu; hayli uzun bir süredir kömür, petrol ve doğal gaz yakıyorlardı. Karbon onların karbonuydu; sorunun sorumlusu onlardı, öyleyse durumu düzeltmek de onlara düşerdi. Gelişmekte olan ülkelerin büyüme şansı niye ellerinden alınındı? Gelişmekte olan ülkeler diğer bir konunun daha gündeme alınmasına şiddetle karşı çıktılar: yine bol miktarda CO₂ salgılanmasına yol açan ormansızlaştırma. Bu da hareket özgürlüklerine ve kalkınmalarına sekte vurabilirdi.

Gelişmiş ülkeler keskin bir ayrışma yaşadılar. Çoğu—başta Avrupalılar—salımı azaltmaya yönelik somut zaman tarifeleri ve hedefler belirlenmesi için gayret gösterdiler. Onlara göre kaybedilecek zaman kalma-

mıştı. Diğerleri de ilerlemek istiyor, ancak işi daha ağırdan alıyor, araya çekinceler koyuyor ve somut hedeflerden kaçınmaya çalışıyorlardı. Çok fazla belirsizlik vardı, özellikle 1990'ların başındaki o resesyon günlerinde ekonomik geleceklerini daha fazla riske sokmak istemiyorlardı.

ABD'nin tutumu az çok bu yöndeydi. Bush yönetimi ikiye bölünmüştü. İklim değişikliği bilim alanından siyaset dünyasına kaymıştı. Bush yönetimi içindeki bu mücadele sonraki on yıllar boyu devam edecek iklim tartışmasının bir paradigması haline gelecekti.

GİTMEK YA DA GİTMEK

Gidecek mi, gitmeyecek mi? Tartışılan soru buydu. Başkan George H.W. Bush 1992 Haziranında Rio de Janeiro'daki Yeryüzü Zirvesine gidecek miydi? Yoksa gitmeyecek miydi? Söz verdiği gibi sera gazlarını Beyaz Saraya taşıymıştı. Ama "Beyaz Saray etkisi" istendiği gibi çıkmamıştı. Çünkü bu gazlar, yönetimi içinde ateşli bir savaşı alevlendirmişti.

Çevre Koruma Kurulu EPA'nın direktörü William Reilly, Koruma Vakfı ve WWF (Dünya Yaban Yaşamı Fonu) başkanlığı yaptığı günlerden beri, yaklaşık on yıldır iklim değişikliği endişesini taşıyordu. Hedef konmasını şiddetle desteklediği gibi, Bush'un Rio'ya gitmesini de hararetle savunuyordu. Bush'un 1988 tarihinde verdiği sera gazlarını Beyaz Saraya taşıma sözünü "son derece önemli" buluyordu. Söz başkanın ağzından çıkmıştı; onun yönetim politikası olmuştu ve Reilly kendi deyişiyle "hep buna bel bağlamıştı".

Ancak yönetimdeki diğerleri başkana, karbon sınırlamasının zaten resesyona girmiş bulunan ekonomiyi "muazzam bir riske" sokacağını söylüyorlardı. Ekonomik Danışmanlar Konseyi başkanı Bush'u "ekonomiyle kumar oynama" anlamına gelecek bir karar vermemesi için uyardı. Günümüzde de devam eden ülkenin gelişimini iklim değişikliğine uyarılmanın bedeli üzerindeki tartışma böyle başladı. Bush'un Rio'ya gitmesine karşı olanlar bu konudaki belirsizliğe ve küresel ısınma tezini desteklemeye yetecek ölçüde ısı değişikliği kanıtı bulunmamasına vurgu yaptılar. Gelişkin bilgisayar modelleri, yönetimdeki karşı fikirlerin gözünde henüz sadece bir modelden ibaretti. Üstelik IPCC bile daha

insan etkisinin kanıtlanmadığını söylerken, nasıl hedef belirlenebilirdi? Kimileri de iklim meselesini, kapitalizm ve serbest piyasa ekonomisi karşılığında “kırmızı”dan “yeşil”e doğru—bir eleştirmenin sözleriyle “kökü kızıl yeşil ağaç”a—bir renk geçişi olarak yorumluyordu.²¹

Yönetim içindeki karşıt isimlerin başındaki kişi Beyaz Saray personel şefi John Sununu’ydu. Sununu New Hampshire valiliği yaptığı üç dönem boyunca Seabrook nükleer enerji santraline karşı nükleer karşıtı eylemlerle, tarihe “ülkenin en şiddetli nükleer güç savaşı” diye geçen bir mücadele yürütmüştü. Şimdi iklim değişikliği aktivistlerini de aynı “büyüme karşıtı, kalkınma aleyhtarı grup” arasında görüyordu. Gerçekten de onun gözünde bu çevreler, model güdümlü senaryoları ekonomik gelişmenin aşırı nüfus ve doğal kaynak yetmezliği yüzünden kısa bir süre sonra dumura uğrayacağı yolunda ünlü—ve yanlış—bir kehanette bulunan 1972 Roma Kulübü Raporuyla aynı hamurdandı.

Sununu aynı zamanda MIT’te mühendislik doktorası yapmıştı. Sonradan şöyle diyecekti: “Siyasete atılmadan önce geçimimi model hazırlayarak kazanırdım; istediğiniz her sonucu alabilirsiniz bu modellerden. Eğer insanlar bu modellerde bir geçerlilik buluyorlarsa, akıllarını yitirmişler demektir.” Geribildirimleri sorguladı ve o tarihte modellerde okyanusları dikkate almamanın ciddi bir eksikliğe yol açtığını saptadı. Sununu iklim araştırmasına fon temininin önemli ölçüde yükseltilmesini destekledi, ama yönetim içinde iklim değişikliğinin önkoşula dönüştürülmesine meydan okuyanların başını çekti—ve Bush’un Rio’ya gitmesine hararetle karşı çıktı.²²

İklim değişikliği hiçbir şekilde yönetimin en önemli ve en acil sorunu olmadı. Bush’un görev süresinin çoğu çağın krizleriyle geçti—Doğu Avrupa’da komünizmin yıkılışı, Sovyetler Birliği’nin çöküşü, ardından Irak’ın Kuveyt’i işgali ve Körfez Savaşı. Bush ve ekibi gerek müttefikleriyle birlikte çalışarak, gerekse koalisyonlar oluşturarak bu krizleri aşma konusunda büyük bir beceri sergiledi. Körfez Savaşı 1991 Martında sona erdi; Sovyetler Birliği 1991 Aralık ayında kendini feshetti.

Ama Bush’un değer verdiği bağlaşıkları ve kendisi Avrupalıların baskısı altındaydı. Başbakan Margaret Thatcher kabinesine iklim değişikliği üzerine bir tam günlük eğitici brifing verilmesi için ısrar etti. Avrupa Topluluğunun çevre komiseri Bush’u somut hedefler ve salım-

larla ilgili zaman cetvelleri konusundaki “düşmanlığı”ndan ötürü açıkça kınadı. Almanlar ABD’nin “sabitleme taahhüdünü kabul etmesi” gerektiğini ileri sürdüler.²³

“YİNE UZUN BİR NUTUK ÇEKECEK”

Fakat Rio artık iyice yaklaşmıştı. Başkanın planları konusundaki belirsizlik elle tutulur hale gelmişti.

Bir basın toplantısında bir gazeteci Bush’a “kendinizi çevreci başkan diye tanıtırken, Rio’ya gitmemeniz ters olmayacak mı?” diye sordu.

Başkan “bana kalırsa, ikisi de mümkün” diye yanıt verdi. “Ben, yine uzun bir nutuk çekecek diye bakmayıp, olumlu görecekle bir toplantı için görüş birliği sağlayabilir miyiz, bunu öğrenmek istiyorum.”²⁴

Sonunda 1992 Nisanında bir sera gazı konvansiyonu üzerinde anlaşmaya varıldı. Toplantı, somut hedefler konmadan, sera gazlarının sabitlenmesi çağrısı yaptı.

ABD tarafı bu anlaşmayı kabul edebilirdi. Bush Rio’ya gidecekti. Başka zorlayıcı nedenler de vardı. Bush kendisini çevreci biri olarak kabul ediyordu ve insanların kendisini bir Teddy Roosevelt Cumhuriyetçisi gibi görmelerini istiyordu. Ayrıca kendileriyle çok yakın bir çalışma temposu içinde olduğu belli başlı müttefik ülkelerin liderlerinin—komünizmin yıkılışı ile Sovyetler Birliği’nin çöküşü ve ardından kurulan Körfez Savaşı koalisyonu üzerine—Rio’da hazır bulunacağını biliyor ve onları yüzüstü bırakmak istemiyordu. Bunun dışında iç politikayla ilgili meseleler de vardı. Daha bir yıl önce 1991 Martında Körfez Savaşı sonrasında Bush kamuoyu yoklamalarında yüzde 90 gibi olağanüstü yüksek—hatta devasa—bir destek düzeyine ulaşmıştı. Ama ülkedeki resesyonun derinleşmesiyle birlikte Bush’a verilen destek geriledi ve artık kararlı bir savaş önderi olmaktan çıkıp giderek “dünyadan habersiz” bir lider gibi görülmeye başlamıştı.

1992 baharında Rio yaklaşırken ve Kasım seçimleri pek uzak sayılmazken, Bush her gün iki karşıtı tarafından hırpalanıyordu: Bağımsız hareket eden veri işlemci milyarder Ross Perot ile kötü takipçisi Demokrat aday Arkansas valisi Bill Clinton. Bunların yönelttiği saldırılar

arasında Bush'un çevre politikalarını hedef alan yaylın ateşi hiç eksik olmuyordu. Clinton Bush'u çevre konusundaki "vahim hataları" yüzünden ve "çevre konusundaki ilerlemenin tek başına önünde duran kişi" olmakla suçluyordu. Eğer Bush Rio'ya gitmeseydi, bu saldırılar adamakıllı ağırlaşacak ve bir Teddy Roosevelt Cumhuriyetçisi olduğu savı tamamen dayanaksız kalacaktı.²⁵

Değişen bir şey daha vardı. Rio'ya gitmesine en başta karşı çıkan kişi—Beyaz Saray personel şefi John Sununu—yönetimden ayrılmıştı.

"HERKESE DİPLOMATİK SERBESTLİK"

Böylece Bush o dönemde "herkesin diplomatik serbestlikle hareket ettiği 12 gergin gün" diye tanımlanan Rio Zirvesine katıldı. Aynı zamanda da 160'ı aşkın ülkenin devlet ve hükümetleri ile uluslararası örgüt başkanları, 10.000 hükümet görevlisi ve aktivistler, STK üyeleri, iş dünyası liderleri ve gazetecilerden oluşan 25.000 kadar kişinin de katıldığı müt-hiş bir etkinlikti bu. STK'ların çoğu daha önce hiç olmadığı bir şekilde görüşme sürecinin ayrılmaz bir parçası olarak yer alıyorlardı; diğerleri ise kendi paralel dünya zirvelerini topluyordu. Bir grup ise protestolar düzenliyordu; bazı aktivistler Rio'ya tepeden bakan o muazzam Kesmeşeker Dağının tepesine, aldatmaca olarak gördükleri konferansı kınadıklarını belirten dev bir bayrak asmışlardı.

Ortalık nutuktan geçilmiyordu. Aldığı alkışlara ve yarattığı heyecana bakılırsa, en popüler devlet başkanı Fidel Castro'ydu. Nutuk atmaktaki ustalığını sergileyen Kübalı lider kapitalizmi ve tüketim hırsını çevre felaketinin sorumlusu olarak lanetlerken, hem kendisi hem de dinleyiciler galeyana geliyordu. Eski komünist Doğu Avrupa ülkeleri ile eski Sovyetler Birliği'nde Demir Perdenin çöküşüyle ortaya çıkan muazzam ve vahim boyutlardaki çevresel bozulmaya karşın, bu söylem sürdürülebiliyordu.

Kendi adına George Bush bu nutuklara yanıt vermeye çalıştı. "Amerika'nın çevrenin korunmasına ilişkin konumu rakipsizdir" diye karşılık verdi, "bu yüzden, ben buraya özür dilemeye gelmedim". Ama bu sözlerin bir faydası olmadı, çünkü o *New York Times*'in belirttiği gibi "Rio top-

lantısının Darth Vader'i" olarak değişmez bir role sahipti. Üstelik bu durumda olan yalnız o da değildi. ABD yönetimindeki iklim anlaşmasının en önde gelen savunucusu William Reilly Rio'ya ayak bastığı gün gazetelerde resminin altında şöyle bir başlıkla karşılanmıştı: "Şeytan Rio'da!"²⁶

Dünya Zirvesinin sondan bir önceki günü onca hengâme arasında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi imzalandı. İlk imzacılardan biri ABD adına George H.W. Bush'tu. Metni 153 lider daha imzaladı. ABD Senatosunun birkaç ay sonra konvansiyonu onaylamasıyla, sözleşmeyi tam anlamıyla benimseyen ilk sanayi ülkesi ABD oldu. Artık iklim değişikliği, hemen tüm dünya ülkelerinin kabul ettiği bir uluslararası anlaşmayla küresel düzeyde öncelik kazanmıştı.

ÇERÇEVE SÖZLEŞMESİNİN BAŞLATTIĞI SÜRECİ

Çerçeve Sözleşmesi çoğu imzacının sandığından daha zor, belki de çok daha zor ulaşılabilir bir hedefti. "Atmosferdeki sera gazı yoğunluğunu iklim sistemine tehlike yaratacak boyutlarda antropojenik müdahaleyi önleyecek bir düzeyde sabitleme" hedefi ağızlardan düşmeyen bir jargona dönüştü. "Antropojenik" sözcüğü insanoğlunun Latince karşılığıydı. Konvansiyon dikkatleri insan faaliyeti—başta kömür, petrol ve doğal gaz yakılması ile ormanların kesilmesi—sonucu sera gazı salımına çekti.²⁷

Anlaşma gereği gelişmiş ülkeler salım oranlarını kontrol etmeye yönelik taahhütlerde bulundular; gelişmekte olan ülkeler ise izlemenin dışında bir yükümlülük altına girmediler. Ayrıca gelişmiş ülkeler "salımlarını azaltmaları için gelişmekte olan ülkelere yardımcı olmak" üzere "yeni ve ek finansal kaynaklar sağlamayı" kabul ettiler. "Ortak uygulama" konsepti—ülkelerin sınırları içindeki şirketleri diğer ülkelerdeki benzer gruplarla birlikte çalışmaya teşvik etmeleri—geliştirildi. Konvansiyon, bütününde iklim değişikliğine yönelik çalışmaların pek çok yıla, hatta onlarca yıla yayılacağını vurguluyordu. Fiili uygulama sırasında ise uluslararası pazarlıkların karakterinde bir değişme gözleniyordu—hükümet dışı örgütler sürecin bir parçası olarak kutsanıyor, böylece masadaki koltukları az çok garanti altına alınmış oluyordu.

ABD yönetiminin uzmanları ABD'nin yeni enerji etkin programlar ve yeni çevre teknolojileri sayesinde 2000'e kadar salımı 1990'daki düzeylerde tutabileceğini hesaplamışlardı. Reilly'nin sonradan dediğine göre, "Bu hesaplama kesinlikle yanlıştı. ABD'nin 1990'larda yaşayacağı inanılmaz ekonomik büyümeyi öngörememiştik. Salımlar 1990'larda yüzde 11 oranında yükseldi. Öte yandan önümüzde belirli hedefler olsaydı, bizi daha etkin kılacak politikalar üretebilirdik."²⁸

İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi—Rio'dan çıkan anlaşma—gerçekten de övgüye değer nitelikteydi. Sera gazı salımını 2000 yılında 1990 düzeylerine düşürme "amacı" dışında belirlediği başka bir hedef olmadığından değil, salt var olması bile çok önemliydi. Dört yıl önce iklim değişikliği ABD'nin gündeminde bile değilken, artık bilim çevrelerinin zihnini meşgul eden meçhul bir konu olmaktan çıkıp uluslararası topluluğun insanlığı ve gezegenin refahını tehdit eden ivedi ve temel bir meydan okuma olarak resmen kayda geçirdiği bir soruna dönüşmüştü.

Rio'ya giden yol aslında hayli uzundu; iki yüz yıl önce İsviçre Alp-lerinde başlamıştı. Ne ki bir avuç araştırmacının geçmiş, buzullar ve Buz Çağı takıntısı olarak başlayan olay, gelecekte ağır basan bir enerji meselesi olmaya adaydı.

BİR PAZAR OLUŞTURMAK

Doğrusu ahlaki açıdan ayıplanacak bir fikirdi. Bir kirlilik pazarı yaratmak mı? Şirketlere kirliliklerini bir meta gibi satma hakkı tanıyan ticari “tahsis” olanağı vermek mi? Çevrenin bozulmasına bir pazar fiyatı biçmek mi? İnanılır gibi değil!

Pek çok çevre örgütü, akademisyen ve daha birçok kişinin bu devrimci fikre—çevre problemlerini piyasa (alım-satım) mekanizmasını kullanarak çözmek—verdiği tepki böyle oldu.

İleri gelen siyaset kuramcılarının biri felsefi açıdan itirazını şöyle dile getirdi: “Kirliliği alınıp satılan bir metaya dönüştürmek, kirlilikle gayet yerinde olarak özdeşleşen ahlaki lekeyi” silmek gibi vahim bir sonuca yol açacaktır. Büyük bir çevre örgütünün başı daha da açık sözlüydü: “İktisat, beyin rahatsızlığının ilerlemiş bir biçimidir.”¹

Kirliliği dizginlemek için pazardan yararlanma mücadelesinin en şiddetli aşamasına ulaştığı 1980’lerin sonu ile 1990’ların başında yaygın tepki böyleydi. Bu özel “beyin hastalığı” biçimi fikir dünyasından, iktisatçılar arasındaki kirliliği iktisat kurallarına tabi kılma tartışmasından çıkmıştı. Derken, bu yaklaşımın içerdiği olanakların ayarttığı, klasik yasal düzenlemelerin katılığından rahatsız olan ve eylemsizlikten bunalan küçük bir “siyaset girişimcisi” grup—iktisatçılar, çevre aktivistleri ve resmi görevliler—pazardan yararlanarak iklim değişikliğine karşı mücadele etme fikrini benimseyiverdi. Bu yöntem nefret edilecek bir şey olmak yerine, iklim değişikliği meydan okumasının üzerine gitmek için

“daha iyi” bir yol—doğrusunu söylemek gerekirse, tek araç—olarak görülmeye başlandı.

Bu yaklaşımdan beklenenler soluk kesecek kadar büyüktü; dünya enerji pazarını ve herkesin yaşamındaki enerjinin niteliğini, böylelikle de günlük tercihlerimizin pek çoğunu yeni baştan yaratması bekleniyordu. Bu nasıl gerçekleşti? John Maynard Keynes’in deyişiyle, hiçbiri öncelikle daha önce hiç duymadıkları düşüncelere kanal açan düşünürler oldukları hakkında herhangi bir fikri olmayan—kendinden sonrakı politikacıları ve yasa yapıcılarını, genel olarak “pratik adamları” etkileyen—“akademik yazar müsveddeleri”ne kadar gider.

“BAŞYAZAR MÜSVEDESİ”

Bu örnek olayda bir “başyazar müsveddesi” vardı: Ronald Coase. Gerçi görünüşe bakılırsa bu makam için en uygun olmayan aday, Coase’dı. 1910’da dünyaya gelen Coase çocukluğunda bacaklarındaki çocuk felci olduğu sanılan bir “zayıflıktan” ötürü önceleri fiziksel ve zihinsel engelli çocuklarla aynı sınıfa yerleştirildi. İlaç şişeleri üzerindeki yazıları inceleyerek kendi kendine okumayı öğrendi. Posta işçisi babası 11 yaşında onu bir frenolojiste götürdü; güvenini kazanmaya çalışan adam ona, “yeteneklerini fazla hafife alıyor olabilirsin” dedi. Bu iyi bir öğüttü. Coase ertesi yıl normal eğitim düzenine geçti. Yitirdiği zamanı telafi etti ve sonunda Londra İktisat Okulundan doktorasını aldı. Ardından 1951’de ABD’ye göç etti.²

Kırk yıl sonra 1991’de 81 yaşındayken son derece büyük etki yaratan iki makalesinden ötürü, iktisat dalında Nobel Ödülü aldı. İktisat dalında Nobel Ödülü kazanan birinin eseri olarak her iki yazıda da basit aritmetik dışında, her tür matematikten özenle kaçınılmıştı. Ama ileri sürdüğü savlar çok güçlüydü. 1937 yılında yayınlanan “Şirketin Doğası” adlı yazısında Coase son derece temel bir soruyu ele alıyordu: İnsanlar piyasa ekonomisinde kendinin patronu olanlar denizinde serbest çalışan olarak kalmak varken, niye şirketlerde toplaşıyorlar? Verdiği yanıt “işlem maliyeti”ydi—şirketlerde maliyetler daha düşüktür, işleri halletmek daha kolaydır ve verimlilik daha yüksektir, diyordu.

İkinci makale Milton Friedman'la dostça bir tartışmanın ürünüydü: "Sosyal Maliyetler Sorunu". *The Journal of Law and Economics* dergisinde yayınlanan yazı iktisat tarihinin en çok alıntı yapılan makalesi arasına girdi. Zamanla çevre sorunlarının çözümünde piyasalardan yararlanma fikrine temel oluşturdu. Coase'ın düşünceleri devlet mülkiyetindeki iş kolları ve yasal düzenlemeler üzerindeki çalışmalarından ve onlarda gördüğü ciddi boyutlardaki verimsizlikten önemli ölçüde etkilenmişti. Coase piyasaların ve fiyat sistemlerinin doğrudan devlet müdahalesi ve denetimine göre daha iyi çözümler sağlayacağını savunuyordu. Savını kanıtlamak için "zararlı etkiler" diye nitelendirdiği dışsallıklar—burada, ekonomik faaliyetin ürünü olan istenmeyen kirlilik—üzerinde yoğunlaştı.

Dışsallıklar sorunu—istenmeyen sonuç ya da etkiler—iktisatçıların uzun zamandır mücadele ettikleri bir şeydi. Yirminci yüzyılın başında, malın fiyatına yansımayan dışsallıklarla başa çıkmanın en iyi yolunun, hükümetin müdahale edip söz konusu dışsallığa vergi koyması olduğunu ileri süren iktisatçı Arthur Pigou'nun görüşü büyük ölçüde etkili olmuştu. Bu vergi bir nevi günahın ceremesi gibi düşünülmeliydi. Bir paket sigaraya konan bir dolar vergi ya da benzine konan elli sent karbon vergisi Pigou vergilerine örnek gösterilebilirdi. Ancak Coase, Pigou'nun tamamen yanıldığından emindi; onun devletin zekâsına fazlaca umut bağladığına ve mülkiyetin rolünü anlamakta yetersiz kaldığına inanıyordu.

Coase'ın örnekleri kirlilik de içinde olmak üzere kimisi ortaçağa kadar uzanan hukuksal konulara odaklanıyordu. Bir ortaçağ derebeyinin yünü ve eti için malikânesinde yetiştirdiği "koniler"—evcil tavşanın diğer bir adı—komşu araziye kaçıp orada üremeye ve kontrolsüz bir şekilde çoğalmaya başlayarak komşunun malikânesini yaşanılmaz hale getirirse, ne yapmak gerekir? Komşunun kömür sobası yakmasının yarattığı "koku kirliliği"ne ne demeli? Bunlar mülkiyet hakları ve karşı karşıya kalan komşuların bunlara yüklediği görece değerlerle ilgili sorunlardı. Coase bu sorunları çözmenin yasal düzenleme ya da vergi yoluyla değil, pazar yoluyla mümkün olabileceğini savunuyordu. Coase "Bütün çözümlerin bir maliyeti var" diyordu. "Doğrudan devlet müdahalesi, problemin çözümünü piyasaya ya da firmalara bırakmaktan daha iyi sonuç vermeyecektir."³

Coase kirlilik haklarının *fülen* alınıp satılmasından hiç söz etmedi, ancak yazdıkları bu fikri içeriyordu. Fikirlerini alıp çevre konularına

uyarlayan başkaları oldu. 1968'de yayınlanan *Pollution, Property and Prices* (Kirlilik, Mülkiyet ve Fiyat) kitabında Kanadalı iktisatçı John Dales, Great Lakes'de kirliliği yok etmenin en etkili yolunun “kirlilik hakları pazarı” olabileceğini ileri sürdü. Dales tezlerini İngilizce kaleme aldı; birkaç yıl sonra David Montgomery Harvard'daki doktorasında denklemler konusunda ona paralel savlar öne sürdü. Ama ikisinin yaklaşımı da sonunda aynı noktaya çıkıyordu: Salımlar da mülkiyet gibi ya da en azından yarı-mülkiyet gibi döviz kuru, petrol, hisse senedi, bono ya da gayrimenkul gibi alınıp satılabilecek şekilde işlem görse daha tercih edilir, daha etkin ve daha az maliyetli olmaz mı?⁴

“KİRLİLİKLE SAVAŞ”

İktisatçılar 1960'ların sonunda ve 1970'lerin başında siyaset gündemindeki yeri yükselen kirliliğe daha fazla ilgi göstermeye başladılar. 1970'te başkan Richard Nixon kendi deyişiyle ulusun “kirlilikle savaş”ını yönetmek üzere ABD Çevre Koruma Ajansını kurdu. Böylelikle çevre düzenlemelerinin adamakıllı yoğunlaştığı bir döneme girildi. Düzenlemeler çoğunlukla, ayrıntılı standartlar, yükümlülükler ve koşullarla, inceden inceye düzenlenmiş özel teknoloji reçeteleri ve sınıksız denetlenen uygunluk kurallarıyla—örneğin makine başı maksimum şu miktarda salım sınırlaması—birlikte idari denetim ve mikro-yönetim biçimine büründü. Bu yaklaşım, Sovyetler Birliği ile uydularına özgü merkezi planlamaya dayalı, son derece verimsiz “komuta ekonomisi” sözcüğünden türetilen “emir-komuta” düzenlemesi olarak tanındı.

Ancak 1970'lerin ikinci yarısından itibaren ABD'de federal düzeyde ve birkaç eyalette daha fazla pazara dayalı yaklaşımlarla çok mütevazı denemeler görüldü.⁵

“YAŞI ANIMSAMAYA UYGUN”

1980'lerin başında zehirleyici özelliğinden ötürü, benzinin içeriğindeki kurşunun çıkarılmasına karar verildi. İlk araba motorlarında görülen kronik “vuruntu” bazen o kadar güçlü bir ses çıkarıyordu ki, göz ardı

etmek olanaksız olduğu gibi, ayrıca çoğu zaman motora ciddi zarar da veriyordu. Yıllar süren araştırmalar sonunda 1920'li yıllarda tetraetil katkısıyla bu vuruntunun önüne geçilebildi. 1963'te tetraetil kurşun "yirminci yüzyılın hiç kuşkusuz en övgüye değer buluşlarından biri olarak" takdir edildi.⁶

Ancak bunun üzerinden yirmi yıl geçmeden kurşunun insan sağlığı için çok ciddi bir tehdit oluşturduğu ve motorlara faydası ne düzeyde olursa olsun, mutlaka kullanımdan kaldırılması gerektiği konusunda görüş birliği oluştu. Reagan yönetimi döneminde bir kabine toplantısının önemli bir bölümü benzinin kurşundan nasıl arındırılacağı konusuna ayrıldı. Tartışma sırasında başkan Reagan başını sallayarak, aklına gelen bir olayı anlatır: Onlu yaşlardayken, tetraetil içerikli kurşunun bulunması, motor yakıtları ve araçların performansı açısından gelmiş geçmiş en büyük ilerlemelerden biri olmuştu, der. Bunu söyledikten sonra masada oturan kabine üyelerinin yüzlerine bakınca, anlamayan bakışlarla karşılaşır. Birden kafasına dank eder: "Aa, tamam" der, "sanırım aranızda yaşı bunu anımsamaya uygun olan tek kişi benim."⁷

Kurşunun kullanımdan kaldırılması sürecinde rafinericilere—ayrıntılı kurallar dayatılmak yerine—kurşun "permilerini" aralarında alıp satma olanağı tanındı, böylece bir talimat sistemine göre kurşundan daha çabuk kurtulma yönünde bir ekonomik teşvik sağlanmış oldu. Bu pazara dayalı bir çözümdü. Kurşun programı beklenenden daha başarılı oldu. 1987'de yani beş yıl içinde benzinde kurşun kalmadı ve bu iş tahmin edilenden çok daha düşük bir maliyetle gerçekleşti. Gelecekte kirliliği azaltmaya götüren yol kurşunla açılacak gibi görünüyordu. Belki bu pazar yaklaşımının gerçekten de bir değeri vardı."

1988 başkanlık seçiminde iki senatör kendi seçtikleri bir yükümlülük üstlendiler; kampanyalarına çevreyle ilgili gayretli "yeni düşünceler" eklediler. Haziran 1988 küresel ısınma oturumuna başkanlık eden Tim Wirth Liberal Demokrattı, John Heinz ise ılımlı Cumhuriyetçi. İkisi de kendi partisinde çevre konularının ön saflarında yer alıyordu. İki senatör Proje 88 adlı girişimi organize etti. Proje direktörlüğüne genç Harvardlı ekonomi profesörü Robert Stavins'i getirdiler. Stavins şöyle

düşünüyordu: “Yeni fikirlere ihtiyaç duyuyorlardı. Bir iktisatçıyı işe alarak ekonomiyle ilgili fikirler edindiler.”⁹

Proje 88 “piyasa güçlerini harekete geçirme”nin çok büyük bir ileri adım olacağı bir dizi çevre ve enerji problemi belirledi. “Ekonomik teşvik sistemleri” emir-komuta sisteminin “dikte edilmiş teknolojik çözümlerinden” çok daha az paraya, daha iyi ve daha çabuk sonuç verecekti. İklim değişikliği hedef listesindeydi.¹⁰

ASİT YAĞMURU ASİT TESTİ

Proje 88 fiyat ve pazarları kullanma fikrini gündeme getirmiş olabilirdi. Ama şimdi 1988 seçimleri sona erdikten sonra bir asit testi gündemdedi. “Asit yağmuru” ele alınacaktı. Asit yağmurunun öyküsü ve onunla nasıl baş edileceği meselesi, pazar güdümlü iklim değişikliği politikalarını savunanlar için sık sık dile getirilen merkezi bir gündem konusu haline gelmişti.

“Asit yağmuru” kömürle çalışan enerji santralleri tarafından havaya salındığında atmosferde reaksiyona girerek sülfürik aside dönüşen sülfür dioksit (SO_2) etkisi için kullanılan bir çağrışım terimidir. Avrupa’nın pek çok bölgesi için, diğer etkilerinin yanında, Almanya’daki Kara Orman ağaçlarının yarısına zarar verdiği söylenen önemli bir olaydı.

Kuzeydoğu ABD ile Doğu Kanada’da açık ara en önemli hava kirliliği olayı olarak kayda geçti. Yerel standartlarla başa çıkılabilecek türden tanıdık bir yerel kirlilik meselesi değildi. Midwest kömür santralinin uzun bacalarının atmosferin yüksekliklerine gönderdiği SO_2 eyalet ve ülke sınırlarını aşarak ormanları tahrip ediyor, göllere asit yağdırıp balıkları öldürüyor ve binaları çürütüyordu. Ronald Reagan’ın görev süresinin bitimine kadar Kongre’ye 70’in üzerinde farklı asit yağmuru önerisi sunuldu. Bu önerilerin arasında pek çok farklılık bulunmasına karşın, ortak bir çarpıcı özellikleri vardı: hiçbirisi yasalaşmadı. Sorun Kanada’yla o kadar büyük sürtüşmeye yol açtı ki, başbakan asit yağıcılığındaki bir nüktedanlıkla, ABD’yi asit yağmuru yüzünden savaş açmakla tehdit etti. 1980 kampanyası sırasında gerek Michael Dukakis, gerekse George H.W. Bush SO_2 ’yi azaltmaya kesin olarak söz verdi.¹¹

George H.W. Bush'un seçimi kazanmasından hemen sonra yeni başkanın Beyaz Saray danışmanı C. Boyden Gray, Harvard'dan Robert Stavins'i asit yağmuru konusunda pazara dayalı bir yaklaşımın uygulanmasını görüşmek üzere Beyaz Saraya davet etti. Boyden Gray, Proje 88 raporunu okumuştı ve uyum maliyetini azaltmak için çevre sorunlarına pazar ilkelerini uyarlamaya büyük bir ilgi gösteriyordu. Gray, Reagan yönetimi sırasında kurşunun kullanımdan kaldırılması programında görev yapmıştı. Gray iktisatçıların çalışmalarının yanı sıra, Çevre Koruma Fonu eski başkanı Richard Stewart ile Bruce Ackerman başta olmak üzere, hukukçu akademisyenlerin kirliliği azaltmaya yönelik olarak pazar yapılandırılması üzerine yaptıkları çalışmalardan da etkilenmişti.¹²

"EN DÜŞÜK MALİYETLİ ÇÖZÜMLER"

Boyden Gray Yönetim Bürosundan Robert Grady, Ekonomi Danışmanları Konseyinden iktisatçı Budget, Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü doktorasını Los Angeles'in smoku üzerine yapmış Robert Hahn gibi isimlerden oluşan küçük bir danışma ekibi kurdu. Gray'in ekibini hizmet kuruluşlarının salım ticareti yapacağı pazara dayalı bir sistem yaratarak düşük maliyetli bir yapı tasarlama azmi birleştiriyordu. "ABD'nin düzenleme maliyetlerinin dörtte biri Temiz Hava Yasasından kaynaklanıyor" diyen Gray'e göre "Amerikan halkının üzerindeki bu maliyeti düşürmenin en iyi yolu uyum maliyetlerini azaltmak"tı.

Peki ama bu nasıl gerçekleştirilecekti ve siyasi pazarlaması nasıl yapılacaktı?

Gray *Wall Street Journal*'de Çevre Koruma Fonu başkanı Fred Krupp'un kaleme aldığı, Batıda su meselelerini çözmek için piyasalardan yararlanmayı savunan bir yazı okumuştı. Şimdi de Krupp'u asit yağmuru konusundaki tartışmaya çekmişti. Gray, Krupp'a ÇKF'nin Kongreden makul derecede geçme şansı olan bir taslak hazırlayabilirse, bunu başkana sunabileceğini söyledi. Bunun üzerine Krupp biri Joseph Goffman adlı bir hukukçu, diğeri ise Daniel Dudek adlı bir iktisatçı olan piyasa bazlı yaklaşıma tutkuyla bağlı iki meslektaşını görevlendirdi.

Ancak çok şiddetli bir muhalefetle karşılaştılar. Appalachia ve (sendikacı madencilerin yüksek sülfürlü kömür çıkardığı) Middle West (Orta

Batı) ile (sendikasıız madencilerin düşük sülfürlü kömür çıkardığı) Batı bölgelerini temsil eden kongre delegeleri arasındaki kömür savaşı yüzünden asit yağmurundan kurtulma konusu neredeyse on yıldır geride kalıyordu. Ayrıca ÇKF dışında hemen bütün büyük çevre örgütleri salım ticaretine kesinlikle karşıydı. Salım ticaretini—“kirletme ruhsatı”—mantiğa aykırı, ters, ahlaksızca ve kesinlikle kabul edilemez buluyorlardı. Çevre “satılık” olamazdı.¹³

Bir önemli muhalif daha vardı: bürokrasi. Boyden Gray’in temsilcisi John Schmitz’e göre, Çevre Koruma Ajansı hiç de “coşkulu” görünmüyordu. “Ortabatıdaki bütün büyük tesislerin haritasını çıkarmışlardı ve bu santrallerin her birinde hangi teknolojinin gerekli olduğunu biliyorlardı... Bizse tamamen farklı bir konsepti tartışıyorduk—bırakın piyasa versin kararı.” Ancak kararı piyasaya bırakmak “karar alma yetkisinin bürokrasiden özel sektöre geçmesi” demekti. Ajans memurları teknik kararlar almak ve uygunluk talimatları vermek yerine piyasa takipçiliği yapacaklardı.¹⁴

Gray ve ekibi piyasaya dayalı bir çözümün inovasyona çok geniş bir alan açacağı inancını taşıyordu. Emir-komuta yaklaşımıyla arasındaki başlıca fark, önerilen yasal çerçevenin dayatılan özel teknolojileri ve süreçleri değil performans ve sonuçları dikkate alacak olmasıydı. ÇKF’den Dudek ile Goffman’a göre en iyi—ve “düşük maliyetli”—sonuçları elde etmek için “gereken karmaşık, hayli dağınık ve sürekli değişen enformasyonu” değerlendirme olanağı verecekti.¹⁵

Önemli bir ders de, asit yağmuru yasasının tarafsız işbirliğini kimin başarabileceğini ortaya koymasıydı. Bu yalnızca Cumhuriyetçi başkan açısından değil, Senatodaki Demokrat Çoğunluk Lideri George Mitchell açısından da belirleyici bir konuydu. Yasa önerisinin Kongreden geçmesi yine de şiddetli bir mücadeleye konu olacaktı.

“BÜYÜK POLİTİKA DENEYİ”

15 Kasım 1990’da George H.W. Bush Temiz Hava Yasa Değişikliklerini imzaladı. IV. Madde asit yağmurunu hafifletecek bir salım ticareti sistemi getiriyordu. Bu, daha birkaç yıl önce gündeme bile giremeyen bir mesele açısından büyük bir zaferdi. Kesenin ağzını her geçen gün biraz

daha büzmek, yani yıldan yıla verilen ruhsat ya da izin sayısını azaltmak izin başvurularında seyreltici bir etki yapacak, böylelikle de salımı azaltma yönündeki teşvikleri artıracaktı. Pek çokları bu sistemi tahsis ticareti olarak yorumladı. Kimisi de daha iyimser bir bakışla, “Büyük Politika Deneyi” olarak.¹⁶

Kamu hizmetleri kuruluşları tahsisat alım satımı ağır bir tempoda başladıktan sonra, giderek standart uygulama halini aldı. O günden sonraki yıllardaki gelişmeler son derece etkileyiciydi. Salım ticareti çok büyük miktarda azalma getirdi; bu sonuç, yasal düzenleme sistemiyle öngörülebilecek düzeye oranla çok daha düşük bir maliyetle ve çok daha hızlı bir şekilde gerçekleşti. 2008’de salım düzeyi 1980’e göre yüzde 60 azaldı. Salım oranındaki hızlı düşüşün ilave ödülü olan akciğer hastalıklarındaki azalma, ayrıca sağlık hizmetleri alanında da hatırı sayılır bir tasarruf sağladı.¹⁷

Bu olayın çevre sorunlarını çözmeye yönelik düşünceler üzerinde de ciddi bir etkisi oldu. Bir grup MIT araştırmacısı “Bu kadar önemli bir başarı elde edebilen başka bir ABD çevre programı bilmiyoruz” sonucuna vardılar. “Ve uygun görülen herhangi bir alternatif emir-komuta programının bunun yanına bile yaklaşabileceğine ihtimal bile vermiyoruz.” Coase’ın teorisi işe yaradı; piyasanın etkisi kanıtlandı. Kirlilik sorununa pazar temelli yaklaşım ahlaka aykırılık ve sapkınlık noktasından on yıl içinde hemen hemen genel kabul gören mantık olup çıktı. Bu deneyin, yeni uç vermekte olan iklim değişikliğiyle başa çıkma konusundaki tartışmayla ilgili politik tepkileri de şekillendireceği kesindi.

Tahsis ticaretine de yeni bir isim takıldı: sınırla ve al-sat.

SO₂ programının iklim değişikliği konusunda sınırla ve al-sat yaklaşımına kazandırdığı saygınlık hiç de tesadüfi değildi. Yandaşları 1990 programını, baş meseleleri olmaya aday durumdaki iklim değişikliği sorunu için bir “demo modeli” olarak görüyorlardı. Asit yağmuru programının başarısı, Capitol Hill’in iklim değişikliği politikalarını ilerletmesi için çaba harcayan sayıları durmadan çoğalan çevre örgütleri açısından bir denek taşı işlevi taşıyordu. Joseph Goffman sonradan şunları söyledi: “Birkaç yıl içinde temiz havaya kavuşacaktık ve ardından vites yükseltip iklime geçecektik, 1990’larda öyle umuyorduk.”

Ve arkasından “Bu inancı, moralimizi sağlam tutmakta kullanıyoruz” diye ekledi.¹⁸

“İNSANIN İKLİM ÜZERİNDEKİ GÖZLE GÖRÜLEBİLİR ETKİSİ”

1990’ların başında SO₂ piyasası normal seyrinde yürürken, IPCC bilimin iklim değişikliği alanında bulunduğu noktaya ilişkin her beş yılda bir yaptığı “değerlendirme”lerin yenisini hazırlamakla meşguldü. Süreç bir kez daha baştan sona gözler önüne seriliyordu; dünyanın tüm zaman kuşaklarındaki araştırmaların toparlanması, incelenmesi, sorgulanması, anlam çıkarılması, tartışmaya açılması. Bu kez İkinci Değerlendirme Raporunu meydana getiren “rapor dökümleri” iki bin sayfayı buluyor ve on bin bilimsel metne gönderme yapıyordu.

Bir kez daha süreç İsveçli meteorolojist Bert Bolin’in ne yaptığını bilen, tedbirli ellerindeydi ve bir kez daha son derece dikkatli davranmak ve elde edilecek sonuçların gerçekten bilinebilecek olan şeylerin üzerine çıkmamasını garantiye almak istiyordu. “Yine de,” diyordu, “ilerideki değişikliklerle ilgili kestirimlerin ne kadar güvenilir olduğunu söylemek çok zordu.” Bir yanlış anlaşılmadan kaygılıydı. Örneğin *tab-min* sözcüğünün kullanılması—kamuoyuna ve siyasetçilere iklim değişikliğinden söz ederken—“gerçekte oldukça sınırlı bir olanak hakkında yanıltıcı bir izlenime yol açabilirdi”.

Bolin ayağını sağlam basmak zorundaydı. Bazı bilimciler “insanın iklim üzerindeki takdire şayan etkisini” ilan etmek istiyordu. Oysa bu Bolin’in gözünde açıklığa kavuşmamıştı. Onun bakışına göre “takdire şayan” sözcüğünün yerini “gözle görülebilir” terimi almıştı. Böylece 1995 tarihli ikinci IPCC raporu şöyle bildiriyordu: “Kanıtların özeti küresel iklim üzerinde insanın gözle görülebilir bir etkisi bulunduğunu göstermektedir.” Bu cümle meşhur oldu. Raporun “en iyi tahminle” böyle devam ederse küresel sıcaklıklar 2100 yılında iki santigrat derece yükselecek, şeklindeki hükmü de.

Science dergisi IPCC’nin raporunu “Resmi Açıklama” başlığıyla duyurdu: “Sera Gazı Isınmasının İlk İşareti Görüldü”. Raporun “insan kaynaklı iklim değişikliğinin yeni fark edilen parmak izlerini” saptadığını bildirdi.¹⁹

GELİŞMİŞ VE GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELER KARŞI KARŞIYA

IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) görünürlüğü yanı sıra, güven yönünden de birkaç basamak yükselmiş olabilir. Ama öte yandan daha tartışmalı bir kimliğe büründüğü de gerçektir. Yarattığı ilk tartışmalı nokta, gelişmekte olan ve gelişmiş ülkeler arasındaki “Kuzey-Güney” yüzleşmesini yeniden gündeme getirmiş olmasıdır. 1860 ile 1990 arasında biriken toplam CO₂ salımının yüzde 75 kadarı sanayileşmiş uluslardan kaynaklanmıştır. Oysa nüfusları dünyanın yüzde 20’si dolayındadır. Bir karbon sınırlaması getirilmesi beklendiğinden, gelişmekte olan ülkeler hidrokarbon kullanmalarının sınırlandırılmasına ve bu sınırlamanın ekonomik büyümelerine yapacağı daraltıcı etkiye karşı çıkarken seslerini daha da yükseltmeye başladılar. Bolin Çin’den, önerilen sınırlamaların gelişmekte olan ülkeler üzerindeki etkilerinden söz eden öfkeli bir mektup aldı. “Böyle bir bilimsel değerlendirmenin adalet ve eşitlikten yoksun olmasından ötürü üzüntü duymaktayız” diyordu Çinliler. Raporda bazı düzeltmeler yapılarak bu üzüntüleri biraz olsun giderilmeye çalışıldı.

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki bu çatışma, Rio’nun devamı olarak 1995 yılında Berlin’de toplanan ulusal delegeler yaklaşan Kyoto konferansına temel oluşturacak bir “yetki belgesi” hazırlarken ağır basan konu oldu. Berlin toplantısı başkanı Angela Merkel’di. Birkaç yıl önce komünist Doğu Almanya’da bir fizik kimyageri olarak çalışan Merkel’in kariyerinde herhangi bir değişiklik beklediği yoktu. Ama 1990’da iki Almanya aniden birleşince onun önünde siyaset yolu açılıverdi ve o da büyük bir hızla Hristiyan Demokrat Partinin başına geçti. Şimdi, Berlin Duvarının yıkılmasından sadece beş yıl sonra birleşik Almanya’nın çevre bakanıydı. Merkel, Berlin konferansındaki açış konuşmasında sanayileşmiş ülkelerin “küresel iklimi koruma sorumluluğumuzu üstlenmiş olduğumuzu herkesten önce kanıtlamasının” önemini vurguladı.²⁰

Sonuç da bu doğrultuda oldu. Berlin Yaptırımı sanayileşmiş uluslar küresel iklim düzenlemelerinin yeni evresinde somut hedefler üstlenirken, gelişmekte olan ülkelerin böyle bir zorunluluğa tabi tutulmamasına hükmetti. Bu “farklılaştırılmış sorumluluk” anlayışı iklim değişikliğiyle ilgili küresel siyasetin önemli bir mücadele alanına dönüştü.

YÜKSELEN ÇIKARLAR—YÜKSELEN ÇATIŞMA

İkinci tartışmalı nokta Bolin'in tanımıyla, bizzat IPCC süreci üzerindeki kutuplaşmayla ortaya çıktı. İklim değişikliği bir politika konusu olarak kökleşirken, IPCC'nin değerlendirmelerinde somutlanan gerçekler daha yalın çıplaklık kazandı. Eğer bazılarının önerdiği şekilde hareket edilseydi, dünya ekonomisinin enerji tabanında köklü bir değişikliğe gitmek gerekcekti ve bunun ekonomik büyüme ve refah alanında çok ciddi sonuçları olabilirdi. Bilim topluluğu ile enerji üreten ve enerji tüketen sanayilerin eleştirmenleri gerek iklim değişikliği bilimi konusunda, gerekse doğa ve insan gücünün görece etkileri konusunda IPCC'nin bilinmesine izin verdiğinden çok daha fazla belirsizlik bulunup bulunmadığını tartıştılar ve hâlâ tartışmaya devam ediyorlar. Sunulan sentezlerin ve özetlemelerin dayanak alınan çok sayıda araştırma tarafından doğrulanmayan bir görüş birliğini yansıttığını ileri sürdüler. Kimileri belli başlı katılımcıların bilimsel nesnellliğini ve aslında tüm sürecin meşruiyetini sorguladılar. Hatta CO₂ artışının ekin hasadını zenginleştireceği ve dünyayı daha verimli, daha sağlıklı bir hale getireceği gerekçesiyle, aslında yararlı olduğunu iddia edecek kadar ileri gidenler bile oldu. Kimileri ise sadece toplam CO₂ salımındaki insanoğlunun payı küresel iklim sistemi üzerinde bu kadar belirleyici olabilir mi, diye sorguladı.

IPCC katılımcıları ise karşılığında bu eleştirmenleri cahil şarlatanlar, sanayi korsanları ve “sahte bilim” düzenbazları olmakla suçladılar. Son derece dikkatli bir adam olan Bolin bile “iklim değişikliği konusunu tartışacak bilimsel bilgiden yoksun kuşkucuların sığ analizlerindeki hemen her daim bilimsel açıdan yetersiz yaklaşımları”na karşı çıkarken, küçümsemesini ve öfkesini gizleyemedi. Zamanla bu “kuşkucular” “iklim inkârcıları” olarak iyice gözden düştüler. Aralarından bazıları, örneğin çoğu zaman iklim inkârcısı diye tanıtılan MIT meteoroloji profesörü Richard Lindzen, IPCC'nin bilimsel çalışmalarını övgüyle karşılamakla birlikte, “insanın sorumluluğu” “ikonik iddiasının” kanıtlanamayacağını ve bulutların rolü gibi iklim üzerindeki belli başlı etmenlerin doğru dürüst anlaşılammış olduğunu ileri sürüyor. Bert Bolin 2007 yılındaki bir yazısında Lindzen'in araştırmasında “meşru bir bilimsel yaklaşımı”

odak aldığını belirtirken, bir yerde şöyle devam ediyordu: “Hepimiz biliriz ki, geleceğe yönelik projeksiyonlar gözlemlerle ve bazı temel süreçlerle doğrulanamaz ve ikincil derecedeki geribildirimden yine de doğru dürüst bir sonuca varılamaz.”²¹

Şurası kesin, eğer IPCC’nin saygınlığı ve iklim değişikliği ile içerdği tehlikeler konusundaki hakem rolü güçlenmeye devam etmeseydi, bu tartışmaların hemen hiçbiri yaşanmazdı. Kurumun ikinci değerlendirmesi bir sonraki adımın çerçevesini de çizmişti—1992’de Rio de Janeiro Yeryüzü Zirvesinde benimsenen İklim Değişikliği üzerine Birleşmiş Milletler Çerçeve Sözleşmesinin taahhütlerini yaşama geçirmek için oyun planını belirleyecek dev bir uluslararası konferans. Toplantının gerçekleştiği yerin adı—Japonya’nın eski başkenti Kyoto—küresel iklim değişikliği politikasıyla özdeşleşti. “Kyoto” iklim değişikliği sorununu devlet yetkilileri, bilim insanları ve ilgili taraflardan oluşan dar bir kesim arasında tartışılan uluslararası bir konu olmaktan çıkarıp, küresel bir politik mesele haline getirdi.

KYOTO ÇARPIŞMALARI

1997 sonbaharında Kyoto konferansına birkaç hafta kala ekonomi, iş ve tarım sorunları bakanlık müsteşarı Stuart Eizenstat’a delegasyon başkanı olarak görevlendirildiği bildirildi. Konusuna son derece vâkıf olma yetisine sahip, dikkatli, odaklı ve inanılmaz mantıklı bir adam olan Eizenstat dört dörtlük bir problem çözücü ve usta bir görüşmeci olarak tanınırdı. Ne var ki, Kyoto’yla ilgili tanıtıma katıldıktan sonra, kendisini, sonradan o güne kadar rastladığı “en karmaşık, en zor ve en yorucu” görüşme olarak tanımlayacağı bir sürecin içinde buldu.

Bin yıl önce Japonya’ya başkentlik etmiş şehrin bahçe ve tepeleri arasında yer alan bir göl üzerine kurulu olan Kyoto Uluslararası Konferans Merkezindeki toplantı sera gazı azaltma hedeflerini belirlemek ve uygulama mekanizmalarını netleştirmek amacıyla yapılıyordu. Beş yıl önceki Rio gibi, Kyoto da buluşup görüşen, gruplaşıp baş başa veren, hesaplar yapıp tezler üreten ve hepsi birden şu ya da bu delegasyonun, en çok da görüşmelerin ileri gelen heyetleri içindeki gelişmeler hakkın-

da sürekli bilgi ve dedikodu alışverişi yapan insanlarla dolu—aralarında devlet memurları, uzmanlar, STK'lar, sanayi temsilcileri ve gazetecilerin bulunduğu 10.000 kişi—sirki andıran bir görünüme bürünmüştü. Bir bölümü hayatlarında ilk kez ellerine aldıkları neredeyse ayakkabıları büyüklüğündeki ilk nesil cep telefonlarıyla, görüşmelerdeki en ufak bir dönüş ve kaymayı yakalamak ve tek bir söylentiye bile kaçırmamak için acemice uğraşıyorlardı.

Japon organizatörler çevreye duyarlılıklarını göstermek için konferans merkezindeki ısıtma sistemini kapalı tutuyorlardı. Ama bu başka bir soruna yol açmıştı: Aralık ayında Kyoto çok soğuktu. Japonlar çözüm olarak delegelere battaniye dağıtma yolunu seçtiler. Ama ellerinde yeterli sayıda battaniye yoktu, bu nedenle her delegasyona ne kadar battaniye tahsis edilmeli konusunun ele alındığı özel bir oturum düzenlendi.²²

Ülkelerin Rio'da tasarlanan gönüllü ulusal CO₂ hedeflerinin gerisinde kalacakları açtı. Kyoto çok daha meydan okuyucu nitelikte zorunlu, bağlayıcı hedefler getirmekte zorlanacaktı. Bunun için en elverişli zaman değildi. Bölgenin büyük bir kısmını ekonomik çöküntüye götürecek olan Asya finans krizi geçen Temmuzda başlamıştı.

AVRUPA İLE ABD KARŞI KARŞIYA

Kyoto'da gündeme gelen ilk büyük sorun Avrupa Birliği ile ABD'yi karşı karşıya getirdi ve aralarını açtı. Avrupalılar Amerikalılardan daha büyük çaplı indirim gitmesini istediler. ABD bu talebi reddetti. Avrupalılar tarihsel süreçte talihin yardımıyla 1990 hedeflerini gerçekleştirmede ABD'den daha başarılı olmuşlardı: 1990'da iki Almanya'nın birleşmesinin ardından, eski komünist Doğu Almanya'daki kirlilik saçan eski kömür tesisleri iskartaya çıkarıldı. İngiltere'de ise Margaret Thatcher'ın solcu kömür madeni işçileri sendikasına karşı kazandığı zaferin sonucunda elektrik üretiminde kömür kullanımına son verilip Kuzey Denizinden gelen doğal gaz kullanılmaya başlandı. Bu konu üzerindeki kilitlenme, başkan yardımcısı Al Gore'un aniden on altı saatliğine Kyoto'ya gelmesiyle kırıldı.

Kyoto konferansı öncesinde Beyaz Saraydaki ofisinde yapılan toplantıda kıdemli danışmanlar Al Gore'a oraya gitmemesi için baskı yapmışlardı—politik sermayesini başarısızlıkla sonuçlanması yüksek olasılıklı görünen bir 16.000 kilometrelik bir yolculuk için feda etmemesini söylediler. Ama bu Gore'un kendini güçlü bir şekilde adadığı bir konuydu; gitmemesi olmazdı. Kyoto'ya varır varmaz yaptığı açıklama şöyleydi: "Ben hep gelmeyi düşünüyordum. Sadece ekibimi yanıma çekmem biraz zaman aldı." Delegation ABD'nin iklim değişikliği konusuyla derinden ilgilendiği ve karşılarında ciddi bir ABD bulunduğu izlenimini veren konuşması konferans üzerinde elektrik çarpmış etkisi yaptı. Varlığı kilitlenmeyi kırdı ve sonuçta ABD, Avrupa ve Japonya hepsi kabaca aynı bağlayıcı hedeflerde buluştu—2008-2012 arasında CO₂ salımı 1990'a göre yüzde 6 ile 8 arasında azaltılacaktı.²³

GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELERLE GELİŞMİŞ ÜLKELER KARŞI KARŞIYA

Kyoto'da ikinci büyük sorun, geliştirmekte olan ulusların da karbon salımını azaltma yönünde taahhütte bulunup bulunmayacağı üzerindeki tartışmayla ortaya çıktı. Onlar kesinlikle olmaz, diyordu. İki yıl önce Berlin Yaptırımı onları hariç tutmuştu. Yeniden diğerlerine katılmaya hiç niyetleri yoktu. Eizenstat geliştirmekte olan ülkelerin delegeleriyle yaptığı görüşmeye gittiği anı "o güne kadar herhangi bir forumda gör-düğüm en soğuk karşılamaydı" diye anlatır.²⁴

Salımların geçmişine dönüp bakıldığında, geliştirmekte olan ülkelerin tavrına hak vermemek mümkün değil. Ama ileriye dönük bakıldığında, geliştirmekte olan ülkelerin ekonomileri büyüdükçe CO₂ salımındaki paylarının sürekli artması gibi bir sorumluluk alacakları görülür. Ama o an pek farkında olunmasa da, dünya ekonomisinin dönüm noktasına geldiği bir döneme girilmek üzereydi. Çin, Hindistan ve Brezilya'nın başı çektiği geliştirmekte olan dünya olağanüstü bir ekonomik büyüme evresine adım atıyordu. Fakat özellikle Asya finansal krizinin derinleştiği günlerde bunu öngörebilmek zordu. On yıl önce geliştirmekte olan ülkelerin, özellikle de Maoizmin pençesinden yeni yeni çıkmaya çabalayan

Çin'in yapabileceği salım pek kimseyi ürkütmüyordu. Ama on yıl sonra, bu ülkelerin karbon salımları üzerinde durmama olanağı kalmayacaktı.

Yine de Kyoto'da gelişmekte olan ülkeler için bağlayıcı hedefler konmadan, ABD Senatosunun onaylayacağı bir anlaşma çıkması çok zor görünüyordu. Zira geçen Temmuzda Senatodan Byrd-Hagel Kararı geçmişti. Bu, kimilerinin dediği gibi, Senatonun Kyoto'daki anlaşmayı kabul etmeme kararı değildi, çünkü konferanstan aylar önce yasalaşmıştı. Daha çok kuvvetli bir uyarı atışı—ABD'nin ülke ekonomisine “ciddi zarar” verecek ya da ABD sanayini rekabet açısından dezavantajlı duruma düşüreceğinden korkulan bir kararla gelişmekte olan ülkeleri dışarıda bırakacak bir anlaşmayı kabul etmeyeceğinin ilanı—denebilirdi. Hagel sonradan şöyle diyecekti: “Çin'in er geç sera gazı salımında ABD'ye yetişeceğini görebiliyorduk”, bu yüzden bağlayıcı hedeflerin dışında bırakılmasını kabul etmiyorduk. Senato Byrd-Hagel Kararını 0'a karşı 95 oyla, yani oybirliğiyle benimsedi. Tavır çok netti.²⁵

Fakat Kyoto'da kimse konumundan vazgeçmediği gibi, gelişmekte olan ülkelerin vazgeçmesi için de bir neden yoktu. Ödüne en yakın olay olarak, gelişmiş ülke şirketlerinin gelişmekte olan ülkelere “temiz enerji” projelerine yatırım yapabileceğini karar altına alan “Temiz Kalkınma Mekanizması”nın kurulması gösterilebilir. Ancak—karbon salımı hızlı bir artış sergileyen—gelişmekte olan ülkelerin bağlayıcı sisteme dahil edilememesi, ABD Senatósu dikkate alındığında, Kyoto Protokolünü başarısızlığa mahkûm edecekti. Ve ABD, Senatonun onayı olmadan anlaşmayı uygulayamazdı.

“MALİYET, MALİYET, MALİYET”

Kyoto'daki üçüncü büyük sorun azaltmanın nasıl uygulanacağıyla ilgiliydi. Avrupalılar yaptırımları ve dolaysız müdahaleyi savundular. Buna politika ve önlemler diyorlardı, ama kastettikleri aslında emir-komutaydı. ABD asit yağmurundaki gibi bir ticari sistemden yanaydı (gerçi ABD'de bin kadar kömürle çalışan tesis için bir ticari sistem oluşturmak aynı şeyi dünya çapındaki fosil yakıt tüketimine uygulamaktan çok daha kolaydı). Avrupalılar bu yaklaşıma şiddetle karşı çıktı. Piyasalara

çok daha kuşkulu yaklaşıyorlardı. Salım ticaretinin birtakım profesörlerin pazarlamayı başardığı bir tür akademik deneme olabileceğini düşünüyorlardı. Hatta bir yutturmaca bile olabilirdi. Çoğuna kirlilik puanı satma kavramı, 1990 Temiz Hava yasası kavgasına taraf olan bazı çevreci gruplar gibi, bir tür ahlaksızlık gibi geliyordu. Sonuçta Avrupalılar—“boş laf” diye ellerinin tersiyle ittikleri—salım hakkı satma fikrini kabul etmediler.

Clinton yönetiminin politika üreticileri SO₂ programının başarısının verdiği cesaretle, tek yolun bu olduğuna inanmışlardı. Eizenstat şöyle diyordu: “Üç mesele var: maliyet, maliyet ve maliyet.” Ve bir piyasa sistemi olmadan iklim değişikliğini hafifletmenin bütün ekonomilere aşırı ölçüde pahalıya patlayacağı kesindi.²⁶

Fakat ticaret konusunda yol alınamıyordu. Konferansın kapanış tarihi iyice yaklaşmıştı, henüz ortada bir anlaşma yoktu. Herkes bitkin düşmüştü ve zaman tükenmekteydi. Aslına bakarsanız, süre dolmuştu. Havalandırma sistemi kapatılmış, çevirmenler ayrılmıştı; delegeler kulaklarına gelen seslerden marangozların bir sonraki konferans hazırlıklarına başladığını anlamıştı.

Başkan, Eizenstat ile karşıtı Avrupa’nın baş görüşmecisi İngiliz başbakanı John Prescott’a bitişikteki yeşil odada baş başa görüşmeyi önerdi. Bu sırada konferans salım ticareti konusunu ele alıyordu. Prescott ticaretin ikincil derecede “ilave” bir araç olduğunda direterek, Avrupalıların konumunu inatla savunmaya devam etti. Eizenstat ABD’nin geri adım atmayacağını söyledi, blöf yapmıyordu.

“Kolayı var, John” dedi. “İmzalamayız, olur biter, biz imzamızı koymayız. Böylece bunca zaman, bu 15 gün boşa gitmiş olur. Sahiden de Avrupa’ya elinde bir anlaşma olmadan dönmek ister misin?”

“Ya da” diye devam etti. “Tarihsel bir anlaşma yapabiliriz.”

Prescott Eizenstat’ın pes etmeyeceğini anlar ve istemeye istemeye ticaretin merkezi işlevini kabul eder. Böylece Kyoto Protokolü etkin bir şekilde düzenlenip görüşülür ve çalışmaya devam eden marangozların işlerini bitirmesiyle birlikte bir sonraki konferans salonuna geçer.²⁷

İşte “piyasaların” iklim değişikliğine sokulması, Kyoto’nun son gününde, o küçük yeşil odada böyle gerçekleşir. Ronald Coase’in bir teori olarak ortaya attığı ve John Dale’nin “kirlilik hakkı piyasası” şeklinde

geliştirdiği yaklaşım böylece uluslararası politika kimliğine bürünür. Keynes'in "yazar müsveddeleri"nin adlarını bile duymamış kişileri nasıl etkilediği konusundaki kuramına doğrulama arayanlar için, Kyoto—yeşil odadaki anlaşma da içinde—öne çıkan bir örnektir.

NE KADAR GERÇEKÇİ?

Bert Bolin'e göre, Kyoto'daki anlaşma "insan eliyle yaratılan iklim değişikliğini önlemek için fiilen bir politik rejim oluşturma yönündeki ilk adımlar"dı. Ama bir sorunu vardı. Bolin "Daha benimsendiği tarihte siyasi açıdan bir gerçekçiliği kalmamıştı" diye ekliyordu.²⁸

Kyoto Protokolünün ABD açısından bir anlaşma olabilmesi için, Senatoda 67 oy bulması gerekiyordu. Ama önünde, herhangi bir iklim değişikliği anlaşmasının ABD'nin rekabet gücünü koruması ve bütün belli başlı karbon salımı taraflarını—gelişmekte olan dünyayı—kapsaması gerektiğini söyleyen bir Byrd-Hagel Kararı vardı. Ama Kyoto onları içermiyordu. Bu da ABD Senatosundan geçirilmesi istenen bir anlaşma için ölümcül bir kusurdu. Bir senatörün yorumu şöyleydi: "Yönetimde ya da Senatoda işleri yoluna koyma yönünde belirgin bir çaba görülüyordu." Anlaşma hiçbir zaman Senatonun onayına sunulmadı.

Konu kendi yetki alanına' giren Senato alt komitesinin başkanı Chuck Hagel "Şaşırdım doğrusu" dedi. "Sunacaklarını sanıyordum."²⁹

Ama Clinton yönetimi oyları hesaplayabiliyordu.

KÜRESEL GÜNDEMDE

G 8 ülkelerinin liderleri 2005'te iki yılda bir yapılan zirve toplantısı için arazisi içinde dünyanın en ünlü golf sahalarından birinin yer aldığı İskoçya'nın tarihi Gleneagles Otelinde bir araya geldi. Toplantının ev sahipliğini İngiltere başbakanı Tony Blair yapıyordu. Ülke içinde yükselen ciddi tepkiler karşısında Blair terörle mücadelede ve 2003 Martındaki Irak işgalinde George Bush'un yanında yer almıştı. Ancak iklim değişikliği konusunda başı çeken oydu ve Bush yönetimini hayretler içinde bırakarak Gleneagles'deki toplantı gündeminin baş sırasına bu sorunu yerleştirmişti.

Blair'in içi içine sığmıyordu: 2012 Olimpiyatlarını Paris ve Madrid'e karşı Londra'nın kazandığını yeni öğrenmişti. Fakat iki günlük zirvenin ikinci gününde masanın etrafında toplanan başkanlar ve başbakanlar iklim değişikliğini görüşmeye başladığı sırada, Blair ortalıkta yoktu. Önceki gün Çin devlet başkanıyla toplantısı sırasında yardımcısı Blair'e bir not iletmişti. Hemen özür dileyerek yerinden fırlayan Blair apar topar Londra'ya dönmüştü. Sabah tam işe gidiş saatinde içlerinden üçünün Pakistan'daki terör kamplarında eğitim gördüğü anlaşılan İngiltere doğumlu dört İslam mücahidi, Londra ulaşım sistemine yerleştirdikleri bombalarla metroyu cehenneme çevirmiş ve iki katlı bir yolcu otobüsünü havaya uçurmuştu. Her sabahki iş koşuşturması yerini dehşet dolu saatlere terk etmişti—52 ölü, 700 yaralı vardı. Başkent kördüğüm olmuş ve şoka girmişti; herkes yeni bir saldırı beklentisinin dehşeti içindeydi.¹

Blair'in en büyük önceliği verdiği Gleneagles iklim zirvesi başkanın yokluğuna rağmen çalışmasına devam etti. Salonda liderlerin yanında yer alan az sayıdaki kişiden biri de Nicholas Stern adlı bir iktisatçıydı. Stern iklim değişikliği diyalogunun ardından sunulacak bir Afrika raporu hazırlamıştı. İklim tartışmaları sırasında çevresine bakan Stern, liderlerin beden dilinden kuşkuculuk, aciliyet yoksunluğu ve ilgisizlik aktığı izlenimine kapıldı. Bazılarının “alenen sıkıldığı anlaşıyor” diye düşündü.²

Yine de sonraki birkaç yıl iklim değişikliği küresel gündemin baş sırasına çıktı ve ekonomi ve terörizmle birlikte en önde gelen uluslararası tartışma ve görüşme konuları arasında yerini aldı. Dünya ekonomisine destek veren enerji kuruluşlarının derin biçimde dönüştürülmesini—uygarlığın odundan kömüre, sonra petrole, en sonunda da doğal gaz geçişi kadar kapsamlı bir dönüşüm—amaçlayan yeni iklim değişikliği politikaları geliştirildi. Gerçekten de böylesine geniş boyutlu bir değişim bizzat dünya ekonomisinde dönüşüm anlamına gelecekti.

Genel amaç CO₂ salımını ciddi oranda—kimi formüllere göre gelecek birkaç on yılda yüzde 80'in üzerinde—azaltmak. Ancak iklimle uğraşmak hiç de kolay değil. Günümüzdeki toplam enerjinin yüzde 80'inden fazlasını hidrokarbonlardan—petrol, doğal gaz ve kömür—sağladığımız ve genel enerji talebinin önümüzdeki yirmi yıl içinde yüzde 40 artmasının beklendiği bir dünyada gerçekten de işin içinden çıkılacak gibi değil. Kısacası böyle bir değişikliği başarmak çok zor görünüyor.

“K” SÖZCÜĞÜ

2000 ABD başkanlık seçim kampanyası sırasında çevre sorunları pek gündeme gelmedi. Bush'un kampanyasındaki çevre danışmanlarından birine göre “2000'de çevre sorunu söz konusu bile olmadı. İlgi sıfır noktasındaydı.” Al Gore tabii ki Kyoto'dan söz etti, ama dikkatleri pek odaklayamadı. Gore'un karşıtı George W. Bush ise 1990'larda Teksas valisiyken Teksas'ta yenilenebilir rüzgâr enerjisinin tutkulu gelişimini başlatarak, kendisini “rüzgârın valisi” ilan etmişti. 2000 kampanyasında “küresel ısınmayı ciddiye almak gerekir” dedikten sonra, aralarında karbon dioksit dördüncü sırayı verdiği “başlıca dört kirletici” için azaltma yaptırımı uygu-

lanmasını talep etti. Fazla miktarda olmasa da, bu tür yorumlar Bush'un seçilirse iklim konusuna eğilmeye istekli olduğunu gösteriyordu.

Seçimden sonra atadığı iki üst düzey görevli de böyle düşünmüş olmalıydı. 2001 Martında Çevre Koruma Kurulunun (ÇKK) yeni müdürü, eski New Jersey valisi Christine Todd Whitman, Bush'a ilettiği bir notta şöyle diyordu: "Küresel ısınmanın gerçek ve ciddi bir mesele olduğu yolundaki kanaatinizin sürmesini kuvvetle tavsiye ederim." Arkasından şöyle ekliyordu: "İlgili görünmemiz ve tartışmanın odak noktasını—Kyoto'daki—'K' sözcüğünden eyleme kaydırmamız gerekiyor." Yeni hazine bakanı Paul O'Neill, Alcoa'nın CEO'suyken hissedarlara gönderdiği yıllık mektupta iklim değişikliğinden bir sorun olarak söz etmişti. Yönetimin ilk günlerindeki bir kabine toplantısında kendi yazdığı iklim değişikliğiyle ilgili bir broşürü salondaki herkese tek tek dağıtmıştı. Hazine bakanının bir kabine toplantısında küresel ısınmanın tehlikelerini anlatan bir şirket broşürü dağıtması salondakilerden bazılarının biraz tuhafına gitmişti. Ama O'Neill aklındakini doğrudan söylemeye alışmış bir sanayiciydi.

Bush'a yönetimin "Kyoto anlaşmasını değiştirecek ya da yerini alacak... bilime dayalı bir plan" seçeneklerini hazırlamak için organizasyona başlaması gerektiğini bildiren bir yazı gönderdi.

Ama öyle olmadı. 13 Mart 2001'de ÇKK müdürü Christy Whitman başkan Bush'u Kyoto'ya desteğini açıklaması için sıkıştırmaya gitti. Ama beklemediği bir durumla karşılaştı. Başkan ona Kyoto hakkında kararını çoktan verdiğini bildirdikten sonra, bir grup senatöre göndermeye hazırlandığı mektubun içeriğini özetlemeye başladı. Bush bu mektupta, yönetimin "iklim değişikliği konusunu çok ciddi bulmakla birlikte", Kyoto Protokolüne kesinlikle karşı olduğunu ve uygulamaya geçirmeyeceğini, çünkü dünya nüfusunun yüzde 80'ini dışarıda bıraktığını ve "küresel iklim değişikliğiyle ilgili endişeleri gidermek bakımından adalet ve etkinlikten yoksun bir araç" olduğunu yazıyordu. Ayrıca karbon dioksit sınırlamasının tam Kaliforniya'daki elektrik enerjisi sıkıntısının ülke çapında bir doğal gaz kıtlığı olasılığının işareti sayılabileceği bir sırada, elektrik üretiminde kömürden doğal gaza geçişi getireceğini belirtiyordu.³

Çoğu kişinin gözünde Bush yönetimi böylece iklim değişikliği meselesini kapatmıştı. 2001 Mayısında dışişleri bakanı Colin Powell'in bakanlık müsteşarı olarak atadığı Paula Dobriansky'nin yemin töreni sırasındaki hareketi Bush yönetiminin tavrını yansıtıyordu. Bakan müs-

teşarın sorumluluklarını sıralarken, sıra iklim değişikliğine gelir. O an bakan şöyle bir durup, utangaç bir gülümseme fırlattıktan sonra, sanki ağzından yakışksız bir ifade kaçırması gibi şaka yollu ağzını tutar.

YİRMİ BİR SORU

İklim değişikliği sorunu 2001’de baş gösteren resesyonun gölgesinde kalır. 11 Eylül 2001’de Dünya Ticaret Merkezi ile Pentagon’a düzenlenen terör saldırısı siyasi çevrelerdeki geri kalan sınırlı ilgiyi de iyice azaltır. Yine de dar ama kilit nitelikteki bir kamuoyu kesimi için yalnız çok önemli değil, aynı zamanda çok simgesel bir mesele olmaya devam eder. 2000 seçim sonuçlarının yarattığı hoşnutsuzluk kimileri için—Al Gore’la çok belirgin biçimde özdeşleşen—Kyoto Protokolünü bir tur-nusol kâğıdına dönüştürmüştü. Bush yönetiminin Kyoto’yu reddetmesi çevre topluluğuna ve yönetim karşıtlarının çoğuna enerji aşıladı. Aynı zamanda Avrupa’da bir karşıtlık ve eleştiri fırtınası doğurdu. Ticaret bakanı Don Evans şöyle diyordu: “2001’de Avrupa’ya gittiğimde insanlar bize, yönetiminiz Kyoto’yu görmezden geliyor diye söyleniyorlardı.”

Yine de konu bu şekilde kolay kolay kapanacak gibi değildi. İklim değişikliğiyle ilgili araştırmalara harcanan toplam dünya bütçesinin yarısını ABD sağlıyordu, Bush yönetiminde bu rakam daha da yükseldi. Ancak Clinton yönetiminden kalan harcamalar on üç farklı ajans arasında karman çorman bir karışım halinde dağıtılmıştı. İklim araştırmaları üzerinde çalışan ana ajansı denetleyen Evans, “ortada topu topu beş milyar dolar vardı ve kimse insanlara bir şey açıklamıyordu” diye anlatıyor. “Yapabileceğimiz bir şey vardı, öncelik belirlemek: mutlaka bilmemiz gereken hususlar ve mantıklı politikalar üretmek için gerek duyduğumuz bilgiler.”⁴

Evans bu amaçla James Mahoney’i okyanus ve atmosfer ticaret bakan yardımcısı ve ulusal okyanus ve atmosfer dairesi başkan vekili konumuna getirir. Mahoney iklim modelciliği üzerine akademik eğitim almış, ayrıca MIT’te iklim modellemesinin babalarından Jule Charney’in mentorluğu altında, sıvı mekaniği doktorası yapmıştı. Mahoney Amerikan Meteoroloji Derneği başkanlığı ve *Journal of Applied Meteorology* editörlüğü görevlerinde bulunmuştu.

Mahoney'in işi eşgüdümlü İklim Değişikliği Bilim Programına bağlı devlet araştırmaları çalışmalarına ayırdığı 2 milyar doları organize etmek ve odaklandırmaktı. Mahoney sonradan şöyle diyecekti: "Binlerce bilim adamını koordine etmek istiyorsanız bir çerçeveye, kilit sorulara ihtiyaç duyarsınız." Araştırmayı 21 sorunun çevresinde organize etti. Çok sayıda konuyu kapsayan sorular arasında belli başlıları şunlardı: Alt atmosferdeki iklim nasıl etkileniyor? Kuzey Kutbunda ve yükseklerde iklim değişkenliği nasıl bir geçmişe sahip? İklim modellerinin güçlü ve zayıf yanları neler? "Ani iklim değişikliği"nin tehlikeleri neler? Ve politikaya yaklaşan bir konu, "karar verme sürecinde bilimsel belirsizliğe nasıl bir yer ayrılmalı?" Yönetim bu değerlendirmeye bağlı olarak, Ulusal Bilimler Akademisinden de iklim değişikliği üzerine iki çalışma istedi. Ayrıca bunlara paralel olarak enerji bakanlığı bünyesinde 3 milyar dolarlık bir İklim Bilimi Teknoloji Programı başlatıldı.

Ancak Mahoney'in belirttiğine göre, yönetim içinde daha başından itibaren büyük kavgalar, büyük bölünmeler yaşanıyordu, bundan ötürü de iklim programının iki farklı yüzü vardı. Bunlardan biri "bilimsel doğrulara ulaşmak zorundayız" derken, söze dökülmeyen diğerinin mesajı ise şöyleydi: "bilimsel doğrulara ulaşmak kim bilir kaç yıl alır?" Ve buradan, bizim bu süre içinde yapacağımız bir şey yok sonucu çıkıyordu.

Mahoney'e göre "Bilimsel çabaların kutsal kâsesi birleşik dünya modeli sistemleriydi. Ne ki, köşeyi döndüğümüz an karşımıza çok zengin bir belirsizlik koşullarında karar verme—karar analizi ve politika geliştirme—geleneği çıkıyordu. Bu yol üzerinde önümüze çok güçlü bir muhalefet dikiliyordu. Temel nitelikte bilimsel sorular karşımıza çıkıyordu, bunların çoğu yanıtlanıyordu ama tüm dünya sistemine ilişkin bolca belirsizlik her zaman varlığını koruyordu. Hiçbir zaman bilemeyeceğimiz şeyler oluyordu."⁵

ŞAP PANİĞİ

ABD'nin Bush yönetimi tarafından daha çok araştırma ihtiyacı olarak tarif edilen doğrultuya odaklanması üzerine, iklim değişikliğinin uluslararası savunuculuğu İngiltere'nin, özel olarak da başbakan Tony Blair

hükümetinin eline geçti. Ancak bu olayın gerçekleşmesi, İngiltere'deki çiftlik hayvanları arasında patlak veren bir salgın sayesinde oldu.

2000 Ekiminde Cambridge Üniversitesi kimya profesörü David King, Blair'in bilim danışmanlığına getirildi. King yeni görevinin ilk günlerinde düşük karbonlu bir geleceği planlama çalışmalarına odaklandı. Ancak 2001 Şubatında İngiltere'de dünya tarihinin en büyük şap salgını baş gösterdi. Ülkedeki inek ve koyun sürüleri ayıklanıp yakıldı, yakılan leşlerden çıkan ve tüm kırsal kesimi kaplayan duman bulutları ulusun aklını başından aldı. Bilimin ilgi alanına giren bütün diğer konular geri plana itildi. Altı ay boyunca hükümet adına salgını inceleme ve yönetme sorumluluğu King'in üzerine kaldı. King'in kampanyayı ustalıkla yönetmesi onu başbakana iyice yaklaştırdı ve üzerinde derin bir kişisel saygınlık etkisi yarattı. Blair onun sürece müdahalesini "paha biçilmez değerde" ve bir "kesin çözüm anahtarı" olarak değerlendirdi.⁶

King'in bu şekilde öne çıkması 2002 yılındaki İngiltere'de bilim politikalarının en etkili tartışma platformu olan Zuckerman Konferansında özel bir önem kazandı. King'in konuşmasının başlığı şöyleydi: "İklim Değişikliği Bilimi: Adapte olmak mı, Yumuşatmak mı yoksa Görmezden Gelmek mi?" King'in önerdiği çözümün görmezden gelmek olmadığı açıktı. O genel çizgi uyarınca karbon düzeyindeki yükselmenin diğer birçok sonuçla birlikte, "eninde sonunda küresel buz kütlesi, dolayısıyla da kıyı kentlerinin kaybına" yol açacağı uyarısını yineledi.

Konferans İngiltere'nin politikasını netleştirdi. Blair bir kabine toplantısı sonrasında King'e "Yapmanız gereken, dünyayı dolaşıp diğerlerini de buna ikna etmek. İngiltere bu meseleyi tek başına çözemez" dedi. King 2007 yılında bilim danışmanlığı görevi sona erene kadar İngiltere'de ve dünyanın diğer bölgelerinde iklim üzerine en az 500 konferans verdi.

2004 Ocağında ABD'de yapacağı bir konuşma öncesinde, Bush yönetimini iklim değişikliği konusunda hareketsiz kalmakla suçlayan "Bilim" başlıklı bir makale yayınladı. Bu yazıda "iklim değişikliği bugün önümüzde duran en ciddi sorundur—terörizm sorunundan bile ciddidir" diyordu.

Bu olay daha on ay önce terörle mücadelenin kilit taşı olarak Britanya'yla birlikte Irak savaşına girmiş olan Bush yönetimini büyük ölçüde tedirgin etti. Amerika'nın öfkesi dış politikasını George W. Bush'la ilişkisi üzerine oturtmuş bulunduğu için durumdan hayli rahatsız olan

Blair'e yöneldi. Ayrıca başbakan, her hafta çıktığı Parlamentoda Soru Saati programında bir Liberal Demokrat milletvekilinin yönelttiği bilim danışmanının iklim değişikliğinin terörizmden daha önemli bir tehdit olduğu yolundaki sözlerine katılıp katılmadığı sorusuyla yaptığı işken- ceye haftalar boyunca katlanmak zorunda kaldı.

King gördüğü tepkiye karşın yılmadan yoluna devam etti. İklim de- ğişikliği sonucu okyanusun ve nehirlerin seviyesinin yükselme tehlike- sinin bir ada ulusunu etkilememesi mümkün değildi. King'in bürosu küresel ısınmanın her yüz yılda bir beklenen—yüz yıl selleri denen— korkunç sel baskınlarının artık üç yılda bir yaşanmasına neden olabi- leceği öngörüsünü açıklayan bir rapor yayınladı. Kısa bir süre sonra İngiltere, sel baskınlarına ve deniz seviyesinin yükselmesine karşı sahil boyları ile kıyıya yakın yerlerde koruyucu setler örülmesi için yılda yarım milyar sterlin ayırdı.⁷

Blair iklim değişikliği sorununu Gleneagles'taki G8 toplantısında gündemin baş sırasına koymayı kararlaştırdı. Ve toplantı Çin, Hindistan, Brezilya, Güney Afrika ve Meksika'yı da kapsayacak şekilde genişletil- diğinden, konu yalnız G8 ülkelerini ilgilendirmekle kalmıyordu.

Londra'nın bombalanmasının yol açtığı aksamaya karşın, Gleneag- les Zirvesi iklim değişikliği konusunu dünya sorunları arasında sağlam bir yere kesin bir şekilde oturttu. Artık uluslararası gündemin diğer önemli konularıyla birlikte dünya liderlerinin önünde duran belli başlı meselelerden biriydi.

BİR KARBON PAZARI OLUŞTURMAK

Kyoto Protokolünün yürürlüğe girmesi için 55 ülke tarafından onay- lanması gerekiyordu. 2005 Şubatında Gleneagles Zirvesinden birkaç ay önce Vladimir Putin'in de imzalamasıyla Kyoto'yu imzalayanların sayısı elli beşe ulaştı. İmzayı basmasının nedeni Putin'in iklim değişikliğinin tehlikelerine ikna olması değildi; aslında o birkaç derecelik ısınmanın Sibiryaya için iyi olacağını ve Rus tarımına yardımı dokunacağını—kürk şapka ve kürk palto gereksinimini azaltacağını—söyleyerek mesele- yi alaya alıyordu. Rusların metni imzalaması Rusya'nın Dünya Ticaret Örgütüne kabul edilme arayışıyla bağlantılı bir alışveriş girişimi olarak

algılandı. Ayrıca sanayi üretimi azalan Rusya karbon kredisi şeklinde “sıcak hava” satarak ciddi bir kazanç elde edebilirdi.⁸

Böylece Kyoto da iş dünyasına karışmış oldu. Peki ama karbon ticaretinin önünü açacak fiili pazar nasıl oluşturulacaktı? Duruma bakılırsa, bir prototip üzerindeki çalışmalar on yıl sürebilirdi.

1992 Rio Dünya Zirvesi konferansına katılanlar arasında Northwestern Üniversitesinin profesörlerinden iktisatçı ve danışman Richard Sandor da vardı. Sandor daha önce var olmayan pazarlar yaratmak gibi bir beceriye sahipti. 1970’lerde bir zamanlar son derece yabancı bir kavramken şimdi günde trilyonlarca dolarla hesaplanan faiz oranları futures alım satımının mucitlerindendi. İyi sonuçlanmayan fikirleri de oldu; bir keresinde kontrplak futures piyasası üzerine bir makale kaleme aldı. 1992 yılında Sandor finansal piyasalar yaratmak ve salım için de bu tür pazarların nasıl kurulabileceği konusunda konuşma yapmak üzere Rio’ya gitti. Başka oturumları izledikten sonra, “kumarbazın iflası kuralına ikna olduğunu” söyledi. “Olasılıklar ne kadar iyimser görünse de, asla aksilik halinde seni iflasa götürecek bir iddiaya girişme! Sonu felaketle bitebilecek gibiyse, iklim değişikliği riskine girilir mi?”

Bir öğleden sonra ünlü İpanema plajında oturmuş, karbon piyasasının tasarımı üzerinde düşünüyordu. Kendi kendine “pekâlâ olabilir” diye mırıldandı.

Sandor Şikago’ya döndüğünde karbon alım satımı için bir borsa kurmaya karar verdi; adı Şikago İklim Borsası olacaktı. İlk on yıl işler pek iyi gitmedi. Girişim neredeyse beş parasız kaldı. Sonunda dışarıdan bir yatırımcı buldu: Kuzey Kaliforniyalı bir Cizvit grubu 1,5 milyon dolar koydu—bu İlk Halka Arz için yeterli bir paraydı. Şandor, aralarında karbon alım satımı yapacak bir borsa kurmaya hazır, çoğu şirketlerden oluşan, ama içlerinde Şikago kentinin de yer aldığı 14 katılımcı buldu. Deneyim karbon ticareti için bir sözleşme kaleme alınabileceğini ve bunun yararlı olacağını gösteriyordu. Ama bu gerçek anlamda pratikti, bir prototipti. ABD Kyoto’yu imzalamayacaktı. Daha sürdürülebilir bir iş arayan Sandor Avrupa İklim Borsası adında kardeş bir girişim daha kurdu. Bunun anlamlı olduğu görüldü. Zira iklim değişikliği eylemi artık Avrupa’da gerçekleşiyordu.

Gerçekten de Kyoto ve onun ilkeleri başka hiçbir yerde Avrupa Birliğindeki kadar hararetle savunulmuyordu. AB Kyoto’da karbon ticareti

olayına şiddetle karşı çıkmıştı belki ama, sonradan işin cilvesine bakın, AB alım satım kavramına gayet sıcak yaklaştı. Brüksel 2003'te resmen ETS diye bilinen Avrupa Birliği Ticaret Şeması adıyla bir sınırla ve al-sat sistemi oluşturdu. 2005-2007 arasındaki ilk evrede karbon fiyatları beklenmedik ve şaşırtıcı bir oynaklık sergiledi. Ne ki bu yıllar içinde ETS'yi desteklemek üzere merkezi Londra'da olmak üzere makineler—borsalar, simsarlar, şirketlerdeki işlem masaları ve finansal altyapı—devreye girdi. Sandor'un ana şirketi İklim Borsası, Çin Ulusal Petrol Şirketiyle birlikte Çin'de, Pekin'in 140 kilometre uzağındaki Tianjin kentinde bir ortaklık daha kurdu.

2008'de Avrupa Birliği son derece hırslı bir hedef benimsedi: 2020'ye kadar başta CO₂ olmak üzere küresel sera gazı salımını 1990'a kıyasla yüzde 20 azaltmak. Bu amacı gerçekleştirme çabaları karbon ticaretini çok büyük bir iş dalına dönüştürecek. Ne kadar büyük? Sandor'a göre “Karbon piyasası potansiyel açıdan dünyadaki en büyük emtia piyasalarından biridir, ham petrolden de büyüktür.” Bu hasit bir hesaplama anlaşılabilir. “Kaldı ki,” diyordu “karbon yalnız petrolden değil, aynı zamanda kömür ve doğal gazdan da, diğer işlemlerden de çıkıyor.”⁹

2010'da Sandor'un Şikago'daki Borsası PLC, petrol ticareti borsasından NYMEX'in en büyük küresel rakibi olan Uluslararası Borsa tarafından satın alındı. Ödenen rakam 600 milyon dolardı.

İMAJIN GÜCÜ

Bu sırada ABD'de görüntüye karşın, durum değişiyordu. 2003'te Cumhuriyetçi senatör McCain ile Demokrat senatör Joseph Lieberman Amerikan Senatosuna bir sınırla ve al-sat yasa tasarısı sundular. Şaşırtıcı bir sonuçla, 43 oy topladı. Yine de mesele beklenen geniş yankıyı sağlamadığı gibi, hâlâ bir ölçüde soyut kalıyordu.

Ancak 2005'te ABD'nin Körfez Kıyılarını vuran yıkıcı Katrina ve Rita kasırgaları hiç de soyut değildi. Kasırgaların yol açtığı felaketin medyadaki imajı—çaresizlik içinde Superdome'a (büyük stadyum) toplanan insanların ve sular altında kalan şehri terk eden sığınmacıların görüntüleri—iklimin daha da kötüleşmesi halinde çok daha yaygın ölçüde

yaşanabilecek fırtınalara ve doğuracağı yıkım ve kaosa ilişkin dehşet verici bir örnek oluşturunuyordu.

Ertesi yıl farklı bir eğitici medya olayıyla karşılaşıldı. *Uygunsuz Gerçek* oldukça sıra dışı bir film, daha doğrusu bir belgeseldi; eski başkan yardımcısı Al Gore'un 1990'dan beri her yerde gösterdiği bir slayt gösterisinin filme dönüştürülmüş haliydi. Kendisi bu slaytların film haline getirilmesini istemiyordu, ancak yapımcılar onu ikna etmenin bir yolunu buldular. Film salonları tıklım tıklım doldurdu ve kamuoyuyla diyalog konusunda olağanüstü bir etkiye yol açtı. Kimi görüntüler, özellikle eriyen buzullar ve denize yuvarlanan devasa buz plakaları son derece etkileyici bir izlenim yaratıyordu—John Tyndall ve on dokuzuncu yüzyıldaki iklim değişikliği araştırmalarının diğer öncülerini perçinleyecek nitelikteki görüntülerdi bunlar. *Uygunsuz Gerçek* dünya çapında bir sinema olayı haline geldi. İngiliz hükümeti onu bütün ortaokullara dağıttı. Film 2007 Şubatında Akademi Ödülüne layık görüldü—bir slayt gösterisi olarak yola çıkan bir film için muazzam bir başarı doğrusu.

O ay 2007 Şubatında IPCC dördüncü değerlendirmesini yayınlamaya hazırlanıyordu. En hassas hesaplamalarını ABD enerji başkanlığının süper bilgisayarlarıyla yapmıştı; bu problemleri çözebilecek biricik bilgisayarlar bunlardı. Yeni IPCC Raporu o güne kadarkilerden daha da çarpıcıydı. Sürekli işlediği temalardan biri 2001 yılındaki üçüncü rapordan bu yana elde edilen bilimsel ilerlemelerdi. İklim değişikliğinin sorumlusunun insanoğlu olduğu—yüzde 90 oranında—“çok büyük olasılıktı”.

Ancak tüm bunlar yaklaşmakta olan tehlikenin sadece başlangıç adımlarıydı—CO₂'nin iki katına çıkması sıcaklığı 2 ila 4,5 santigrat derece kadar yükseltebilirdi. Bununla birlikte, “4,5 derecenin epey üstüne çıkabilecek değerleri de yok saymamak gerekir” diye kötümserlikle ekliyordu. Siyaset adamlarına yönelik olan özel bölümü dışında raporun tamamı da bir dizi “kilit nitelikte belirsizlik” saptıyordu, örneğin “Bulutların küresel iklim değişikliğine nasıl tepki vereceği konusunda büyük bir belirsizlik söz konusudur.” Fakat bu raporun genelinde gözlenen güven ve kesinlik önceki raporlara oranla daha fazlaydı.

Üstelik raporda çok daha dehşet verici bir hayaletin tehdidinden dem vuruluyordu: “ani iklim değişikliği” tehlikesi. IPCC, ne adapte olma ne de hafifletme olanağı bulunacağından, böyle bir şeyin sonuç-

ları felaket olabilir diyordu. Katrina kasırgasından kaçan on binlerce çaresiz insanın görüntüsünü Bangladeş, Çin kıyıları—ya da Florida—için kat kat çoğaltmak mümkün.¹⁰

IPCC raporundan birkaç ay önce başka bir etkili çalışma daha yayınlanmıştı: *İklim Değişikliğinin Ekonomik Sonuçları Üzerine Stern'in Değerlendirmesi*. Gleneagles Zirvesinden bir iki hafta sonra İngiliz hükümeti iktisatçı Nicholas Stern'i iklim değişikliği üzerinde çalışan bir ekibin başına getirdi. Sonuçta ortaya çıkan bin sayfalık rapor iklim değişikliği konusunda eylemsiz kalmanın maliyetinin muazzam boyutlara varacağını ve iklimi yumuşatma çabalarının maliyetinin ise bununla kıyasla fahiş düzeyde olmayacağını belirtiyordu. Stern iklim değişikliğini, iktisatçı diliyle tüm zamanların en büyük “pazar bozgunu” ilan etti.

Stern raporunun etkisi beklenenin çok üstünde oldu. *Economist*, gelen tepkileri bir ölçüde hafifleterek de olsa şöyle ifade ediyordu: “İçinde bu kadar çok tablo ve denklem bulunan bir raporun bu kadar heyecan yarattığı ender görülmüştür.”¹¹

Rapor iktisatçılar arasında büyük kıyamet kopardı. Eleştirmenler Stern'in—2006'ya göre 2100 yılında doların değerini hesaplarken aldığı—iskonto oranını çok düşük buldular ve çıkan politik sonuçların bu iskonto oranı seçimine dayandığını ileri sürdüler. Buradaki analize şahsen katılmayan bazı iktisatçılar ise kamuoyunun karşısına eleştiriyle çıkmama yönünden çevre baskısı altında kaldılar. Stern'in eleştirilere yanıtı, bunun normal bir ekonomik durum olmadığını anlamadıkları ve “bilimin saptadığı risklerin boyutlarını değerlendirmeyi” başaramadıkları yolundaydı. Ancak profesyonel iktisatçılar arasındaki tüm tartışmalara karşın, raporun özellikle Avrupa'da politika belirleyenler, siyasetçiler ve çevre aktivistleri üzerindeki etkisi çok büyük oldu. Ortaya çıkan bir boşluğu doldurdu. Çünkü IPCC araştırmalarının gittikçe genişleyen yapısını tamamlamak için bir ekonomik yapı kesiti inşa etmişti.¹²

YEŞİL REFERANSLAR

Şirketler yeşil referanslar göstermeye başladılar. Kimileri için bu iklim değişikliğine odaklanmış olmak ve işinin yapısını yaklaşımakta olan karbon düzenleme çağına nasıl uyarlayabileceğini araştırmak anlamına

geliyordu. İngiltere Meteoroloji Bürosunun eski başkanı John Houghton ilk üç IPCC raporunun bilimsel değerlendirme sorumlularındandı. 1990'ların ortalarında BP'yle bir diyalog başlattı. Bir gün Londra'daki BP ofisine giderek bir grup kıdemli yöneticiyle görüştü. Hep aynı soru şu ya da bu şekilde gündeme geliyordu: "Kanıtlayabilir misiniz?" Hayır, diye karşılık verdi Houghton. Kesin bir kanıt göstermek mümkün değildi. Ama belirtiler karşı konulmaz ölçüde inandırıcıydı.

Buna kesin olarak inananlardan biri de, o tarihte BP'nin baş yürütmecisi olan John Browne'dı. IPCC raporlarından büyük ölçüde etkilenen Browne, BP'nin iklim değişikliği olayını ciddiye alarak üzerine gitmesi gerektiğine karar verdi. 1997 Mayıs'ında Stanford Üniversitesinde yaptığı konuşmada "artan kaygıları görmezden gelmek akılsızlık ve muhtemelen tehlikeli olacaktır" dedi. "Yalnız iklim değişikliğinin gerçekliğinden emin olabileceğimiz için değil, aynı zamanda böyle bir olasılık göz ardı edilemeyeceği için de, ne yapılabileceği ve ne yapılması gerektiği noktasına odaklanmalıyız."¹³

Bu, petrol sanayinden—muhtemelen tüm enerji sektöründen—önemli bir şahsiyetin açıktan ve bireysel düzeyde böyle bir konum benimsemesinin ilk örneğiydi. Sanayinin diğer mensupları, BP'nin logosunun içeriğini yalnız Britanya Petrolü değil, biraz gizemli "Petrolün Ötesi" (*Beyond Petroleum*) anlamını da içerecek şekilde genişletmesini ölçü alarak, "BP yeşilleniyor" demeye başladılar. Browne'ın konuşması şirket içinde birtakım girişimleri özendirdi: CO₂ salımını azaltma, alternatif enerjiler geliştirme, bir kurum için BP CO₂ ticaret sistemi kurma gibi. Aynı zamanda son yıllık raporuna işaret ederek, iklim değişikliğini tehlike olarak tanımlayan ilk uluslararası petrol şirketi olduğunu söyleyen Royal Dutch Shell'le aralarında bir tartışma başlattı.

Bu sırada Amerikan enerji şirketlerinin çoğu, IPCC'nin bilimsel görüşüne meydan okumaya, iklim değişikliği girişimlerine karşı lobi faaliyetlerine devam eden Küresel İklim Koalisyonu ile işbirliğine bağlı kalmaktaydı. Koalisyon "ABD'de köklü azaltma"nın "ciddi bir işsizliğe, Amerikan mallarının rekabet gücünü yitirmesine ve diğer vahim ekonomik aksaklıklara" yol açabileceğini iddia ediyordu.

Yeni yüzyılın başlamasıyla birlikte şirketlerin gündeminde iklim değişikliğine gösterilen ilgi artıyordu. General Electric'in işletmeleri gaz türbinlerinden nükleer reaktörlere, lokomotiflerden elektrik ampulleri-

ne kadar her tür üretim yapıyordu. Son zamanlarda rüzgâr türbini işine de girmişti. 2004'te GE'nin CEO'su Jeff Immelt şirketin New York'ta Croton-on-Hudson'daki eğitim kampüsünde, elektrik dağıtım şirketlerinin yöneticileriyle çevrecilerin belli başlı enerji sorunlarını görüşecekleri bir toplantı düzenledi. Immelt geçen yıl kendi kıdemli yöneticilerinde sık sık bir frenleme eğilimine tanık olmuştu: Müşteriler artık daha fazla "temiz" ya da çevreyi destekleyen çözümler istendiğinden söz ediyorlardı. Meselenin içyüzünü anlamak ve değişikliği kavramak için Croton toplantısına karar vermişti.

Konferans olabildiğince serbest bir açık tartışma ortamı şeklinde düzenlenmişti. Immelt, tartışmaya sıraların dizili olduğu sınıfın üst bölümünde oturduğu yerden katılıyordu. Genel başlık "çevre"ydi, ama çok geçmeden iklim meselesi tartışmada önceliği ele geçirdi. O gün GE'nin geniş kapsamlı bir "eco-imagination" (ekolojik hayal gücü) kampanyası başlatmasına zemin oluşturdu ve GE'nin işlerinin büyük bölümünü bu temalar çevresinde yeniden odaklandırmasını hızlandırdı.

Kurumsal saflaşma kesin olarak değişiyordu. Çok sayıda şirket çevreye odaklanmayı stratejilerinin bir parçası haline getirdi. 2007'de aralarında BP ve General Electric'in de bulunduğu önde gelen dokuz sanayi şirketi ve kamu hizmeti kuruluşu ile dört çevre örgütü iklim yasalarını geliştirmek üzere ABD İklim Eylemi Ortaklığını—USCAP—oluşturdular. 2009'da üye şirket sayısı yirmi beşe çıktı. Bu sırada her tür iklim düzenlemesine karşı çıkan Küresel İklim Koalisyonu, üyeleri arasındaki anlaşmazlık ve ayrışmalar sonucunda dağıldı.¹⁴

NOBEL ÖDÜLÜ

Başka hiçbir şey, iklim değişikliğinin küresel bir mesele olarak benimsendiğini 10 Aralık 2007'de Oslo Kent Meclisinde yaşanan olay kadar net bir biçimde somutlayamaz. O gün bir Norveç parlamento komitesi Al Gore'a ve Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli IPCC'ye Nobel Barış Ödülünü verdi.

Al Gore kabul konuşmasında "küresel çevreyi elbirliğiyle kurtarmayı, dünya topluluğunun merkezi örgütsel ilkesi haline getirerek işe

başlamalıyız” dedi. Dünyanın “bir gezegen olarak acil durumla” karşı karşıya bulunduğunu ekledi.¹⁵

Oslo’dan gelen fotoğraflarda Gore’u net bir şekilde tanımamak olanaksız. Peki ama ortama pek uygun düşmeyen Nehru ceketiyle, uzun siyah saçları siyah-beyaz sakalına karışmış ve kendini “IPCC’nin sakallı yüzü” diye tanımlayan yanındaki kişi kimdi?

Bu kişi, başkanı olduğu için IPCC’ye verilen ödülü onun adına alan Hint iktisatçı ve mühendis Rajendra Pachauri’ydi. Pachauri 113 ülkeyi temsil eden 450 başyazar, 2500 bilimsel uzman yorumcu ve 800 katkı sunan yazarın çalışmalarını kapsayan karmaşık bir uluslararası ağı koordine ediyordu—bunların yanı sıra en azından toplu özete rıza gösteren hükümet temsilcileri de vardı.

Pachauri’nin rolü gelişmekte olan ülkelerin giderek artan katılımına da açıkça işaret ediyordu. Hindistan Demiryolları Mekanik ve Elektrik Mühendisliği Enstitüsünden dereceyle mezun olan Pachauri meslek yaşamına dizel lokomotif tasarımı yapan bir mühendis olarak başladı. Ama ardından Kuzey Carolina Eyalet Üniversitesinde hem mühendislik hem de iktisat doktorası kazanınca, enerji ekonomisi alanına kayd. 1982’de Hindistan’ın önde gelen araştırma kurumlarından TERI’nin direktörlüğüne getirildi.

Çok geçmeden iklim değişikliği araştırmalarına başladı. 1988’de Enerji Ekonomisi Uluslararası Birliğine başkan seçildi. O yıl açış konuşmasında “Sera etkisi artık soyut bir teori değil” dedi. “Bu konuya olan ilgimizi derinleştirmeyi ancak, dar görüşlülük ve miyopluğu sürdürme riskini göze alarak, daha ileri bir tarihe erteleyebiliriz.” Bu yorumları anlaşılamadı, hatta daha da kötü bir tepkiyle karşılandı. Pachauri “İnsanlar benim aklımı yitirdiğimi sandılar” diyecekti sonradan. Sonraki yıllarda Hindistan hükümetinin en önde gelen çevre danışmanlarından biri oldu ve iklim değişikliği konusundaki uluslararası etkinliği yükseldi.

Nobel Ödülünün “alarm çanlarının sesini yükselttiği kesin” dedi. Aynı zamanda IPCC’nin tanınmışlığını artırdı ve uluslararası rolünü pekiştirdi. Ödülü almasından kısa bir süre sonra Houston’daki bir enerji konferansında IPCC’nin uyarısının “kuramlara ve varsayımlara değil, artık herhangi bir kuşkuyla yer bırakmayacak ölçüde yaygın ve baskın olan gerçek verilerin analizine dayandığını” söyledi.¹⁶

MASSACHUSETTS İLE EPA KARŞI KARŞIYA: İŞE YÜKSEK MAHKEME KARIŞIYOR

ABD'deki siyasi manzara da değişiyordu. Bir dizi eyalet, eyalet çapında salım hedefleri benimsedi. Çeşitli eyaletler gruplar halinde bölgesel sınırla ve al-sat programları yürürlüğe koydular. Kaliforniya bu tür inisiyatifler için eyaletin 2020 yılında 1990'daki salım düzeyine dönmesini öngören 32 No'lu Birleşme Yasasını kabul etti.

2006'da Demokratlar on iki yıl sonra ilk kez hem Senatoda hem de Temsilciler Meclisinde çoğunluğu ele geçirdiler. Böylece iklim değişikliği yasalarını çıkarmaya kararlı bir Demokrat Parti yönetimi oluşmuştu. Yeni Beyaz Saray sözcüsü ve o güne kadarki ilk kadın sözcü olan Nancy Pelosi iklim değişikliğini "en hayati sorun" olarak gördüğünü açıkladı. Ve bunu kanıtlamak için özel bir Enerji Bağımsızlığı ve Küresel Isınma Seçilmiş Komitesi kurdu.¹⁷

Birkaç ay sonra 2007 baharında yasal ortam da değişti.

Yıllar önce, 1998'de Bill Clinton'un Çevre Koruma amiri (sonradan Barack Obama'nın Beyaz Saray enerji ve çevre sorumlusu oldu) Carol Browner o tarihte Cumhuriyetçi Çoğunluk lideri olan Tom Delay'le bir kongre oturumuyla ilgili didişmekteydi. Delay, sera gazlarını yasal düzenleme kapsamına almaya çalışıyorsunuz, diye ısrar ediyordu. Hayır, diye karşılık verdi Browner, biz sadece üzerinde çalışıyoruz. Bu bir süre böyle devam etti, ta ki Delay ona yekten meydan okuyana kadar. "Temiz Hava Yasasının karbon dioksit salımını düzenlemenize olanak vereceğini mi sanıyorsunuz?" diye sordu.

Browner "Sanırım Temiz Hava Yasası bize geniş bir yetki sunuyor" diye karşılık verdi. Delay'in yanıtı "Buna dair bir hukukçu görüşü getirebilir misin bana?" oldu.

Browner sonrasını şöyle anlatır: "Bunun üzerine çekip gittim; hukukçular konuyu inceledikten sonra 'muhtemelen yapabiliriz' yazan bir not gönderdiler."

2001'de işbaşına geçen Bush yönetimi buna karşı çıktı. Böyle bir yorumun doğru olamayacağı sonucuna vardılar. Orijinal Temiz Hava Yasasında sera gazlarından hiç söz edilmiyordu. 2001'de olaya son noktayı şu sözlerle koydu: Karbon dioksit "Temiz Hava Yasasında 'kirleticisi' olarak geçmiyor." Ve görünüşe bakılırsa, olay böylece kapanmış gibiydi.¹⁸

Ama olayın burada kapanmadığı sonradan anlaşılacaktı. O bilgi notu, Massachusetts eyaleti de dahil olmak üzere çeşitli çevrelerin EPA'ya karşı araba egzozlarından çıkan sera gazlarına—özellikle de CO₂'ye—düzenleme getirmediği için açtıkları davalarda kullanıldı. Başvuru mahkemesi bunları geri çevirmeye kalktıysa da, ABD Yüksek Mahkemesi davaları kabul etti.

2006 Kasımının sonunda sözlü savunmalara geçildi. Massachusetts başsavcı yardımcısı EPA'nın yeni arabalarda CO₂ salımını düzenleme altına almamasının, denizlerin seviyesini yükseltecek ve eyaletin kıyı bölgelerini suya gömecek şekilde küresel ısınmaya katkı yapacağını iddia etti. Bush yönetimi Temiz Hava Yasasının EPA'ya CO₂ düzenleme yetkisi vermediğini, ayrıca iklim değişikliği küresel bir sorun olmasına karşılık Massachusetts sadece 50 eyaletten biri olduğu için Massachusetts'in dava açma yetkisi bulunmadığını söyleyerek karşı çıktı.

Mahkemelerdeki görüş alışverişi oldukça hararetli geçti. Massachusetts başsavcı yardımcısı, yargıç Antonin Scalia'ya seçkin yargıcın stratosferi troposferle karıştırdığından yakındı. Yargıç Stephen Breyer egzoz salımını düzenleme altına almanın yeterli olacağını kanıtlanamayacağını, bununla birlikte “her biri belli bir etki yaratacak ve belki hiç değilse Cape Cod'un (Massachusetts'in doğusunda Okyanusa uzanan en uç noktasında yer alan bir ada, çn.) kurtulmasını sağlayabilecek” başka önlemlerle birleştirilebileceğini söyledi.

Yüksek Mahkeme 2 Nisan 2007'de “tüm zamanların en önemli çevre kararı” olarak ünlenen görüşünü açıkladı. 5'e 4 oy çokluğuyla alınan kararla, mahkeme iklim değişikliğinden ötürü meydana gelebilecek bedeli çok ağır fırtınalar ve kıyı şeridinin yok olması tehlikesi nedeniyle Massachusetts'in dava açma yetkisine sahip olduğuna ve eyaletin “zarar görme tehlikesi”nin “hem gerçek hem de yakın” olduğuna hükmetti.

CO₂'nin—yalnız hidrokarbon yakarak değil, hayvanların soluk alıp verişleriyle de üretilmesi sebebiyle—“haklı olarak kamu sağlığı ve esenliğini tehlikeye düşürmesi beklenebilecek” bir kirleticisi olduğunu belirtmesi, mahkemenin verdiği kararın can alıcı noktasını oluşturuyordu. Ve mahkeme çoğunluğu, düşünceleri konusunda herhangi bir kuşkuyla yer bırakmamak için, EPA'nın mevcut düzenleme getirmekten kaçınma tavrının “keyfi”, “kaptisli” ve “yasaya aykırı” olduğunu ekledi.¹⁹

Bu kararın sonuçları muazzam oldu; ABD kongresi karbonu düzenleme altına alacak yasaları çıkarmazsa, EPA'nın "tehlike yaratan bir bulgu"ya dayanarak aynı amaçla kendi düzenleme mekanizmasını devreye sokma yetkisi—ve zorunluluğu—taşıdığı anlamı çıkıyordu. Federal hükümetin üç kolundan ikisi artık hükümetin CO₂'yi kontrol altına almak için hızla harekete geçmesi konusunda kararlıydı.

Bush yönetimi mahkemenin kararına ne karşılık vereceğini belirlemek zorundaydı. O günlerde James Mahoney'in İklim Değişikliği Bilim Programının 21 farklı araştırmasından beklenen yanıtlar gelmeye başlamıştı. Enerji bakanı Samuel Bodman "Sonuçların çoğu gerçek bir sorunun varlığına işaret ediyordu" diyor. "Ama onunla başa çıkmak çok zordu." Bu sırada uluslararası arenada ise, İngiltere başbakanı Tony Blair ile Alman şansölye Angela Merkel Bush'u bu konuda sıkıştırmayı sürdürüyordu.

Bütün bu nedenlerden ötürü, iklim değişikliği, yönetimin siyasi gündemine net bir biçimde tekrar girdi. Bush 2007'de Ulusa Sesleniş konuşmasında ABD'nin "ciddi boyutlardaki küresel iklim meydan okumasına karşı koyacağını" ilan etti. Ama Kyoto ve Birleşmiş Milletlerin hantal rotasından yürümeye hiç niyeti yoktu. Kendine göre farklı bir yol izledi; dünyada insan eliyle gerçekleştirilen CO₂ salımının en öndeki sorumlularından on yedi ülkeyi bir araya getiren bir topluluk oluşturdu. Bush yönetimi bu yeni gruba Başlıca Salımcılar adını verdi.

Devlet müsteşarı Paula Dobriansky "Gelgelelim, davetiyeleri gönderdiğimizde, öteki ülkelerden 'salımcı' diye anılmak istemediklerini belirten mesajlar aldık" diye anlatıyor.²⁰

Gayet makul bir talepti. "Salımcılar" toplanan ülkeler tarafından az çok olumsuz bilinen bir tanımdı. 2007 Eylülünde dışişleri bakanlığında bir araya gelen Başlıca Salımcılar'ın adı "Başlıca Ekonomiler" olarak değiştirildi. Bunlar dünyanın gayrisafi hasılasının yüzde 80'ini temsil eden, dünyanın enerjisinin yüzde 80'ini tüketen ve dünyadaki CO₂'nin yüzde 80'ini üreten ülkelerdi. Bu yüzden en büyük etkiyi yaratabilecek olan onlardı. Ayrıca aralarında Çin, Hindistan ve Brezilya gibi ülkelerin de bulunması gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki sürtüşmeli bölünmeyi yönetilebilir kılıyordu.

Bush yönetimi yedi yıl önceki ilk konumundan oldukça farklı bir noktaya gelmişti. Ama yönetimin önünde fazla zaman kalmamıştı.

KONSENSUS ARAYIŞI

Barack Obama'nın yemin töreninden sonraki hafta sonu o pazartesi Beyaz Sarayda yapacağı ilk konuşması için Washington çevresinde telefonla ve e-postayla davetiyeler hızla iletmeye başlandı. O serin sabah çoğu hâlâ olayın coşkusuyla yaşayan Beyaz Sarayın doğu kapısında toplananlar bir enerji konusuyla karşılaşmayı bekliyorlardı. Doğu Salonundaki tören gerçekten de iklim değişikliğiyle, artık enerji politikamızı belirleyen bu meseleyle ilgiliydi.

Yeni başkan “Washington’un ayak sürüme dönemi artık geride kalmıştır” dedi. Ardından “Amerika ısınan bir gezegenin esiri olmayacaktır” diye ekledi. Başkanın önceliği netti. Ve başkanın bu tavrından hareketle, Beyaz Saray yönetimi sınırla ve al-sat anlayışını ülkenin genel geçer yasası haline getirmeye girişti.¹

İpler Enerji ve Ticaret Komitesi başkanı Henry Waxman ile sözcü Nancy Pelosi’nin iki yıl önce kurduğu Enerji Bağımsızlığı ve Küresel Isınma Seçilmiş Komitesi başkanı Edward Markey’in elindeydi.

İklim değişikliği konusu, aynı zamanda enerji alt komitesinin de başkanı olan Markey’in Kongredeki 33 yılının çoğunda gündeminden düşmemişti. Ofisinin bir duvarında çapraz duran büyük bir güneş panelinin üzerinde, bugün kapanmış olan *Washington Star* gazetesinin 7 Kasım 1976 tarihli baş sayfası asılıdır. Sağdaki sütunun başlığı şöyle: “Doğal Gaz Kesintisi Öngörülüyor”. Soldaki sütunda ise Pensilvanya Üniversitesinden bir profesörle yapılan röportajda belki insan eliyle

üretilen CO₂ yüzünden, belki de profesörün lütfuyla buzul döngüsünün doğal işleyişi yüzünden yaklaşmakta olan dünya krizi konusunda bir uyarı yer alıyor.

Sayfanın ortasında yeni seçildiği Kongre üyeliği koltuğuna oturmak için hayatında ilk kez Washington'a giden 30 yaşındaki dağınık saçlı Markey'in fotoğrafı yer alıyor. Yazının başlığı şöyle: "Washington'a Yeni bir Mr. Smith Daha Geliyor." Haberde Markey, Frank Capra'nın 1939 tarihli klasik filminde Jimmy Stewart'ın oynadığı başkenti sallayan acemi "idealist hödük"le karşılaştırılıyordu. Jimmy Stewart'ın canlandığı karakter filmin doruk noktasında "bu kurula söylemek istediğim iki çift sözüm var" der. Bu yeni "Mr. Smith", yani Ed Markey Kongrede 33 yıl kalır; başka pek çok konuda da söyleyecek bir çift sözü olur—finansal türevlerden nükleer enerji güvenliği ve yaygınlaşmasına, telekomünikasyon alanındaki düzenlemelerin kaldırılmasına kadar hemen her konuda. Ancak zihnini devamlı meşgul eden konu enerjidir. 1980 Demokratik Parti kongresinde en işlek saatte yaptığı konuşmasında ABD'yi 2030 yılına kadar "tam bir güneş enerjisi toplumu" olmaya çağırırdı. 1987'de pratik cihazlar için ilk ulusal verimlilik standartlarını o yazdı ve "güneş/rüzgâr enerjisinin geleceği"ne yönelik çalışmalarını sürdürdü—ama ne yazık ki istediği sonucu elde edemedi. Şimdi 2009 yılında Barack Obama'nın Beyaz Saraya çıkması ve Demokratların Kongre çoğunluğunu elde etmesi sayesinde, Waxman'la uyum içinde sınırla ve al-sat sistemini ilerletme ve tüm ABD ekonomisinin önemli bir parçasının temel ekonomisini yeni baştan şekillendirme olanağı bulmuştu.

HAVUÇ VE SOPA

Peki ama insan ekonominin böylesine geniş bir kesimini—enerji, otomotiv ve ulaşım, binalar, imalat ve geride başka ne kaldıysa—nasıl yeniden şekillendirebilirdi? Waxman ile Markey'in iki parçalı bir stratejileri vardı. İlk parçası insanlara, sınırla ve al-sat sisteminin tüm tahsisatları açık artırmaya çıkarmak yerine, belli sanayi dallarına parasız tahsisat yapılmasını öngördüğünü anlatmaktı. Ve bu havucun parasal değeri milyarlarca dolarla ölçülüyordu.

Stratejinin ikinci parçasında ise sopa devreye giriyordu: Çevre Koruma Kurulu (EPA). Markey'in deyişiyle "Düzenlemeye karşılık yasa". Yasa olmasaydı o zaman EPA, Yüksek Mahkeme kararı uyarınca zamanda geriye, Temiz Hava Yasasının öncesine gidip karbon dioksiti düzenleme sistemine, yani emir-komuta tarzına dönecekti. Ve Kongreden farklı olarak EPA ne bir teşvik unsuru ne de hafifletici etmen sunamayacaktı. Yani hiç havuç olmayacak, ortada sadece sopa kalacaktı. Ya da bir elektrik dağıtım şirketinin CEO'sunun deyişiyle "süngü".

Böylece hatırı sayılır bir koalisyon oluşturdular. 1990 tarihli Temiz Hava Yasası Değişiklikleri ile sonuçta uygulanan SO₂ sınırlamasını sınırla ve al-sat sistemiyle yapmak istedikleri şeye model aldılar. Sınırla ve al-sat sayesinde gerçekleşeceğini ileri sürdükleri şeylerin bir yansımasıydı: daha hızlı bir başarı, daha düşük maliyetler, daha büyük bir etki. Ancak Markey'in kafasında başka bir örnek daha vardı: dijital devrimin Amerikan ekonomisini dönüştürme şekli. Kablo ve telefon sanayilerinde rekabeti ilerleterek dijital devrimin gerçekleşmesine yardımcı olan yasaları savunmuştu. "Önündeki bütün bariyerleri kaldırdık" dedi. "Herkes her şeyi yapabiliyordu. Bir geniş bant dijital devrimi yarattık." Bill Clinton 1996'da Telekomünikasyon Yasasını imzaladığında, Amerika'da tek bir evde bile geniş bant yoktu. Oysa şimdi hepsi dönüşmüş durumda. Markey'e göre: "Hükümetin görevi paranoyayı körükleyen Darwinci pazar rekabeti için koşulları yaratmaktır; o zaman kapitalizm serpilip gelişir ve artık hükümet yoldan çekilebilir. Teşvik edersek, inovasyonun önünü açarız."²

Geniş bant devrimi yaklaşık bir trilyon dolar civarında tahmin ettiği yeni bir değer yaratırsa, o zaman onun hesabına göre çok daha büyük olan enerji sektöründe iklim değişikliğinin körüklediği benzer bir Darwinci amansız rekabet yepyeni endüstrileri teşvik edebilir ve trilyonlarca dolarlık yeni değerler yaratabilir.

Yasa tasarısı komiteden geçip oya sunma noktasına gelene kadar, altı yüz sayfadan bin dört yüz sayfaya çıktı. Belirlenen hedef 2050'ye kadar karbon dioksit salımını 2005 düzeyinin yüzde 83'üne düşürmekti; bu karar, bundan sonra ABD'deki enerji yatırımlarının tek bir noktaya odaklanacağı anlamına geliyordu: karbonu azaltmak. Büyük ölçekli ve ekonomik bir karbon tutma yöntemi geliştirmedikçe, petrol, doğal

gaz ve kömür çoğunlukla ortadan kaybolacaktı. Bu yakıtların kullanılmasına dayalı olan ne varsa değişecekti. Amerikalıların—ve Amerikan ekonomisinin—bildiği enerji sistemi bu değildi. Havuç çok büyüktü: Bir sürü pazarlık ve pragmatik yaklaşım sonunda, ekonominin çeşitli kesimleri 2,3 trilyon doların üzerinde tahsisatla ödüllendirildi. Dahası yasa önerisi, Temiz Hava Yasasındaki 1990 Değişikliğinin EPA'ya verdiği karbon dioksit düzenleme yetkisini büyük ölçüde elinden alıyordu. Süngü geri çekiliyordu.

Bazıları bunun o kadar hızlı gerçekleşemeyeceğini, enerji sektörünün telekomünikasyon sektörüne kıyasla daha karmaşık, daha sermaye yoğun, daha uzun erimli ve değişim temposunun çok daha yavaş olduğunu öne sürdüler. Buradaki teknolojilerin ölçek—ve zaman—açısından daha boyutlu olacağı kuşkusunu taşıyorlardı. Karbonu tutma ve zapt etme işleminin kendini kanıtlaması çok zaman alıyordu. Çoğu kişi sınırla ve al-sat sisteminin karmaşıklığından ve boyutlarından endişeliydi; vergi koymanın çok daha kolay ve dolaysız bir yol olduğunu düşünüyordu. Kimileriye sınırla ve al-satın aslında göz boyayıcı karmaşık bir kılığa bürünmüş bir vergiden başka bir şey olmadığını söylüyor ve ona “sınırla ve vergi koy” diyorlardı. Bunun pek çok aksaklık doğuracağını iddia ettiler. Ve maliyetlerin korkunç derecede hafife alındığını ileri sürdüler. Elektriği tamamen kömüre dayalı olan Ortabatı ağır bir darbe alacaktı. Tarım da öyle.

Kongre Büyük Resesyonun piyasalara yönelik derin bir güvensizliğe yol açtığı bir dönemde çok muazzam—başka herhangi bir pazardan daha büyük—bir yeni karbon pazarı yaratmaya hazırlanıyordu. Karbon bir “varlık”, bir “değer birimi” olacaktı. Eleştiriler, finans piyasaları ile finans kurumlarının ününün belirgin ölçüde yara aldığı bir zamanda, sınırla ve al-satın çevre için değil, Wall Street için ve karbon piyasalarında alım satım yapmayı—ve oynamayı—becerebilenler için bir nimet olacağı yönünde uyarıda bulunuyordu.

26 Haziran 2009 akşamı yasa önerisi 212'ye karşı 219 oyla kabul edildi. Kırk dört Demokrat hayır oyu verirken, sekiz Cumhuriyetçi evet verdi. Yine de tasarının yasalaşması için ABD Senatosunun onayı gerekiyordu. Öneri Senatodan geçmeden hiçbir şey olacağı yoktu.

ÇİN: "KAZAN—KAZAN"

2007'de Çin'in karbon dioksit salımı bazı değerler bakımından ABD'yi geçti. Eğer CO₂ üretimi kontrol altına alınmazsa 2030'da tüm Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) ülkelerinin toplamını geçeceği söyleniyordu. Çin ayrıca bu artış konusunda giderek yoğunlaşan uluslararası eleştirilere de hedef oluyordu.

Pekin bu duruma üç şekilde karşılık veriyordu. Birinci olarak, kişi başına düşen rakamlarla bakıldığında, enerji kullanımı ve CO₂ salımının ABD ile Avrupa'ya kıyasla çok düşük kaldığını belirtiyordu. İkinci olarak, Çin'in Avrupa ile Kuzey Amerika'nın—ve de Japonya'nın—onlarca yıl önce gerçekleştirdiği bir geçiş sürecini yeni yaşamakta olan görece yoksul bir ulus olduğunu ve kendilerinin aynı fırsat ve gelişmiş ülkelerdeki geçim standartlarından men edilemeyeceğini vurguluyordu. Böylelikle gelişmiş ülkelerin "lükse dönük salımı" ile "gelişmekte olan ülkelerin hayatta kalma salımı" arasında bir ayrım yapıyordu. Üçüncü olarak enerji kullanımının—ve salımın—bu kadar hızlı bir şekilde yükselmesinin nedenlerinden birinin Avrupa ile Kuzey Amerika'nın kendi enerji yoğun üretimlerinin çok büyük bir bölümünü Çin'e kaydırması olduğuna, bu arada kendi ekonomilerinin de hizmetler ve tüketim alanına yönelmeyi sürdürdüğünü dikkat çekiyorlar. Çin Ulusal Kalkınma ve Reform Komisyonu eski başkanının belirttiğine göre, "Çin'in enerji tüketimindeki artışın hatırı sayılır bir bölümü, başka ülke ve bölgelerin enerji tüketiminin 'ikame edilmesi'nden kaynaklanmaktadır."³

Uluslararası açıdan Çin'in yer almadığı bir uluslararası iklim değişikliği rejimi olamazdı. Ancak Çin'in konumu da evrim geçiriyordu. Hükümet 2006'da bir Ulusal İklim Değişikliği Değerlendirmesi yayınladı. Bu metin yirmi devlet dairesinin katıldığı ve önemli ölçüde IPCC'nin çerçevesini yansıtan dört yıllık bir çalışmanın ürünüydü. Aynı zamanda riskler hakkında kendisine sürekli bilgi verilen ülke üst yönetimi için de bir eğitim süreci oldu.

2007 Dünya Çevre Gününden bir gün önce hükümet "Çin'deki iklim değişikliği eğiliminin gelecekte daha da yoğunlaşacağı" uyarısında bulunan ilk "iklim değişikliği ulusal stratejisini" yayınladı. Bu strateji

enerji korunumu ve verimliliği üzerinde duruyor, aynı zamanda yakıt dengesinin değişmesi, ekosistemin korunması, ormanların toplam arazi miktarının yüzde 20'sine çıkarılması ve dünya klasında enerji teknolojileri geliştirilmesine vurgu yapıyordu. Pekin, Şanghay ve doğal gaz şebekesi bulunan diğer kentlerde açıkta kömür yakılmasının yerini yeni doğal gaz kaynakları ve ithal LNG alacaktı.

Çin'in iklim değişikliği konusundaki tavrı gerek bilimsel gerekse pratik nedenlerle değişti. Kuraklıklar ve sel baskınları iklim değişikliğinin tehlikelerini gözler önüne serdi. Çin bilim insanları ve ülke yönetimi batıda küresel ısınmanın yol açabileceği sonuçların "Asya'nın su kulesini"—Çin'in büyük ırmaklarını besleyen Himalayalar ile Tibet platosundaki buzullar ve kar kütlesini—nasıl etkileyeceği üzerinde yoğunlaştılar. Doğuda yükselen deniz seviyesi ülkenin GSYİH'si ile ekonomik büyümesinin önemli kısmını sağlayan alçak kıyı bölgelerini tehdit ediyordu. Kuraklık, çölleşme, aşırı hava durumu hareketleri ve tarımsal üretimde istikrarsızlık; bütün bunlar olası sonuçlar arasında sayılabilirdi.

Ancak konunun ulusal yararı da hafife alınmamalı. İklim değişikliği ülkeyi çok etkileyen ve gittikçe derinleşen ulusal bir siyasi meseleye dönüşen kritik ve son derece acil yerel ve bölgesel hava ve su kirliliği sorunlarının üzerine gitmek için çok elverişli bir dış ortam oluşturuyor. Aynı zamanda ekonomide, özellikle enerji kullanımı alanında etkinliği artırmak için de yararlı bir araç sağlıyor.

Konunun başka fiili yönleri de var. Çin uluslararası ticaret ve finansın küresel çarkında köklü bir yer edinme gayreti içinde; gerçekten de 1979'dan sonraki gelişim sürecine hep bu çabası zemin oluşturdu. İklim değişikliği Çin'in hemen her ekonomik konferansta karşısına çıkan bir konu oluyor. Belli başlı ticari partnerlerinin salımı azaltmama tavrına misilleme olarak ticari kısıtlamaya gitme tehditleri ciddi ölçüde endişe yaratıyor. ABD ile diğer ülkelerdeki seçmenler belirli bir uluslararası iklim rejimini imzalamayan ülkelere, başta da Çin'e sınır vergisi ya da bazı sınır düzenlemeleri dayatılmasını talep ediyorlar. Bu hissiyat kısmen kılık değiştirmiş korumacılıktan kaynaklanıyor—Çin'in ihracatının esas bölümü yoğunlukla düşük karbonlu ürünlerden oluştuğundan, doğru seçilmiş bir hedef değil. Ancak Çin liderliği bunun olası maliyetini üstlenmek bir yana, iklim konusunda küresel işbirliğinin yo-

lundaki engel ülke olarak suçlanmayı da istemiyor. Çin iklim değişikliği politikalarını sahiplenmesinin ABD ve Avrupa ile ilişkilerinde kilit bir unsur olacağı gibi, siyasi ve ticari gerilimi de hafifleteceğinin bilincinde. Başkan Hu Jintao 2009 sonbaharında Birleşmiş Milletlerde gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeleri iklim değişikliği konusunda “karşılıklı kazanca dayalı” ses getiren bir yaklaşım çağrısı yaparak, meseleyi toparladı.⁴

HİNDİSTAN: “İKLİM AGNOSTİĞİ”

Aynı bakış açısını paylaştıkları için Hindistan ile Çin hep birlikte anılır. Nehirlerini besleyen Himalaya su kulesine ikisinin de ilgisi çok derindir. Ancak Hindistan’ın genel tavrı hayli farklıdır. Elektriğinin büyük bölümünü kömürden elde ettiği halde, bol miktarda biyokütle (*biomass*) yakıtı da tüketmektedir. Hindistan dünyadaki CO₂’nin yüzde 5’ini üretirken Çin yüzde 23’ünü üretir; Hindistan ekonomisi Çin’in sadece dörtte biri kadar olduğundan, bu pek doğaldır. Hindistan’ın uluslararası iklim değişikliği görüşmelerine geleneksel yaklaşımı, büyük çaplı yoksulluk sorunu yaşayan bir gelişme halindeki ülke olduğunu ve ekonomik büyümesinin sanayi ülkelerinin iki yüzyıldır atmosfere yığdıkları salımdan ötürü cezalandırılmayacağını giderek daha kuvvetle tekrarlamak şeklindedir. Dahası çevre bakanı Jairam Ramesh’in sözleriyle, ABD ya da Avrupa Birliği ile iklim değişikliği politikası üzerinde anlaşmaya vardığının düşünülmesi bir Hint siyasetçisi için “ölüm öpücüğü” demektir.

Fakat Hindistan giderek dünya ekonomisine daha fazla entegre oldukça, bakış açısı da değişiyor. Başbakan Manmohan Singh, Ramesh’i çevre bakanlığına getirirken şöyle bir talimat vermişti: “Küresel ısınma sorununu yaratan Hindistan değil. Ama Hindistan’ı çözümün parçası yapmak için elimizden gelen çabayı göstermek zorundayız.”

Bundan sonra yaklaşım değişti. Ramesh parlamentodaki bir tartışma sırasında “İklim değişikliği karşısında dünyadaki en kırılgan ülke Hindistan’dır” dedi. “Biz muson yağmurlarına bağımlıyız... ülkemizin hayat damarı onlar... Musonlar başlamazsa dünyamız kararır, musonlar başlarsa hayatımız güzelleşir... İklim değişikliğinin musonlarda yaratacağı belirsizlik her şeyden önce ve en etkili biçimde Hindistan’ı vurur.”

Hindistan'ı kırılgan yapan ikinci olay buzulların durumuydu. "Himalaya buzullarının akıbeti ülkemizin su güvenliğini ilgilendiriyor." Ancak diye devam etti bakan, buzların küresel ısınma yüzünden mi yoksa "doğal döngüsel değişim sürecinden" ötürü mü geri çekildiği son derece belirsizdir.

Ramesh bir çevre bakanı için sıra dışı bir perspektif ortaya koydu: "İklim âlemi üçe bölünmüş durumdadır" dedi. "İklim ateistleri, iklim agnostikleri ve iklim dindarları. Ben bir iklim agnostiğiyim." Ramesh'e göre, kendi ifadesiyle, su ve hava kirliliği gibi "gündelik" yerel sorunlar "iklim değişikliğinden daha önemli ve daha acil" görünüyordu.⁵

İkinci Dünya Savaşının ardından uygun bir savaş sonrası bir çözüm araştıran güçler—ABD, Britanya, Fransa ve Sovyetler Birliği—Dört Büyükler olarak anılır olmuştu. Bugün uluslararası iklim rejimini görüşen güçler ise başka bir Dört Büyükler grubunu oluşturuyor: ABD, Avrupa Birliği, Çin ve Hindistan; Brezilya ise önemi gün geçtikçe artan bir muhatap konumunda. Bu durum 2009 Aralık ayında Kopenhag'daki iklim konferansında daha da netleşti.

"HOPENHAG"*

Kopenhag konferansının—COP diye de bilinir—Kyoto'nun ardılı olacağı umut ediliyordu ve burada yeni bir küresel anlaşma sağlanacağı beklentisi oldukça yüksekti. Kyoto'dan bu yana geçen 12 yılda iklim araştırmalarına milyarlarca dolar harcanmıştı. Bugün ABD'de enerji politikasını iklim değişikliği üzerine inşa eden yeni bir başkan vardı; ABD Temsilciler Meclisi sınırla ve al-sat yasa önerisini benimsemişti; Avrupa Birliği sürece bütünüyle katılıyordu; Çin ve Hindistan ise diğer gelişmekte olan ülkelerle birlikte iklim sorununun uluslararasılaşması çizgisine doğru yönelmişlerdi. Bu yüzden yaklaşan Kopenhag konferansına "Hopenhag" adının verilmesi hiç de şaşırtıcı değildi.

* Kopenhag kentinin isminin başı İngilizcede "umut" anlamına gelen "Hope" sözcüğüyle değiştirilerek yapılan kelime oyunuyla toplantıya büyük umutlar bağlandığı anlatılmak isteniyor-çn.

Kopenhag'a toplam 113 hükümet başkanı katıldı; aynı anda on binlerce STK aktivistinin kente ulaşmaya çalıştığı koşullarda bütün delegelerin konferansa taşınması tam bir lojistik kâbusuna dönüştü. Toplantı salonu 15.000 kişi alıyordu; katılmak için başvuruların sayısı ise 40.000'i buluyordu; sonunda ancak 27.000 kişi akredite edilebildi.

Onca hazırlığa karşın belli başlı konularda önceden anlaşma sağlanamadı. İklim yasası daha Senatodan geçmediği için, ABD'nin yasal açıdan bağlayıcı bir anlaşmayı kabul etmesi mümkün değildi. Önde gelen gelişmekte olan ülkelerin, gelişmiş ülkelerle aynı kefeye konulmayı kabul etmeyeceği de bir o kadar açıktı. O zaman da ABD Senatosunu bir iklim yasasına ikna etmek çok daha zor olacaktı.

Delegasyon sayısının bileşimi, kalabalığın büyüklüğü ve belli başlı konulardaki keskin anlaşmazlıklar tüm katılımcılar için günden güne daha hayal kırıcı hale gelen konferansa kaotik bir görünüm veriyordu. Böyle giderse hiçbir anlaşma sağlanamadan sonuçlanması işten değildi.

Barack Obama konferansın sonlarına doğru bir sabah erkenden Kopenhag'a geldi, niyeti günün ileri bir saatinde geri dönmekti. Kısa bir süre sonra dışişleri bakanı Hillary Clinton başkana şunları söyledi: "Kopenhag sekizinci sınıftaki öğrenci konseyi toplantısından bu yana katıldığım en berbat toplantı."

Obama bir grup liderle zihin bulandırıcı bir toplantıya girdikten sonra, danışmanlarına dönerek acilen Çin başbakanı Wen Jiabao'yu görmek istediğini söyledi. Ne yazık ki başbakan ülkesine dönmek üzere havalimanına doğru yola çıkmıştı. Ama hemen ardından Wen'in hâlâ konferans merkezinde olduğu haberi geldi. Obama ve yardımcıları kendisine ulaşmak için hızlı bir arayış çabasına girdiler. Zaman azdı, Obama da, Washington'da başlaması beklenen tipiye yakalanmamak için, birkaç saat sonra ayrılmayı düşünüyordu.

Obama uzun bir koridorun ucunda Çin delegasyonunun ofisi olarak kullandığı odanın dışında şaşkın bir güvenlik görevlisiyle karşılaştı. Paniğe kapılan görevlinin telaşlı hareketlerine aldırmayan Obama adamın yanından geçip odaya daldı. Obama hayretle odada yalnız Wen'le değil, ortak bir tavır geliştirmek amacıyla bir araya toplanmış olan BASIC diye bilinen grubun diğer üyeleriyle de karşılaştı—Brezilya devlet başkanı Luiz İnacio Lula da Silva, Güney Afrika cumhurbaşkanı Jacob

Zuma, Hindistan başbakanı Manmohan Singh. ABD başkanını aniden beklenmedik biçimde karşılarında bulunca onlar da daha az şaşırmadılar. Ama kimsenin Obama'yı geri göndermek gibi bir niyeti yoktu. Amerikan başkanı Wen'in karşısına, Lula'nın yanına oturdu. Şaşkınlığını üzerinden atan Wen üzerinde tartışmakta oldukları taslak metni Obama'ya uzattı. Taslağı çarçabuk okuyan başkan güzel dedikten sonra, sadece "bir iki noktayı" eklemek istediğini belirtti.

Bunun üzerine az çok yazman rolüne giren Obama'yla bir toparlama oturumu başladı. Bir ara Çin'in baş görüşmecisi Obama'nın bir sözüne sert bir şekilde karşı çıkacak olduysa da, Wen sözlerinin İngilizceye çevrilmemesini istedi.

Sonunda bir kısmı epey hararetli geçen görüş alışverişinden sonra, bir görüş birliğine vardılar. Anlaşma da, yasal olarak bağlayıcı hedefler de olmayacaktı. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler salımlarını azaltma yönünde birbirine paralel olarak bağlayıcı nitelik taşımayan taahhütlerde bulunacaklardı. Buna ek olarak gelişme halindeki ülkelerin üstleneceği "hafifletici eylemler"in "uluslararası ölçümleme, raporlandırma ve geçerliliğini onaylama süreçlerine tabi olması" yönünde karşılıklı bir anlaşmaya varıldı. Aynı zamanda anlaşma baş hedef olarak sıcaklığın 2 °C'den (3,6 °F) fazla yükselmesini önleme hedefini netleştirdi. BASIC liderleri Almanya'nın şansölyesi Angela Merkel, Fransa cumhurbaşkanı Nicolas Sarkozy ve İngiltere başbakanı Gordon Brown gibi Avrupa liderlerinin onayını alma işini Obama'nın üzerine yıktılar. Avrupalılar gönülsüz de olsa bu anlaşmayı kabul ettiler, ama onlar çok daha kuvvetli bir sonuç istiyorlardı. Ardından Obama kar fırtınasıyla boğuşarak Washington'a döndü. Ama Kopenhag'daki fırtına hâlâ dinmemişti. Anlaşma konferansın bütünü tarafından pek coşkulu olmayan bir şekilde, hatta pek çok delege tarafından ise tedirginlikle "değerlendirildi" ve kabul edilmedi.

Kopenhag Anlaşması ses getiren bir uluslararası sözleşme değildi, daha çok bir oyalama eylemiydi; bu sonuç Birleşmiş Milletlerin bir iklim eylemi planı üretmek için fazlaca büyük ve hantal olduğunu ortaya çıkardı. Şimdi yanıtı uluslararası ilişkilerin "değişken geometrisi"nde aramak gerekiyordu: Belli bir sorunda ortak çıkarı ve birlikte hareket yeteneği olan ülkeleri bir araya getirmek. Bu örnekte "değişken

geometri” GSYİH’nin en büyük bölümünü—ve karbon salımında en büyük payı—temsil eden daha küçük sayıdaki ülkeyi kapsıyordu. Bu da Başlıca Ekonomilere geri dönmek anlamına geliyordu; yani George W. Bush’un 2007 yılında iklim değişikliği sorununu görüşmek için Birleşmiş Milletlere göre daha işlerli bir alternatif arayışıyla gündeme getirdiği, ilk adı Başlıca Salımcılar olan gruba geri dönmek.⁶

İklim rejimi konusunda önemli bir ilerleme umudu taşıyanlar için hayal kırıklığı yaratan yalnız Kopenhag değildi. İkinci bir düş kırıklığı da ABD Kongresinden geldi. ABD Senatosundan bir iklim yasası geçirmek Temsilciler Meclisinin aksine çok daha zordu. Bunun bir nedeni parmak hesabıydı. Temsilciler Meclisinde Waxman-Markey’in aldığı oy toplamının dörtte biri kalabalık bir nüfusa sahip olan New York ve Kaliforniya gibi daha liberal eyaletlerden gelmişti. Ancak Senatoda bu eyaletlerin de diğer bütün eyaletler gibi sadece iki oyu vardı. Üstelik Senatoda bir önerinin geçmesi için 100 oyun 60’ını alması gerekiyordu. Yoğun biçimde kömür kullanılan eyaletler ile enerji üreten eyaletler yasa önerisine pek taraftar değildi. Resesyonun derin ve toparlanmanın yavaş seyrettiği koşullarda pek çok senatör iklim yasa tasarısının ekonomik etkisinden kaygı duyuyordu. Wall Street’teki erime de hesaba katıldığında, karbon alım satımı için devasa bir yeni finansal piyasa yaratmaya pek fazla heves eden çıkmıyordu. Cumhuriyetçilerin 2010’da Temsilciler Meclisindeki zaferinden sonra, bir iklim yasası olasılığı adanmaklı zayıfladı.

“HİMALAYALAR’IN SAĞLIĞI”

Kopenhag’la aşağı yukarı aynı tarihlerde IPCC’nin saygınlığında da bir yıpranma gözlemlendi. Birileri Climate-gate adıyla bilinen İngiltere East Anglia Üniversitesi Climatic Research Unit’in (İklim Araştırma Birimi) e-postalarını hackledi. Bu birim, IPCC’nin iklim araştırma ve çalışmalarını destekleyen başlıca araştırma merkezlerinden biriydi. Bu e-postalar pek çok iklim bilimcisi ve aktivistine içeriği boşaltılmış ve anlamı önemli ölçüde değiştirilmiş olarak ulaşıyordu. Ancak e-postalar kimilerine, istediği sonuçları elde etmiş bazı ileri gelen bilim insanlarından gelen,

aynı fikirde olmayanları karalayıp yerin dibine batıran “sahte mesajlar” halinde görünüyordu. En çok tepki doğuran numara ise, ısı artışını gayet net biçimde sürekli yükselen bir grafik şeklinde gösteren birbirini tutmayan veri kümelerinin harmanlanmasıydı. Sonradan yapılan incelemeler, belli bir eleştiri içermekle birlikte, genelde katılan araştırmacıları verileri değerlendirirken “akademik topluluk tarafından benimsenmiş pratiklerden” asla sapmadıklarını açıklayarak, temize çıkardı.⁷

Ne ki, tartışma büyüdü ve 2007 tarihli dördüncü IPCC raporu hedef seçildi. IPCC’nin babası Bert Bolin büyük bir özenle yaklaşma ve kanıtların ötesine çıkmama ilkelerini ortaya koymuştu. İklim araştırmalarını koordine eden “vazgeçilmez adam” 2007’de vefat etti. En yeni IPCC raporunda siyaset yapımcılarına sunulan özetin genel rapora göre daha kesin ifadelerle hazırlanmış olduğu öne sürülüyordu. Dahası bazı hatalar da görülmüştü. And Dağlarındaki erime haberinin kaynağı, bir dağcılık dergisinin dağ rehberleriyle röportajıydı. En yoğun tartışma şu dramatik sav üzerindeydi: Ganj nehrini besleyen buzul da dahil olmak üzere Himalaya buzulları o kadar hızlı eriyor ki, “daha erken değilse bile”, 2035’e kalmadan yok olacaklar. Dördüncü IPCC raporunda yer alan en ağır öngörülerden biri buydu.

Hindistan çevre bakanı Hint bilim insanlarına bu savı sorgulayan bir araştırma başlatma görevi verdi. Pek çok buzul erimekteyken bir buzulun katılaştığı saptandı. Raporu kaleme alan bilim adamı “Himalaya buz dağları geriliyor” diye yazdı. “Ama ortada olağandışı bir şey yok.” En çarpıcı yorumlardan biri de bakanın raporunda Ganj nehrini besleyen Gangotri buzulunun 1977’de eriyip giderken, şimdi “hemen hemen sapasağlam durduğu”ydı.

Hindistan hükümetinin araştırması bir protesto fırtınası kopardı. IPCC başkanı Rajendra Pachauri onu “küstah” ve “iklim değişikliği inkârcısı ve okul çocuğu düzeyinde bilim” anlamında “vudu bilimi” olarak karaladı. Ancak ardından 2035 tarihinin özenli bir araştırma ürünü olmadığı, bir İngiliz bilim dergisinin 1999 yılında bir Hint bilimcisiyle yaptığı telefon görüşmesine dayandığı ortaya çıktı. Önce buradan bir çevreci grup tarafından alınarak kendi raporlarına eklenmiş, oradan da “doğrudan doğruya IPCC etki değerlendirme raporuna kopyalanmıştı.”

Hindistan çevre bakanı Jairam Ramesh “Himalaya buzullarının sağlığı kaygı nedenidir” diyordu. “Ancak IPCC’nin bu buz dağlarının 2035’e

kadar yok olup gideceği şeklindeki dehşet yaratıcı açıklaması bir nebze olsun bilimsel kanıttan yoksundur.” Üstelik 1999’daki telefon konuşmasının tarafı olan bilimcinin kendisi bugün yorumunun “spekülatif” olduğunu, kendisinin bir tarih vermediğini söylüyor. Ayrıca kendisinin bir “astrolog” olmadığını da ekliyor. Buna karşılık, buzulların “acınası bir durumda” bulunduğunun da altını çiziyor.

Bir süre sonra IPCC durumu düzeltip özür diledi.

Sonraki raporlar IPCC’nin genel faaliyet kapsamı ve misyonunu destekledi, ancak süreç belli bir zarar görmüştü, sonuçta 2009 sonbaharı öncesinde düşünülen daha geniş bir belirsizlik bandına gerek duyuldu. Ve en azından bir süre için dünya çapındaki kamuoyu yoklamalarında küresel ısınma sorununa ilginin azaldığı ve iklim değişikliği politikalarının aciliyeti ve gördüğü desteğin zayıfladığı saptandı.⁸

“HAVA KOŞULLARINDAKİ AŞIRILIKLAR”

Hava durumu gibi, insanların iklime ilişkin görüşleri de değişkendir. 2010 yazında halkın kafasındaki yüksek ölçüde değişken kısa erimli hava durumu değişiklikleri ile on yıllar, yüzyıllar, hatta milenyumlara ulaşan uzun erimli iklim trendleri arasındaki geleneksel ayrım darbe aldı. Bazı siyasi liderlerin akli, iklim değişikliği tehlikesinden iklimlerdeki aksamaların tehlikesine doğru kaymaya başladı. Hava koşullarındaki aşırılıklar dünyanın çeşitli yerlerinde eşzamanlı görülür oldu. ABD’nin belli bölgeleri kuraklıktan kırılrken, başka kesimlerinde şiddetli yağmurlar dinmek bilmedi; bu arada Doğu Kıyısı hem insanların sinirlerini hem de enerji sisteminin sınırlarını zorlayan olağanüstü sıcağtan bunalıyordu. Pakistan ve batı Çin’de ise devasa fırtınalar sonucunda gelmiş geçmiş en muazzam sel baskınları yaşandı. Yalnız Pakistan’da evlerini terk etmek zorunda kalan 20 milyon insan yiyecek, su ve barınak peşine düştü. Rusya’nın geniş kesimleri günlerce yakıcı güneş altında kavruldu. Sürekli 38 derecenin üzerinde seyreden sıcaklıklar Moskova’yı dumana boğan ve Kızıl Meydanın silüetini yüz metre uzaklıktan bile hayalete dönüştüren yangınlara yol açtı. Rusya’nın buğday hasadının üçte biri telef oldu; bunun üzerine tahıl ihracı ve

dünya pazarını etkileyecek buğday fiyatı bildirilmesi yasaklandı. Devlet başkanı Dmitri Medvedev “Ülkemiz son 50 ila 100 yıldır böyle bir sıcak dalgası yaşamadı” dedi. “Ne yazık ki, bugün yaşananlar...küresel iklim değişikliğinin kanıtıdır, çünkü ülkemizin geçmişinde böyle bir hava durumuyla hiç karşılaşmadık. Demek ki çalışma şeklimizi, geçmişteki yöntemlerimizi değiştirmemiz gerekiyor.”

Ve ardından “Şimdi herkes iklim değişikliğinden söz ediyor” diye ekledi.

Bu kişiler arasında, daha önce iklim değişikliğinin Rusların daha az kürk paltoya ihtiyaç duymasını getireceğini söylemiş olan başbakan Vladimir Putin de vardı. 2010 Ağustosunda kuzey Rusya’daki bir bilimsel araştırma istasyonunu ziyaretinde şöyle demişti: “İklim değişiyor. Bu yıl yangınlara varan olaylar yaşayınca anladık bunu.” Ama yine de Putin iklim değişikliğinin insan faaliyetinin sonucu mu yoksa “Yeryüzünün normal hayatını sürerek soluk alıp vermesinin” sonucu mu olduğu sorusuna yanıt bekliyordu.⁹

CANCUN’DA KABUL EDİLEN TAAHHÜTLER

Kopenhag’daki düş kırıklığı, kimine göreyse fiyaskodan bir yıl sonra Cancun’da yapılması kararlaştırılan bir sonraki büyük toplantı iklimle ilgili yasal düzenlemeleri yine gündeme getirecek gibi görünüyordu. Gerçi Cancun’un görece başarılı olduğu izlenimini uyandıran gerçek, bir bakıma buraya daha düşük beklentilerle gelinmiş olmasıydı.

ABD, Avrupa Birliği ve BASIC ülkelerinin Kopenhag’da üzerinde anlaşmaya vardıkları noktaları—işkenceye dönüşen bir yıllık görüşmelerin ardından—öneren Cancun anlaşmasını 193 ulus imzaladı. Anlaşmanın merkezinde ülkelerin salım azaltmaya yönelik somut taahhütlerde bulunmayı kabul etmeleri yer alıyordu. Anlaşmayla birlikte izleme ve onaylama süreci de getirildi. Bu sisteme göre hafifletici etmenlerin uygulanışı sırasında uluslararası kaynaklar uluslararası düzeyde, iç kaynaklar ise ülke içinde izlenecekti. Ülke içindeki hareketlerin şeffaflığını artırmak için iki yılda bir uluslararası danışma ve analiz sistemi kurulması kararlaştırıldı. Bu sistemin bir parçası olarak teknik uzmanların

katıldığı bir uluslararası forumda bilgi paylaşımı yapılacaktı. Sıcaklık artışını en fazla iki santigrat dereceyle sınırlama hedefinin—çoğu kişinin aşırı iyimser bulmasına karşın—teyit edilmesi Cancun anlaşmasının diğer bir kilit unsuruydu.

Ama Cancun yine de birçok şeyi havada bırakmıştı. Bunlar arasında en önemlisi, 2012'de süresi dolacak olan Kyoto'nun bir dönem daha uzatılmasının gündeme getirilmesi idi. Kyoto'da belirlenen gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin sorumlulukları arasındaki keskin ayrım gelişmiş ülkelerin gözünde giderek daha çok kabul edilmez hale gelirken, gelişmekte olan ülkeler genelde buna sıkıca sarılmaya devam ediyordu. Olasılıklardan biri Kyoto anlaşmasının yerine her iki ülke grubu için de kabul edilebilir yeni bir anlaşma geçirmekti. Bu anlaşma büyük olasılıkla, tarihsel salım bakımından ülkeleri iki gruba ayırmayacak ve en büyük salımcıların her iki ülke grubundan da çıkabileceği gerçeğini ve yükün daha eşit bir şekilde paylaştırılması gerektiğini kabul edecekti. Kısacası yeni bir çerçeve oluşturmak için pek çok şey yapmak gerekecekti.

İŞ EPA'YA KALİYOR

ABD Cancun anlaşmasıyla salımını 2020'ye kadar 2005 düzeyine göre yüzde 17 azaltmayı taahhüt etti. Sınırla ve al-sat yasası Senatoda takılınca, yakın dönemde yasa çıkarma olasılığı sona ermişti. Yasal yollar tükenince Obama yönetimi havuçtan sopaya—ya da kimilerinin deyişiyle süngüye—döndü ve düzenleyici yaklaşımı öne çıkardı. Bunun anlamı EPA aracılığıyla harekete geçmektir. 2007 *Massachusetts v. EPA* kararıyla desteklenen ajans 2009 yılında sera gazı salımının halk sağlığı ve esenliğini tehdit ettiğini, dolayısıyla da Temiz Hava Yasası uyarınca düzenleme kapsamına girdiğini belirten bir “tehlike uyarısı” yayınladı.

EPA bu tehlike tespitinin ardından bir yıl boyunca salım standartları yayınladı. Bu standartlar hem mobil salım kaynaklarını (arabalar ve kamyonlar) hem de yerleşik salım kaynaklarını (enerji istasyonları ve rafineriler) kapsıyordu. Mobil salımlarda standartlar daha yüksek düzeyde yakıt tasarrufu önlemlerine dönüştü; 2010 yılında bu standartları EPA ile ulaştırma bakanlığı birlikte belirlediler.

2011 Ocağında EPA sabit CO₂ kaynaklarından gelen salımı düzenlemek için başlangıç adımı niteliğinde, izin alma zorunluluğu getirdi. Bu zorunluluktan ötürü enerji tesisi ya da rafineri kurulurken ya da mevcut bir tesis önemli ölçüde yenilenirken, işletme sahibinin salım denetimi için günün en ileri teknolojisini kullanması şart koşuluyordu. Düzenlemenin sonraki ayağı olarak EPA, enerji tesisleri ve rafineriler için birkaç yıl süreyle geçerli olacak performans standartları getirmeyi planlıyordu. Bu standartları uygulamak muhtemelen izin verilen zorunluluklardan daha zor olacaktı. Henüz belirlenmedilerse de, bu ölçütlerin bu tesislerin karbon dioksit salımına ürettikleri elektrik miktarıyla orantılı bir sınırlama getireceği sanılıyor.

Ancak EPA'nın sabit kaynakların salımını düzenleme girişimi tepkiyle karşılaştı. EPA'nın sera gazı düzenlemesine gösterilen direnç Kongrede ve eyaletlerde doğrudan EPA karşıtlığına dönüştü. CO₂ salımının düzenleme altına alınmasına karşı çıkanlar EPA'nın sınırı aştığını, getirdiği kuralların ekonomiye zarar vereceğini ve ajansın halkın iradesine karşı koyduğunu iddia ettiler. Cumhuriyetçi çoğunluk EPA'ya tahsis edilen ödeneğin kaldırılarak CO₂ programlarını uygulama olanağını elinden almayı gündeme getirdi. On ikinin üzerinde eyalet EPA'nın sera gazı düzenlemelerinin sorgulanması amacıyla mahkemeye gitti. Teksas valisi Rick Perry işi EPA'nın CO₂ talimatlarına uymayı reddedecek kadar ileri götürdü: "EPA'yla aramızdaki anlaşmazlık özel olarak Washington'daki emir-komuta bürokrasisinin federalizmi ve bireyin kendi ekonomik kararlarını kendi verme yeteneğini nasıl yok ettiğini net biçimde gösteriyor."

Capitol Hill'de Temsilciler Meclisi Enerji ve Ticaret Komitesi başkanı milletvekili Fred Upton şöyle diyordu: "Yönetimin yasalaştırmayı başaramadığı şeyleri düzenlemelerle idare etmesine izin vermeyeceğiz." EPA müdürü Lisa Jackson'a sık sık tanık olarak ifade vermeye çağrılacağı için, Capitol Hill'de kendine bir park yeri ayırmasını önerdi.

CO₂ düzenlemeleri savaşının sonucu on yılın ikinci yarısında ABD Kongresinin nasıl oluşacağına ve parmak hesabına bağlı olacak.¹⁰

BUZULLARIN MİRASI

İklim değışikliğı konusu önceki yüzyıllarda az sayıda bilim insanı ve doğa bilimci tarafından gündeme getirildiğı ilk günlerden bu yana tanınmayacak ölçüde değışim geçirdi. Onlar bu buz dağlarının nereden geldiğini ve sonra başlarından neler geçtiğini merak ediyorlardı. Bir zamanlar dünya şimdikinden çok daha mı soğuktu, bir buz çağı yaşanmış mıydı? Buzullar yeniden geri gelip de insan uygarlığını yok edebilir miydi? Ve atmosferi merak ediyorlardı? Gündüzleri neden sıcaktan fokurdanıyor, geceleri de soğuktan buz kesmiyordu? Atmosfer yeryüzünü dış uzaydan ayıran koruyucu bir battaniye işlevi mi görüyor ve bu sayede gezegende hayatın serpilmesine olanak mı yaratıyordu?

On dokuzuncu yüzyılın ortalarında Alplere tırmanan John Tyndall gördüğü buz dağlarının “vahşi büyüüne” kapılmış ve uçsuz bucaksız devasa buz kütleleri onu giderek “huşuya” dönüşen bir hayrete boğmuştu. Atmosferin güneşten aldığı ısının bir kısmını koruyup saklayarak sıcaklığı stabilize ettiğini öğrenmesini de bu derin ilgi sağladı.

Charles Keeling yalnız başına yürüteceğı araştırmasına başlamak üzere, Hawaii'deki Mauna Loa meteoroloji gözlemesine ilk kez 1958'de tırmandı. Keeling'in o yıl tuttuğı kayıtlar atmosferde milyonda 315 parça CO₂ bulunduğunu gösteriyordu. Bu tespitten yüz yıl sonra atmosferdeki karbon yoğunluğu düzeyi milyonda 387 parçaya çıktı. İklim değışikliğı binlerce bilim insanının araştırma konusu oldu ve araştırmalara on milyarlarca dolar harcandı. Aynı zamanda politikanın ve politikacıların ilgi odağına yerleşti. Genel hedef iklim değışikliğinin olabilecek en kötü etkileriyle karşılaşmamak için, karbondioksit yoğunluğunun milyonda 450 parçaya çıkmasını önlemektir. Bu arada karbon düzeyinin yükselmesiyle çoktan “buzlardan arınmış bir dünya” riskine girdiğimizi ve insanoğlunun buzsuzluk çağına doğru gittiğini söyleyenler de var.

Kimileri de belirsizliğin sınırlarının hayli geniş olduğunu, iklimin nasıl işlediğı hakkında bildiklerimizin yeterince gelişkin düzeyde olmadığını ve iklime her zaman dalgalanmaların damgasını vurduğunu ileri sürüyor. Ayrıca kimileri milyonda 450 parçanın da, şu anda dünyanın toplam enerjisinin yüzde 80'ini temin etmekte olan fosil yakıtlardan hızla kurtulmanın da gerçekçilikten uzak hedefler olduğuna inanıyor.

Yine de bilim ve siyaset alanındaki onca tartışmaya karşın, iklim değişikliğinin öne çıkması ve CO₂'yi düzenleme altına alma çabaları enerji politikasını ve piyasaları dönüşüme uğrattıyor, yatırımı körüklüyor ve bir teknolojik araştırma sağanağı başlatıyor. Bütün bunlar enerji etkinliğini yükseltme, düşük karbonlu, hatta karbonsuz enerji—ve de yenilenebilir enerjinin yeniden doğuşu—yönünde büyük bir yeni patlamaya yol açıyor.

BESİNCİ KISIM

...

Yeni Enerjiler

YENİLENEBİLİR ENERJİLERİN YENİDEN DOĞUŞU

Bu şimdiye kadar Beyaz Sarayın tepesinde gerçekleştirilen ilk ve tek basın konferansıydı. 20 Haziran 1979'da başkan Carter ve eşi Rosalynn, güneş enerjisiyle çalışan bir ısıtma sistemini tanıtmak için, peşlerinde maiyeti ve basınla birlikte çatıya tırmandılar. Carter "Kimse güneşe ambargo koyamaz" dedi. Sistemin maliyetinin 28.000 dolar olduğunu belirttikten hemen sonra, enerji fiyatlarının yüksekliği düşünülürse, yatırımın yedi ila on yıl içinde kendini amorti edeceğini ekledi. Bu solar ısıtıcının "bir kuşak sonra, güneş enerjisini hizmetine koşan Amerikan halkının... en büyük ve heyecan verici maceraları arasında yer alabileceğini" söyledi. Ya da, dedi, "belki de müzelik, antika eserler arasına" girer.

Ve orada, Beyaz Sarayın çatısında devasa bir hedef ortaya attı: ABD 2000 yılında enerjisinin yüzde 20'sini güneşten temin edecekti. Bu girişimin başarısı için gelecek yıl 1 milyar dolar harcama yapmayı vaat etti.¹

Carter'ın 1979 basın konferansı öncesinde dünyanın o tarihte güneş enerjisi denen yenilenebilir enerjiye geçmesi gerektiği fikri enerjiyle ilgili düşünce âleminde bir trende dönüşmüştü. O on yılın başında Arap petrol ambargosu, ardından İran Devriminin patlak vermesi petrol temininde aksama yaratmakla kalmadı, dünya petrolünün geleceği konusunda derin bir korkuyu getirdi. Bunlar çevre bilincinin güçlenmesiyle birleşince, güneş ve yenilenebilir enerjiyi doğal çözüm olarak öne çıkardı. Temizdi, istikrarlıydı. Ayrıca hiç tükenecek gibi değildi.

Washington'da hızla bir yenilenebilir enerji sanayi kurulması yönünde teşvikler gündeme geldi. Araştırmalara dolarlar akmaya başladı. Teknologlar, büyük şirketler, küçük şirketler, girişimciler, aktivistler ve hevesliler, herkes güneş enerjisi oyununa katılmayı arzu ediyordu.

Ama yüzde 20'nin yanına bile yaklaşamadı. Onun yerine ilk baştaki bu coşku patlamasını onlarca yıl süren düş kırıklıkları, boşa çıkan umutlar, iflaslar ve tam bir durgunluk izledi. O tarihe kadar Japonya ile Almanya'da güçlü devlet desteğiyle ancak kurulabilen sanayi ABD'de 1990'ların sonunda canlılık göstermeye ve 2004-2005 dolayında gerçek bir boyut almaya başladı. 2010 sonunda bile ABD'nin enerji kaynakları arasında yenilenebilir enerjilerin payı yüzde 8 dolayındaydı; 1980'deki oranın aynısı. İki kalemi saymazsanız—su gücü (yıllardır aynı seyrediyordu) ve biyokütle (başta etanol)—2009'da yenilenebilir enerjinin Amerika'nın toplam enerji temininin içindeki payı yüzde 1,5'u anca buluyordu. Tüm dünyada da durum aşağı yukarı aynıydı.

Yine de bugün yenilenebilir enerjiler yeni bir atılımla, enerji temini, güvenliği ve iklim değişikliği gibi üç başlı sorunun temel çözümlerinden biri olarak, enerji tedarik sürecinde giderek büyüyen bir yer elde etmeye doğru ilerliyor. Çin devlet başkanı Hu Jintao, Çin'in "küresel enerji devriminin yeni raundunda öncelik kazandıracak fırsatları ele geçirmesi" gerektiğini belirtti. Avrupa Birliği daha da ileri giderek, önüne 2020 için yüzde 20 yenilenebilir enerji hedefi koydu. İngiliz başbakanı David Cameron "nükleer enerjinin hayatımıza girdiği günden beri enerji politikamızda en köklü değişikliği gerçekleştirerek, gelmiş geçmiş en yeşil hükümet olalım, istiyorum" dedi. 2011'de Alman şansölyesi Angela Merkel Almanya'nın önüne yeni bir hedef koydu: Yenilenebilir enerjinin elektriğe oranını 2011'de yüzde 17'ye, 2020'de ise yüzde 35'e çıkartmak.

Barack Obama yönetimini, kendisinden önceki bütün başkanlardan çok daha fazla ölçüde, enerji sistemini yeniden yapılandırmaya ve yenilenebilir bir zemine oturtmaya yönlendirdi. Gerçekten de yenilenebilir enerji hedefine kilitlenmeyi neredeyse ulusal yazgı düzeyine yükseltti. "Yeni enerji kaynakları yaratma konusunda dünyaya liderlik eden ulus, yirmi birinci yüzyılın küresel ekonomisinin de lideri olacaktır" dedi. Bugün artık hem şirketler, hem de yatırımcılar yenilenebilir enerjiyi devasa küresel enerji pazarının büyük ve giderek büyüyen bir parçası olarak görüyor.²

Ancak yine de, dünya ekonomisine enerji sağlayan sistemin boyutları ve karmaşıklığı düşünüldüğünde, bu yüksek hedeflere ulaşmak pek kolay değil. Bugün yenilenebilir enerjilerin geleceğinin öncelikle belirlendiği alan hâlâ politika ve siyasettir. Geçen yıllar içinde maliyetler ciddi ölçüde düşmüş olmakla birlikte, yenilenebilir enerjiler çoğunlukla klasik enerjilerle rekabet edebilecek noktadan uzaktırlar. İster karbon vergisi, ister sınırla ve al-sat sistemiyle olsun, ilave bir karbon bedeli yenilenebilir enerjilerin konvansiyonel enerjiler karşısında ekonomik rekabet gücünü yükseltebilir.

Yine de yenilenebilir enerjiler yirmi beş yıllık bir aradan sonra, enerji karmasında hatırı sayılır ve giderek büyüyen bir pay elde etme yolunda ilerliyor. Sanki bir zaman aralığı kapanarak, onlarca yılı sıkıştırmış ve 1970'lerin sonunu yirmi birinci yüzyılın ikinci on yılına bağlamış gibi.

“YENİLENEBİLİR” NE DEMEK?

“Yenilenebilir”—çevre dostu, tükenmez bir enerji kaynağı—kavramı son derece cazip görünüyor. Peki ama yenilenebilir enerjiler hangileri? Açıklamaya kalktığımızda bir dizi bambaşka teknolojiyle karşılaşırız:

1. *Rüzgâr*: “Çiftliklerde” toplaşan ve elektrik üreten teknolojik bakımdan gelişkin makinelere enerji sağlayan, en hızlı büyüyen enerji.
2. *Direkt güneş ışığı*: Işığı yoğunlaştırarak enerjisini elektrik akımına dönüştüren fotovoltaiik hücrelerle (PV'ler) ya da ayna ve benzeri teknolojilerle tutulur.
3. *Biyoyakıtlar*: Hepsi de benzin, mazot ya da jet yakıtı yerine kullanılabilen etanol, biyodizel ve ileri biyoyakıtlar (deniz yosunu, selüloz ve benzer maddelerden üretilir).
4. *Biyomas (biyokütle)*: Paletlenerek ya da başka şekillerde işlenerek enerji tesisinde yakılan odun ya da başka bitkiler; ayrıca gelişmekte olan ülkelerde insanların ısınmak ve yemek pişirmek amacıyla yaktığı odun ya da tezek.
5. *Jeotermal*: Yeraltından yüzeye pompalanarak elektrik üreten bir türbini çalıştıran sıcak su ya da buhar.

6. *Su enerjisi*: Türbinleri çalıştıran yüksekten düşen ya da sıkıştırılmış su gücü; pek çok ülkede barajlar çevresel kaygılarla eleştirildiğinden, inşa etmek giderek zorlaşıyor.
7. *Pasif güneş enerjisi*: Şimdilerde enerji tüketimini azaltmak için (bu enerji etkinliğiyle de örtüşüyor) doğal habitatın üstünlüğünden yararlanan yeşil binalar diye de biliniyor.

Gel-git gücü de dahil olmak üzere başka teknolojiler de var. Çöpü yenilenebilir bir kaynak olarak kabul edersek, çöpten enerji üretilmesi de sayılabilir. Ancak en çok üzerinde durulan yöntemler, yukarıda sayılanlar. Bu farklı teknolojileri yenilenebilir başlığı altında bir araya getiren özellik nedir? Ömürlerinin sınırlı kaynaklara dayanmaması, geniş ölçüde bulunabilir olmaları; en azından teoride karbon artışı getirmemeleri ve böylelikle karbon ayak izlerinin çok daha sınırlı kalması.

Bu listeye bir teknolojiyi daha eklemek gerekiyor: elektrikli arabalar için üretilen bataryalar. Bunlar tam aynı şekilde yenilenebilir değil ama, aynı çerçevede değerlendirmek de mümkün. Eğer bu bataryaları şarj etmek için kullanılan elektrik rüzgâr ya da güneş enerjisiyle üretilmiş olursa, o zaman yenilenebilir sayılır.

DÜNYA GÜNÜ

1951'de başkan Harry Truman'ın Kore Savaşı sırasında yaşanan hamme yokluğunun nedenlerini soruşturmakla görevlendirdiği Paley Komisyonu, ileride meydana gelebilecek petrol sıkıntısı ve Ortadoğu petrolüne bağımlılık konusunda uyarılarda bulundu. Komisyonun açıklaması şöyleydi: "Güneş enerjisinin direkt kullanımı, belki de teknolojinin malzeme yokluğuna yapabileceği en önemli katkı olacaktır." 1955 yılında başkan Eisenhower yayınladığı "güneş enerjisinin geliştirilmesini öngören ilk başkanlık mesajı"nda "neredeyse sınırsız güneş enerjisinden daha tam yararlanmaya yönelik bir harekete" çağrı yaptı. Ancak sonraki on beş yılda pek bir gelişme kaydedilemedi.³

Ama 22 Nisan 1970'te—Dünya Günü—Amerika'da yeni bir çevre bilinci kristalize oldu ve siyasi gücünü yarattı.

Dünya Gününü oluşturmak Harvard Kennedy Devlet Okulu lisanüstü öğrencisi Denis Hayes'in bir yılını aldı. Bu etkinlik, ulusal bilinci harekete geçirmeyi amaçlayan ülke genelinde bir "olaya" dönüştü. Tahminen 20 milyon Amerikalı katıldı. Gösteriler ve yürüyüşler düzenlendi; sempozyumlar ve brifingler yapıldı; çevreyi kirleten fabrikaların önünde protestolar gerçekleştirildi; nehirlere atılmış lastik ve benzeri eski eşyalar toplandı; hava kirliliğini protesto amacıyla toprağın altına arabalar gömüldü. Dünya Gününün başlıca hedefleri hava kirliliği, nehir ve denizlerin kirlenmesi, zehirli atıklar, kimyasal haşere ilaçları, açık madencilik, gürültü, petrol sızıntısı ve aşırı nüfus artışıydı (anne-baba adayları için "İkide Dur" diye popüler bir slogan bulundu). Üyelerin memleketlerine gidebilmesi için Kongre tatil edildi. (Bir Kongre üyesi şöyle diyordu: "Kime sorsam, herkes bir yerlerde bir konuşma yapıyor.")

Dünya Gününün ertesinde ulus artık eskisinden farklı düşünüyordu. Birkaç ay sonra ilk Temiz Hava Yasası kabul edildi ve başkan Richard Nixon Çevre Koruma Ajansı EPA'yı kurdu. *Time* dergisi "Çevre"yi "Yılın Meselesi" ilan etti.

Ancak yine de geriye dönüp baktığımızda, çarpıcı bir eksiklik fark ediyoruz. Enerji üretimi ve tüketimiyle ilgili çeşitli hususlar (örneğin hava kirliliği) hedefler arasındaydı, ama 1970 Nisanında enerji sorununun kendisi gündemde yoktu. Denis Hayes'e göre "insanlar petrolden, gazdan, kömürden, nükleerden ve sudan dem vuruyorlardı, ama 'enerji' üzerine tartışan yoktu."⁴

1973 petrol ambargosuna kadar enerji sadece bir işten daha doğrusu birkaç farklı işten ibaretti. 1973'ten sonra enerji, herkesin işi oldu.

"ÖĞRENİRSİNİZ"

Washington'da enerji aniden kimilerinin işi olmaktan çıkıp, herkesin bir numaralı işi haline geldi. Bunun nedeni 1973 petrol ambargosuyla benzin fiyatlarının tavan yapması ve benzin istasyonlarında görülmeye başlanan uzun kuyruklardı. New York senatörü Jacob Javits "Liberal Cumhuriyetçiler" denen grubun önde gelen isimlerinden biriydi. 1973 sonlarında ilk petrol ambargosundan kısa bir süre sonra Washington'da-

ki bir benzin istasyonunda 90 dakika benzin kuyruğunda beklemek zorunda kalır; beklerken de sigara içer. Capitol Hill'e dönerken ofisine uğrayıp ekibine aralarında enerji üzerine eğitim alan olup olmadığını sorar. Aldığı yanıt olumsuzdur. Bunun üzerine canı sıkılan senatör Scott Sklar adlı genç bir elemanı yanına çağırır. Çocuğun yüzüne bile bakmadan, kendisine bundan böyle senatörün "enerji" danışmanı olduğunu bildirir. Sklar lisansüstü eğitimini Çin-Rus ilişkileri üzerine yaptığını ve askeri konular üzerinde çalıştığını söyleyerek kibarca itiraz etmeyi dener. Gerekçesini netleştirmek için karşı duvara kadar gider ve ışığı kapayıp açar. "Ben bunun nereden geldiğini bile bilmem, Senatör" der. Javits gülerek, "Öğrenirsin oğlum" diye karşılık verir.⁵

1974'te ilk birkaç güneş enerjisi yasa tasarısı yasalaştı ve benimsenen federal araştırmalar ciddi ölçüde arttı. Bunun modern yenilenebilir enerji sanayinin gerçek anlamda doğduğu tarihe denk gelmesi tesadüf değildi. Gerçi o günlerde "güneş enerjisi" pek çok yenilenebilir enerji için bir şemsiye terim olarak kullanılıyordu. 1975'te Gerald Ford'un başkanlığının ikinci yılında beş bin kişi güneş enerjisi sanayi konferansına katılmak üzere Washington'a geldi. *New York Times* o yıl "güneş enerjisi birden bire saygın hale geliverdi" dedikten sonra "daha birkaç yıl önce Amerika'da ekoloji tutkunlarına özgü bir konu kabul edilirdi" diye ekledi.

1970'lerin ortalarında çevre hareketi enerjiye odaklanmaya başladı; nükleer enerjiye karşı örgütleniyor, ona karşılık olarak da güneş enerjisine sarılıyordu. En önde gelen entelektüel isimlerden biri, Oxford'da fizik öğrenimi görmüş olan ve Yeryüzünün Dostlarında çalışan Amerikalı Amory Lovins'di. Lovins'in *Foreign Affairs*'de "yumuşak yol" başlıklı etkili bir yazısı yayınlandı. Burada enerji verimliliği ve yenilenebilirlerin petrol, gaz, kömür ve nükleer enerjinin "sert yolu"ndan daha verimli ve daha az maliyetli olacağını ileri sürüyordu. 1977'de Dünya Gününün kurucusu Denis Hayes *Umut Işığı: Petrol Sonrası Dünyaya Geçiş* adlı kitabını yayınladı. Bir rastlantı eseri kitabın yayın tarihi, tam New York'un geniş çaplı bir enerji kesintisine uğradığı güne denk geldi.⁶

Fakat yenilenebilir enerjinin patlama yapması için en önemli adım, 1977 Ocağında Washington'a yeni bir adamın gelmesi oldu.

“MANEVİ AÇIDAN SAVAŞLA EŞ”

Jimmy Carter dışarıdan gelen petrole bağımlılıktan ve yeni bir enerji krizi tehlikesinden endişe ediyordu. Enerjiyi yeni yönetimi için büyük bir sorun olarak görüyor ve yanıtı esas olarak kömür ve enerji korunumunda buluyordu. Bu arada on yıl içinde dünya petrol kaynaklarının azalmaya başlayacağını gösteren CIA’nın yeni tamamladığı bir araştırma enerji güvensizliği konusundaki endişelerini daha da pekiştirdi. Jimmy Carter 1977’de yemin töreninden iki hafta sonra Beyaz Sarayda efsaneleşen—ortasına kadar bej düğmeli—beyaz süveteriyle şöminenin başına oturmuş, ilk “ateş başı sohbeti”ni yapıyordu. Amerikan halkına şöyle seslendi Carter: “En acil projelerimizden biri bir ulusal enerji politikası geliştirmektir.” Sözleri geniş bir kabul gördü.

İki ay sonra Amerikan halkına Oval Ofisten seslenirken, sözlerine “savaşı önlemek hariç” “ülkemizin ömrümüz boyunca karşılaşacağı en büyük meydan okuma” hakkında “sevimsiz bir konuşma yapacağı” yolunda bir uyarıyla başladı. Enerji problemi “yüzyılın geri kalan bölümünde her geçen gün daha da kötüye gidecek”ti. Artık petrol ve gazımız azalıyor, demek ki bir değişikliğe—“sıkı bir tutumluluk ve kömür kullanımında bir yeniliğe”, “güneş gibi kalıcı yenilenebilir enerji kaynakları kullanmaya”—hazır olmalıyız. Bu “zorlu çaba” “manevi açıdan savaşa eş” olan bir şeydi; bu yüzden de hep bu sözlerin baş harfleriyle anıldı: MEOW (*Moral Equivalent of War*).

Carter arz ve talebin ayrıntıları üzerinde durmadan, ABD’nin ve dünya kamuoyunun uzun erimli enerji sorununu ortaya koydu. İyi ki, dedi, artık ABD bir dünya pazarına bağlanmış durumda.

Carter günlüğüne şöyle yazmıştı: “Televizyonda enerjiyle ilgili mesajımı verdim ve sanırım gayet iyi anlaşıldı.” Oysa konuşması pek iyi karşılanmamıştı. Cılız ses tonu ve karamsarlığı, fedakârlık ve ahlaki düşkünlük vurgusu ve kalıcı kıtlık beklentisi, bütün bunlar insanların kafasında çok karışık etkiler yaratmıştı. Onlarca yıl sonra bir enerji danışmanı Beyaz Saraya bitişik Eski Yürütme Ofisi Binasını gezerken, şöyle der: “Bu duvarlar arasında hâlâ Jimmy Carter’ın beyaz süveterinin hayali dolaşıyor.”⁷

Carter, Nixon ile Ford'un zamanında merkezi istihbarat müdürlüğü ve savunma bakanlığı yapan James Schlesinger'i bir ulusal enerji politikası geliştirmek için 90 günlük bir şok programın sorumluluğuna getirdi. Bir karmaşık bürokrasi ustası olan Schlesinger enerjiyle ilgili 50 devlet kuruluşunu enerji bakanlığı adında tek bir örgüt çatısı altında birleştirdi.

Güneş enerjisine sağlanan destek çoğalırken, Carter yönetimi de çabalarını aynı doğrultuda sürdürdü. Schlesinger durumu "güneş enerjisi halkın hayallerinde yer etmişti" şeklinde özetliyor. Carter yönetimi ile Kongre bugünkü yenilenebilir enerji sanayinin temellerini bu dönemde attılar. Bunu vergi teşvikleri, hibeler, düzenlemeler, güneş bankası ve Ar-Ge fonları aracılığıyla yaptılar. Yönetim ayrıca Colorado Golden'de Rocky Dağlarının yamaçlarında güneş enerjisi için yeni bir ulusal araştırma laboratuvarı kurdu: Güneş Enerjisi Araştırma Enstitüsü. Enerji bakanı Schlesinger enstitünün başına, Carter yönetimini, güneş enerjisi alanında yeterince hızlı hareket etmiyor diye eleştiren Denis Hayes'i getirdi. Ancak Schlesinger'in mantıklı bir teorisi vardı: Eğer nükleer programın başına bir nükleer enerji yanlısı, kömür programının başına da bir kömür yanlısı getiriliyorsa, o zaman neden yenilenebilir enerji programının başına bir yenilenebilir enerji yandaşı getirilmesin?⁸

"PURPA MAKİNELERİ"

Bir politikanın daha kritik önem taşıdığı ortaya çıktı. Bu politikadan daha önce söz edilmişti: 1978 tarihli Kamu Hizmet Kuruluşlarını Düzenleme Esasları Yasası PURPA'nın 210. Maddesi. O günlerde pek iyi bilinmese de, yenilenebilir enerji sanayinin üzerinde doğduğu belli başlı temellerden biri oldu.

Elektrik dağıtım kuruluşlarının uygun vasıflı tesislerden (QF) enerji çıkışı satın almak için sözleşme imzalaması gerekiyordu. Bu tesisler çoğunlukla ya ortak üretim (kojenerasyon) projeleri ya da küçük bir baraj veya rüzgâr türbini gibi küçük yenilenebilir enerji tesisleri oluyordu. Hizmet kuruluşunun QF sahibine yapacağı ödemenin tarifi biraz gizemli "kaçınılan maliyet" kavramı temelinde, eyaletler düzeyinde belirleniyordu. Yani dağıtım kuruluşu, teorik olarak gelecekteki bir tarihte

petrol tedarik bedeli, artı teorik olarak yeni enerji tesisleri inşa etmenin—yine gelecekteki bir tarihte—yüksek maliyeti olarak belirlenen rakamdan elektrik satın almayı garanti edecekti. Kaçınılan maliyetler genelde piyasanın zirve noktasında, bazen de özellikle Kaliforniya gibi bir örnekte, çok cömert biçimde belirleniyordu. Garantili yüksek fiyatlardan garantili bir pazar kesinlikle insanları kendine çeker ve sanayi kuruluşlarını özendirir. Burada da aynısı oldu. Ancak zamanla bu tesislerin çoğu, aşırı ölçüde yüksek kaçınılan maliyet tahminleri olmasa hiçbir zaman ekonomik düzeye ulaşamayacakları için, PURPA makineleri olarak ünlendi.

Bu PURPA makinelerinin bir pazar yaratmanın yanı sıra, başka bir sonucu daha oldu. Devlet, dağıtım kuruluşlarını mülkiyeti kendilerine ait olmayan bu ünitelerden enerji satın almaya mecbur tutarak, enerji sektörünün yetmiş yıldır belirleyici özelliği olan doğal tekeli kırma yönünde ilk adımı atmıştı. Bu, yenilenebilir enerjiye yeni bir sıçrama daha yaptırabilirdi.

O yıllarda güneş enerjisi politikası ile teşviklerin yapısı yaygın bir tartışma konusuydu. Kimileri mevcut sistemleri abartılı tasarlanmış, aşırı ölçüde pahalı ve son derece karmaşık buluyordu. Güneş Enerjisi Sanayileri Birliği tanıtım müdürü (yıllar sonra CIA başkanı oldu) George Tenet'in eleştirisi şöyleydi: "İnsanlar Volkswagen isterken biz Cadillac yaptık." Yine de ivme güçlenerek yoluna devam etti. 1980'de Güneş Enerjisi Sanayileri Birliğinde bini aşkın şirket yer alıyordu. Bunlardan bazıları yeni kurulan şirketlerdi, ama aralarında Grumman, Boeing ve Alcoa'dan General Motors ve Exxon'a kadar çok sayıda büyük firma da vardı.⁹

HOŞÇA KAL GÜNEŞ IŞIĞI

Ancak güneşin parıltısı fazla uzun sürmedi. Güneş enerjisi endüstrisi parladığı kadar hızla söndü. İran Devrimi petrol piyasasına kaos, hızlı fiyat artışları, yeni gaz hatları ve ikinci bir şok getirdi; bu olay Carter yönetiminde çözülmeyi başlattı. Başkan Carter 1979 Temmuzunda, Beyaz Sarayın çatısında cesur güneş enerjisi hedefini açıklamasından sadece bir iki hafta sonra, ulusun bir güven krizi ve bir "Amerikan ruhu krizi"yle karşı karşıya bulunduğu uyarısını dile getiren "bir tüke-

niş konuşması” yaptı. Gelişmeler karşısında kendi gösterdiği tepki ise kabinesinin büyük bölümünü işten atmak ve enerji çiplerinin çoğunu ve milyarlarca doları enerji krizinden kurtulmak için sentetik yakıtlara—kömür ya da petrol şeylinden üretilen sıvı yakıtlar—yatırmak oldu.

Güven bir daha geri gelmedi. 1980 Kasımında Ronald Reagan başkanlık yarışında Jimmy Carter’ı alt etti. Carter’ın yenilenebilir enerji politikası kendisiyle birlikte güme gitti.

Carter yıllar sonra bu dönemle ilgili olarak şunları söyledi: “Kanımca o dört yıl boyunca benim gösterdiğim çaba, bir insanın yapabileceğinin en fazlasıdır. Bunu kendimi övmek için söylemiyorum... Dokuz konuşmamdan sekizi enerji üstüneydi, insanlara illallah dedirttim.” Carter danışmanlarının “Başkanım, artık enerjiden söz etmeyi bırakmalısınız. Yoksa duvara toslayacaksınız” dediğini de ekledi. Carter’ın kendi tahminine göre bunun siyasi bedeli çok yüksek oldu. “Ülkedeki nüfuzunun önemli bir kısmını silip süpürdü.”

Carter yaşadığı deneyimi şöyle özetliyordu: “Tıpkı bir kayayı dişlemek gibiydi.”¹⁰

“ÜRETİM, ÜRETİM, ÜRETİM”

Jimmy Carter Amerikalılara kendilerini yol üzerinde büyük tehlikelerin beklediği kehanetinde bulunarak, yollarını değiştirmelerini öğütleyen bir enerji kötümseriyse, o zaman Ronald Reagan da onun tam tersi ışı ışı bir iyimser, bir özgüven simgesi, yeni bir “Amerikan sabahı” taraftarıydı.

1981’de işbaşına geçen Reagan yönetimi enerji piyasasının şekillenmesini piyasa kuralları ve fiyat göstergelerine bırakmaya kararlıydı. Aynı zamanda on yıl önce Richard Nixon’un alelacele uygulamaya soktuğu petrol ve gaz fiyat denetimlerinden kaynaklanan bitip tükenmeyen mahkemelere, çarpıtmalara ve bürokratik kâbuslara karşılık verdi. Carter yönetimi hatırı sayılır bir siyasi bedel ödeyerek, fiyat düzenlemelerinin belli bir takvime göre kaldırılmasını başlatmıştı. Ancak Reagan yönetimi bir hamlede sistemin tamamını ortadan kaldırdı.

Her ne kadar fiyat denetimi belli bir ölçüde devam ettiyse de, yenilenebilir enerji tamamen ayrı bir konuydu. Mesele bir siyasi ayrılığa—as-

linda bir ideolojik sınamaya—dönüşmüştü ve mevcut durum iki yönetim arasında ciddi bir kopuşu yansıtıyordu. Reagan yönetiminin enerji geçiş ekibinin başına getirdiği başarılı Teksaslı petrol arayıcısı, aynı zamanda Houston'daki genişleyen Galleria alışveriş merkezi ile otel kompleksinin kurucusu Michael Halbouty, aradaki farkı daha baştan açıkça ortaya koymuştu. Halbouty enerji bakanlığının bir ziyaretçisine Reagan yönetiminin enerji politikasını üç kelimeyle özetlemişti: “Üretim, üretim ve yine üretim.” Kastettiği, yurtiçi petrol ve doğal gaz üretimiydi.

Yenilenebilir enerjilerin bu paradigmadaki yeri pek küçüktü; haliyle hızla geri planda kalıverdiler. Reagancıların gözünde yenilenebilir enerjiler Carter yönetimi ve onun gayretleriyle, hatta daha da kötüsü Kaliforniya valisi Jerry Brown'la çok fazla özdeşleşmişti. Brown yalnız vali olarak Reagan'ın ardılı değildi, aynı zamanda Reagan karşıtı liberallerin de timsali gibi görülüyordu. “Vali Ayışığı” lakaplı Brown ülkede rüzgâr ve güneş enerjisinin en gayretli savunucusu olup çıkmıştı.

Ayrıca birtakım pratik sorunlar da vardı. Bunlar yeni teknolojilerle ilgiliydi; aldatıcı reklamlardan geçilmiyordu, eleştirilecek şeyler de vardı. PURPA makinelerinin çoğu hiçbir zaman ekonomik olamayacaktı—gerçekten de bazıları ekonomik olmaktan son derece uzak, minyatür beyaz filler gibiydi. Bazısının hiç doğru dürüst çalıştığı yoktu. Reagan yönetiminde yenilenebilir kaynaklara sağlanan fon desteği ve teşvikler ya kısıldı ya da tümüyle kaldırıldı. (Carter yönetiminin milyarlarca dolar bağladığı sentetik yakıt programının başına da aynı şey geldi.) Güneş Enerjisi Araştırma Enstitüsü direktörü Denis Hayes, kurumu denetleyen örgütün başkanıyla görüşmek için acilen Denver havalimanına çağrıldı. Burada kendisine bütçesinde kısıntı yapıldığı bildirilerek, derhal personelinin yüzde 40 azaltması istendi. Bunun üzerine Hayes istifasını verdi.¹¹

Ancak güneş ve diğer yenilenebilir enerjilerin piyasa koşullarından ötürü her an daha da çetin engellerle karşılaşması işten değildi. 1980'lerin başında faiz oranlarının füze hızıyla yükselmesi ve derin bir resesyonun baş göstermesiyle birlikte, enflasyonla mücadelenin sonuçları, insanların harcamalarını azaltması ve gayrimenkul fiyatlarının yerlerde sürünmesinden ötürü, çoğunluğunu çatıya konan su ısıtıcılarının oluşturduğu güneş enerjisinin cirosu düştü.

Güneş enerjisi bir iş dalı olarak tüm çekiciliğini yitirdi. 1981'de Exxon güneş enerjisine dayalı termal işini satışa çıkardı. Exxon'daki

ilgili birimin başı A.L. Shrier “Güneş enerjisi konusundaki görüşümüz değişti” diye anlatıyor o günleri. “Yaygınlaşması için daha uzun bir süre ve daha zahmetli çabalar istiyordu. Maliyetlerde düşme ya da teknolojiye yeterince hızlı bir gelişme gözleyemiyorduk.” Ayrıca Reagan’ın başkan seçilmesiyle Carter’ın koyduğu yüzyılın sonuna kadar yüzde 20 güneş enerjisi gibi iddialı bir hedefin de gündemden kalktığı çıktı. Diğer birçok büyük şirket de aynı kanıdaydı.¹²

1986’da dünya pazarında petrolün bollaşması üzerine petrol fiyatları varil 34 dolar gibi yüksek rakamlardan 10 dolara kadar indi. Bu gelişme yeni emeklemeye başlayan güneş enerjisi endüstrisinin ekonomik dayanaklarını tamamen kopardı. Fiyatın önemi son derece öne çıktı ve güneş enerjisi artık hiç rekabet edemez noktaya geldi. OPEC’le “savaş-tığını” düşünen bir güneş enerjisi mimarı, görece yüksek enerji fiyatlarının desteği—ve de bu yönde bir beklenti—olmayınca, işinin tamamen bıçak sırtında durduğunu gördü.

MEZAR TAŞI YAZITI MI?

Fiyatların dibe vurduğu yıl olan 1986’da Beyaz Sarayın çatısına kurulan güneş enerjili sıcak su sistemi sızıntı yaptı. Bunun üzerine, sistem onarılmayıp söküldü. Yetkili sonradan Beyaz Saray Personel Şefi Donald Regan’ın “bu ekipmanı şaka gibi bularak, söktürdüğü”nü açıkladı. Çatıdan sökülen donanım haliyle açığa çıkan bir devlet malı olarak Maine’deki bir okula yollanır, buradaki kafeteryada sıcak su temin etmek amacıyla kullanılır. Sonunda sistem okulda uzun süre yararlığını gösterir. 2006’da buradan da sökülerek bir parçası—yirmi yedi yıl önce Carter’ın çatıdaki basın konferansında sözünü ettiği gibi—bir müzede sergilenmek üzere Atlanta’ya gönderilir. Nerede dersiniz: Carter’ın Başkanlık Kütüphanesinde.

Güneş enerjisi “umut ışıkları” en azından Amerika’da çok cılız bir ısıltıya dönüştü. Ya da *New York Times*’in deyişiyle “Yenilenebilir enerjinin vaatleri uzak bir umuda dönüştü”. Şirketler iflas ettiler ya da yok olup gittiler. Aktivistler ve girişimciler başka alanlara yöneldiler. *Economist* bir zamanların hayat dolu güneş enerjisi endüstrisini “ekolojik zihniyetli hayalciler için ticari bir mezarlığa dönüştü” şeklinde tarif

ediyor. Yeni filizlenen yenilenebilir enerji endüstrisi açısından 1980'ler ile 1990'lar Ölüm Vadisi olarak adlandırılabilir: Şirketlerin tek çabası varlıklarını sürdürebilmektir.

Zamanla senatör Javits'in eski danışmanlarından Scott Sklar Güneş Enerjisi Endüstrileri Birliğinin başına geçmiş ve güneş enerjisi sanayinin Washington'daki baş lobicisi olmuştur. O dönemin ruh halini çok iyi anımsıyor: "Suratımızdan düşen bin parçaydı."¹³

JAPONYA: AYAKTA KALABİLMEK

ABD'de "güneş enerjisi rüyası"nın sonu çok rahat yenilenebilir enerjilere giden yolun da sonu anlamına gelebilirdi. Eğer Ar-Ge ve teknolojinin küresel lideri ABD yenilenebilir enerjileri az çok terk etseydi, başka kim sahip çıkardı? Bu sorunun yanıtı, Japonya'ydı.

1970'lerin başlarında Kotaro Ikeguchi Japonya'nın güçlü uluslararası ticaret ve sanayi bakanlığında (MITI) yıldızı yeni parlayan genç bir memurdu. Enerji ve madencilikle uğraşan bir dairede görev yapan Ikeguchi, Japonya'nın Ortadoğu petrolüne tehlikeli biçimde aşırı bağımlı olduğunu ve her an risk karşısında bulunduğunu öğrenince, endişeye kapıldı. Petrol akışındaki bir kesilme felaket anlamına gelirdi.

Ancak Ikeguchi çevresinde fazla bir etki uyandırmadı. Japonya'nın 1960'lar ile 1970'lerin başındaki hızlı ekonomik büyümesinin yakıtı Ortadoğu petrolü olmuştur ve bunun değişmesini kimse beklemiyordu.

Ikeguchi bu yüzden endişelerini ortaya dökmek amacıyla bir roman yazmaya karar verir; belki bu kitap hem resmi çevrelerin hem de kamuoyunun Japonya'nın kırılganlığı konusunda aklını başına getirebilir. Hayalindeki kriz ithalatın kesilmesiyle sonuçlanan bir Ortadoğu savaşıdır. Ya kahramanı? Rastlantı eseri, Japonya'nın enerji alanındaki tehlikeli bağımlılığını iyi bilen uyanık, zeki ve son derece pragmatik bir MITI bürokratıdır. Devlet dairesinde çalışan bir bürokrat olduğundan, bir takma isme ihtiyacı vardır. "Dünyanın Çatısındaki Koca Adam" anlamına gelen "Taichi Sakaiya" adını alır.

Ancak kitabına bir yayıncı bulmasına fırsat kalmadan, gerçek olaylar devreye girer. Kurgusu kurgu olmaktan çıkar. 1973 petrol kriziyle birlikte Japonlar bir anda tüm ekonomik yapılarının çökebileceği korku-

sunu kapılırlar. Japon halkı gerçek bir enerji kıtlığı çekerken romanını yayınlamak Ikeguchi'ye ters gelir, bunun üzerine kitabını rafa kaldırır.

Kendisi de, tıpkı kurgu kahramanı gibi, Japonya'nın gerçek bir enerji krizine vereceği karşılığın formüle edilmesine yardımcı olmakla görevlendirilir. Japonya'nın Ortadoğu petrolüne bağımlılığını azaltmanın bir yolunu bulmayı amaçlayan ulus çapında bir girişim olan Japonya Güneş Işığı Projesinin başına getirilir. Bağışları bölüştürür, geniş bir çeşitlilik içeren teknolojik girişimleri temel alan sanayi araştırma ortaklıkları kurar ve devlet araştırma enstitülerinde bürokratik değişiklikler gerçekleştirir.¹⁴

"BÜROKRAT-ROMANCI"

İlk petrol krizi hafifleyince, el yazmalarını çekmecedan çıkaran Ikeguchi 1975 yılında kitabını *Yudan!* adıyla yayınlar. Bu isim "Kesinti" ya da daha çarpıcı bir ifadeyle "Aç Geçen Kış" şeklinde çevrilebilir. Bir milyonu aşkın baskı yaparak, en çok satan kitaplar arasına girer. Ikeguchi ünlenir. Bundan böyle daha çok Taichi Sakaiya takma adıyla tanınır. Günümüzün enformasyon ekonomisini önceden gören *Bilgi-Değer Devrimi* adlı son derece etkili bir bilimsel eserden tutun da Cengiz Han üzerine dört ciltlik bir tarihi romana kadar art arda kitaplar yazmaya devam ederek verimli bir yazar olduğunu gösterir. Bir Japon yayıncı onun "eşsiz konumunu" "bürokrat-romancı" tanımıyla ifade eder. 1979'da ikinci petrol krizi patlak verince, tamamen yeni bir bürokrasi oluşturmak üzere harekete geçer: NEDO adlı Yeni Enerji ve Endüstriyel Teknoloji Geliştirme Örgütü. NEDO özel bir bütçe ve personelle, ABD de dahil olmak üzere dünyanın geri kalanı, ilgisini yitirmiş görüldüğü bir sırada bile, Japonya'nın yenilenebilir enerji kaynakları üzerindeki çalışmalarını desteklemeyi sürdürür.

Sakaiya "Petrol çağının artık sona erdiği inancındaydım" diyor. "Artık bilgi devrimi çağına girmiştik."¹⁵

MITI jeotermal enerjile bir süre flört ettikten sonra—bu kaynakların büyük bölümü çevre açısından duyarlı bölgelerde bulunduğu—güneş enerjisine yöneldi. Silikonun her ikisinin de başlıca yapı

taşı olmasından ötürü, Japonya'nın yarı iletken deneyimi güneş hücreleri imalatına uyarlandı. Japon hükümeti, eğer maliyetler önemli ölçüde aşağıya çekilebilirse, güneş fotovoltaiklerini başlıca enerji kaynağı olarak rekabet edebilir düzeye getirme olanağı bulunduğu kanısındaydı.

Tüketicilerin güneş paneli satın almasını kolaylaştıran devlet desteğiyle birlikte, dünyanın en pahalı elektriğinin ülkede satılıyor olması, maliyetlerin düşmesi, ölçeğin getirdiği verimlilik ve rekabet artışı gibi etmenler güneş enerjisi piyasasının önünü açtı. Japonya yüzyıla Sharp, Kyocera ve Sanyo gibi şirketlerin önderliğinde, dünyanın hâkim güneş enerjisi imalatçısı olarak girdi.

MITT'nin Taichi Sakaiya'nın ürettiği ilk vizyonu—güçlü bir ihraç potansiyeline sahip bilgiye dayalı yeni bir sanayi yaratma vizyonu—neredeyse gerçekleşme aşamasındaydı. Ama tam o sırada yenilenebilir enerji alanında üstünlük başka bir ülkeye geçmekteydi.

ALMANYA'NIN GÜÇLENMESİ İÇİN

Berlin Duvarında nöbet tutan Doğu Alman askerlerine verilen talimat, yurttaşlarının komünist Doğu Berlin'den demokratik Batı Berlin'e kaçmalarını önlemektir. Ancak 1989 yılı boyunca günden güne artan ölçüde diken üstündeydiler. Doğu Avrupa üzerindeki Sovyet pençesi gevşerken, Doğu-Batı karşılaşmasının en uç noktasında Berlin Duvarı bulunuyordu. Duvarı geçmek isteyen Doğu Alman vatandaşı anında sınır muhafızları tarafından vurulup öldürülüyordu.

Ancak 9 Kasım 1989 gecesi televizyonda yayınlanan bir basın toplantısında Doğu Alman liderliğinin verdiği belli belirsiz bir mesaj üzerine, yüz binlerce Doğu Berlinli elleriyle yere yıkmak istercesine duvara tırmandı ve sınırın açılması isteğini haykırdı. Şaşkınlıktan ne yapacağını bilemeyen nöbetçiler tereddüt ediyorlardı, ama sonunda duvarın açılmasına izin vererek, tarihin seyrinin değişmesine tanıklık ettiler. İnsanlar sınırın öteki yanına aktı. Almanya'nın bölünmüşlüğü artık sona ermişti; çok geçmeden Soğuk Savaş da ona katılacaktı.

O tarihten sonra tüm ulus yeniden birleşme sürecine dalıp gitti—harap ve viran durumdaki Doğu Almanya çok daha yüksek bir yaşam

standardına sahip olan Batı Almanya'ya bin bir zorlukla dahil ediliyordu. Birleşme bir trilyon doları aşkın bir projeye dönüştü.

Batı Almanya elektrik dağıtım kuruluşları birleşmedeki görevleri gereği Doğu Almanya'nın enerji sisteminin entegrasyonuna ve linyit kömürüne dayalı elektrik üretimini modernleştirmeye odaklandı. Onlar tüm dikkatlerini Doğuya yönelttikleri sırada yeni bir hareket biçimini temsil eden değişik bir koalisyon, kabul edilmesi "neredeyse tesadüf sayılabilecek" bir yenilenebilir enerji yasasını el altından destekliyordu. Ve sonuçta Berlin Duvarının açılması aynı zamanda Almanya'nın yenilenebilir enerji alanında on yıl süreyle dünya liderliğini eline geçirmesinin kapısını açtı ve böylelikle günümüzün küresel yenilenebilir enerji endüstrisinin temellerinin atılmasına büyük bir katkı yaptı.¹⁶

Bu çevre koalisyonunun uç noktasında Yeşil Parti vardı. Yeşiller 1970'li yılların sonlarında Almanya'nın ekonomik mucizesiyle birlikte yaşanan çevrenin bozulmasını—nehirlerin kirlenmesi, hava kirliliği, sonra da özellikle ormanların uğradığı büyük ekolojik tahribat—protesto eden bir grup olarak ortaya çıktılar. Nükleer enerjiye karşı ortak tavırları tüm hareketi birleştiren bir etmendi. Harekette aynı zamanda antikapitalist, Amerika karşıtı çizgideki Yeni Sol da yer alıyordu.

Gerçekten de Yeşiller hareketini motive eden ve bir süre sonra 1980'lerin başında partileşmeye yönelten etmen yeni Sovyet füzelerine karşı Avrupa'ya yeni nükleer silahların, ardından da Almanya'ya Amerikan füzelerinin yerleştirilmesi önerisiydi. Ronald Reagan eleştirilerin baş hedefi oldu ve Almanya'yı saran Reagan karşıtı ve Amerikan aleyhtarını gösteriler Yeşilleri gerçek bir siyasi güç haline getirdi.

1986 Nisanında Çernobil'deki korkunç nükleer kaza patlak verdi. Radyasyonu Sovyet Ukrayna'sından Orta Avrupa'ya taşıyan rüzgârlar, ortalığı endişeye, hatta paniğe boğdu ve hem Almanya'da hem de tüm Avrupa'da nükleer karşıtı aktivizmi ateşledi. Bu olay Alman siyasi arenasında kalıcı bir nükleer karşıtlığı yarattı. Eski Alman şansölyesi Gerhard Schroeder nükleer enerji karşıtlığında birliği sağlayan asıl dönüm noktasının 1986 olduğunu söyler: "Çernobil faciası benim açımdan dönüm noktası olmuştur. Anneleri çocuklarını yuvaya göndermeyip, eve kapadılar. Toplumun desteğini almanız gerekir, biz de öyle yaptık." Kaza sonrasında Yeşiller büyük bir saygınlık kazandılar ve 1990'da ilk kez Bundestag'a girdiler.

Yenilenebilir enerji, gündemlerinin baş sırasındaydı. Ama yalnız de-ğillerdi. Sosyal Demokratların çevre lideri eski bir nükleer yakıt çevrimi araştırmacısı ve yıllar sonra *Time* dergisi tarafından “Yeşil Yüzyılın” “gü-neş enerjisi havarisi” ilan edilecek olan Hermann Scheer’di. Dünyanın “büyük çaplı bir arızaya asla izin verilemeyecek bir elektrik kaynağı”na bel bağlayamayacağı gerekçesiyle, nükleer enerjiye karşı çıkıyordu. Amacı, yeni tip bir enerji yasasıyla yola çıkarak, “enerji politikasına yeni bir paradigma getirmektir”.

1980’lerin sonunda birkaç kent fiyat garantisi (fiyat tarifesi garantisi) yasası adıyla tanınan bir deneme başlattılar; bu uygulama modern ye-nilenebilir enerji sanayii yaratılmasında ekonomik bir dayanak oluşturma-sı bakımından PURPA’ya benzetilebilir. Almanya’nın fiyat garantisi yenilenebilir enerji sanayine Japonya’ya oranla çok daha büyük ölçüde ilk ticari ölçeğini kazandırdı. Bu tarifeyle belirlenen fiyatlar yenilenebi-lir enerji üreticileri için teşvik niteliği taşıyordu.

Hamelburg kentindeki öncülerden biri, 1972 Roma Kulübünün yakın-da dünya enerji kaynaklarının tükeneceğini ileri süren *Büyümenin Sı-nırları* adlı çalışmasından etkilenmiş olan Hans-Josef Fell adında bir lise fizik öğretmeni-ydi. Fell’e göre “Pek çok kişi garantili tarifenin çok pahalı olduğunu ve bunun bir çöküş getireceğini düşünüyordu. Bizim savımız bir pazarın gerekli olduğu yönündeydi. Özel sermaye gerekliydi.”

1990 yılında Fell ve diğer Yeşiller Bundestag seçimlerini kazandılar. Scheer’le ve Sosyal Demokratlar içindeki fraksiyonuyla işbirliğine girerek tarife garantisinin kapsamını genişlettiler. Bu amaçla, ürettikleri enerjiyi şebekeye satamadıkları için öfkeli küçük hidroelektrik enerjisi üreticile-rini temsil eden muhafazakâr Bundestag üyeleriyle de sıra dışı bir ittifak kurdular. Scheer ve Fell genelde Doğuyla birleşme konusuyla aşın meş-gul olunmasını da fırsat bilerek, planlarını yasalaştırmayı başardılar.

Scheer “Alman dağıtım kuruluşları tamamen Doğu Almanya’ya odaklanmışlardı” diyor. “Programımızın nasıl başarıya ulaşacağını algı-layamıyorlar, bu yüzden de ciddiye almıyorlardı. Örgütlenmeye başla-dıklarında, artık iş işten geçmişti.”

Bu tarife garantisi yalnız yenilenebilir enerji endüstrisine katkısı açı-sından önemli değildi. Aynı zamanda 1 Ocak 1991’de resmen gerçekte-şen birleşme öncesinde Batı Alman parlamentosunun çıkardığı son ya-

saydı. “Ve” diye devam ediyor Scheer, “dolaylı olarak Berlin Duvarının yıkılmasının ürünüydü.”¹⁷

1991 Tarife Garantisi Yasası Amerika’dan, özel olarak da PURPA’dan alınmaydı. Getirilen model Alman dağıtım firmalarını yenilenebilir enerji üreticilerinden yüksek sabit fiyatlarla—ya da çok yüksek sabit fiyatlarla—elektrik satın almak zorunda bırakıyor, ardından maliyetlerin toplam fiyatlar içinde harmanlanması amacıyla bu oranları sistemin bütününe yayarak sübvansede ediyordu. Böylelikle aksi halde rekabet etmesi mümkün olmayan yenilenebilir enerji şebekeye verilebiliyor ve yenilenebilir enerji üreticileri de kâr edebiliyordu.

1993’te rüzgâr türbinleri tüm Almanya’ya yayıldı. 1998’de ulusal seçimler Yeşilleri muhalefetten çıkarıp Sosyal Demokratlarla birlikte bir Kızıl-Yeşil koalisyon hükümetine soktu. Yeşillerin ısrarları sonucu yenilenebilir enerji, koalisyon hükümetinin başlıca konuları arasına alındı. Koalisyonun şansölyesi Schroeder, “Sosyal Demokratları bunun zorunluluğunu görmeye Yeşil Partinin zorladığını belirtmeliyim. On yıldır süren bir tartışmaydı bu” dedi.

Koalisyon 2000 yılında daha agresif nitelikteki Yenilenebilir Enerji Yasasını çıkardı. Fiyatlar teknolojiye göre değişiyordu. Konvansiyonel elektriğin yedi katına kadar çıkan en tercih edilir fiyatlar fotovoltaiklere verilmişti. Yine maliyetler tüm sisteme yayılıyor ve enerji şirketleri üstlendikleri ekstra maliyetleri müşterilere yüklüyordu.

Schroeder bu durumu şöyle değerlendiriyordu: “Yenilenebilir enerjiyi destekleyen yasayla elektrik şirketlerini yenilenebilir enerjileri kabullemeye zorluyorduk. Esas adım buydu.”¹⁸

İki yıl sonra koalisyon hükümeti—Yeşillerin kökenine ve Çernobil etkisine geri dönüş yaparak—Almanya’nın toplam elektriğinin dörtte birini sağlamakta olan nükleer enerjiyi tümüyle devreden çıkarmaya yönelik bir program benimsedi. Bu adım yenilenebilir enerjinin geliştirilmesine yeni bir aciliyet kazandırdı.

Tarife garantisi yasasından en kazançlı çıkan, yeni yenilenebilir enerji kapasitesinin yüzde 90’ını oluşturan rüzgâr enerjisi olmuştu. Ama Almanya aynı zamanda fotovoltaiklere de dünyanın en büyük pazarı haline gelmişti. Bir güneş enerjisi kuruluşunun yöneticisi tarife garantisinin “özünde tam bir turbo motor” işlevi gördüğünü söylemişti. Diğer ülkelerde, sözgelimi İspanya’da yüksek fiyat garantisinin yaşama geçi-

rilmesi de aynı şekilde yenilenebilir enerjinin ciddi biçimde gelişmesini özendirmişti.¹⁹

Eleştiriler tarife garantisinin içerdiği sübvansiyonun aşırı boyutlarda olduğunu ve desteklenen yenilenebilir enerji miktarı arttıkça maliyetlerin tüketicilerde bir geri tepkiye yol açacağını ileri sürüyordu. Ayrıca farklı yenilenebilir enerji biçimlerine farklı düzeyde fiyat verilmesinin, hatta aynı teknolojinin farklı versiyonlarına farklı alt fiyatlar uygulanmasının ekonomik açıdan mantıksız olduğu da söyleniyordu. Gerçekten de tam da bu noktalarda birtakım tepkilerle karşılaşıldı.

İspanya yenilenebilir enerjilere özellikle cömertçe sübvansiyonlar uyguladı. Ancak sonunda program tamamen denetimden çıktı. Hedeflenenin çok üzerinde bir kapasiteye ulaşıldı, bu da hükümeti beklenenin çok üzerinde bir maliyetle karşı karşıya bıraktı. Sonuçta üzerinde aşırı yük bulunan bir yönetim için bunun finansal külfeti çok ağır oldu. İspanya fiyat garantisi tarifesini 2008'de önemli ölçüde düşürdükten sonra, aşırı devlet borçları yüzünden kemer sıkmaya gidildiği 2010 yılında bir kez daha düşürdü.

Ne ki, fiyat garantisi yasaları yenilenebilir enerjiye tahmin edilen çok hızlı bir gelişme sağladı. Hans-Josef Fell "2000'de kimse ne olacağını öngöremiyordu" diyor. Bu boyuttaki sübvansiyonlar ve pazar garantisi çok güçlü bir teşvik yarattı. 2009'da Almanların elektrik tüketimi içinde yenilenebilir kaynakların payı yüzde 14'e çıkarak, 2010 için belirlenen hedefi aştı. Hükümet 2020 için yenilenebilir elektrik hedefini yükseltmek durumunda kaldı.

Almanya'nın fiyat garantisi yasaları, Almanya dışında da popülerlik—doğrusunu söylemek gerekirse, inanılmaz bir popülerlik—kazandı. Özellikle Çin'de; Alman tarife garantisi sayesinde Almanya Çin'in hızla gelişen fotovoltaik sanayinin en büyük ihrac pazarı oldu.²⁰

"GÜNEŞ ENERJİSİ"NDEN "YENİLENEBİLİR ENERJİLER"E: CANLANMA VE İMAJ YENİLEME

1990'ların başında Amerikan güneş enerjisi sanayinde canlanma belirtileri görüldü. Çevrecilik siyasi bir güç olarak kendini kabul ettirmişti. 1990 Dünya Günü ilk Dünya Günü'nün yirminci yıldönümüne dam-

gasını vurdu. 3600 ABD yerleşim biriminde ve 140 farklı ülkede ilk kutlamanın 25 katı büyüklükte bir bütçeyle gerçekleştirildi; bir günlük etkinliklere dünya çapında 200 milyonun üzerinde insan katıldı. Çevreye olan ilgiyi artıran 1990 tarihli Temiz Hava Yasası Değişiklikleri de bu süreci büyük ölçüde etkiledi. George H.W. Bush yönetimi yenilenebilir enerji üzerindeki vergi teşviklerini geri getirdi. Böylece güneş enerjisi yeniden enerji portföyüne girmiş oldu.

“Güneş” enerjisi aynı zamanda imajını da yeniledi. Bu kez “güneş enerjisi” yerini genel kapsamlı bir terim olarak “yenilenebilir enerji” kavramına bıraktı. O dönemde Güneş Enerjileri Endüstrisi Birliğinin başkanlığını yapan Scott Sklar şöyle diyordu: “Reagan döneminin güneş enerjisi karşıtı söylemine bir tepkiydi bu. Belli sanayiler saldırıya hedef olmamak için isimlerini bile değiştirmişlerdi.” Rüzgâr endüstrisi kendi kimliğine kavuşmak istiyordu. Jeotermal ve etanol sanayi de öyle. Hiçbiri “güneş enerjisi” başlığı altında toplanmaya uygun değildi. Ama “yenilenebilir enerjiler” başlığı hepsine uygundu. Bush yönetimi yalnız Güneş Enerjisi Araştırma Enstitüsünün çalışmalarına ek para vermekle kalmadı, aynı zamanda adını Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı (NREL) olarak değiştirerek, genel imaj değişimine de katkı yaptı.

Clinton yönetiminin yaklaşımı daha da sıcak oldu. Sıcak bir yaz günü Bill Clinton bir çevre girişimini duyurmak için Beyaz Sarayın bahçesinde konuşma yapmaya hazırlanıyordu. Davetliler arasında Scott Sklar da güneş enerjisi meslek birliğinin başkanı sıfatıyla bulunuyordu. Havanın çok sıcak, Sklar’ın da kel olması—ve biraz da yapısında güneş enerjisi şovmenliği bulunması—yüzünden, Sklar üzerinde güneş enerjisiyle çalışan bir fan bulunan kask-şapka karışımı sıra dışı bir başlık giyip gelmişti. Beyaz Saray korumalarını bu şekilde içeri girmeye zor bela ikna etmişti. Kalabalığın içinde bir konuşun kafasındaki bu acayip şey Clinton’un gözüne ilişip ilgisini çekti. Başkan adamlarını telaşa vererek, Sklar’ın yanına gidip, kafasındakinin ne olduğunu sordu. Sklar açıkladı. Bunun üzerine başkan ben de bundan bir tane isterim dedi. Sklar’a kartvizitini uzatarak, bunun gibi başka numaraları da varsa, bir ara Beyaz Saraya uğrayıp göstermesini söyledi.²¹

EYALETLERİN LABORATUVARA DÖNÜŞTÜRÜLMESİ

Yenilenebilir enerjilerin yeniden doğuşunun en önemli nedenlerinden biri, Yüksek Mahkeme hâkimi Louis Brandeis'in eyaletlerin demokrasi laboratuvarları işlevi görebileceği sözünü doğrularcasına, eyaletler düzeyinde ortaya çıktı. Tek tek eyaletlerde—yenilenebilir portföy standartları denilen—belli inovasyonlar gerçekleştirmeden, ABD'nin yenilenebilir enerji alanında yeni yüzyılın başından itibaren yaşadığı büyümeyi başarması kuşku olurdu.

RPS diye bilinen bu standartlar kamu hizmetleri üretim portföyünün belli bir tarihte belli miktarda yenilenebilir enerjiyi içermesini gerektiriyor. İlk küçük adımlar Iowa ile Minnesota'da atıldı. Ancak bir dizi eyaletin yenilenebilir enerji standartları getirmesi 1990'ların sonlarıyla yüzyılın başlarına rastlar. Bu eyaletlerin çoğunda bu portföyler büyük ölçüde iklim değişikliği konusunda artan kaygıların ürünüdür.

Ancak Teksas'ta durum farklıydı. Aslında bu eyalette iklim değişikliği sorunu kasıtlı olarak hiç gündeme getirilmiyordu. Bunun başlıca nedeni elektrik enerjisinin yeterliliği hakkındaki endişeler, çeşitlilik arzusu ve belli başlı kentlerde hava kirliliği konusundaki kaygılardı. RPS 1999 yılında Teksas valisi George W. Bush tarafından imzalanarak yasalaştırılmıştı. Bu düzenlemeyle getirilen koşullar rüzgâr enerjisinin geliştirilmesini teşvik etmek bakımından herhangi birinin hayal edebileceğinden çok daha ileri ölçüde başarılı olmuş ve Teksas'ın Rüzgâra Akını diye ünlenmişti. Eyalet muazzam rüzgâr kaynaklarına sahipti, koşullar ölçek oluşturmayı özendirdi ve federal vergi kredileri rüzgâr enerjisine ekonomik rekabet gücü kazandırdı. (Gerçekten de o kadar çok rüzgâr enerjisi üretildi ki, sonradan yeni geçiş kapasitesi maliyetleri ciddi bir sorun oluşturma noktasına geldi.)

2011 yılında 29 eyalet ile Washington'da yenilenebilir portföy standartları yerleşmiş ve RPS eyaletlerinde yeni sağlanan kapasitenin büyük kısmı devreye girmişti. Bu sonuç çok büyük ölçüde rüzgâr enerjisi sayesinde gerçekleşmişti. Bazı eyaletler önlerine hatırı sayılır hedefler koydular: New York 2015 için yüzde 29. Illinois, Oregon ve Minnesota 2025'e kadar yüzde 25. Kaliforniya valiliğine geri dönen Jerry Brown

2011'de eyaletin 2020 beklentisini yüzde 20'den yüzde 33'e çıkaran hırslı bir yasayı onayladı. Vali Brown yasayı imzalarken "Ayışığı, garip, sapkın, ilginç, beklenmedik gibi adlar takılmasından korkmaya gerek yok. Bana 'Vali Ayışığı' lakabını boş yere takmadılar" dedi.

Bu standartlar ABD'de yenilenebilir enerji için güçlü bir itici güç olmaya devam edecektir. Aynı zamanda yüksek maliyetli yenilenebilir enerjiyi genel enerji portföyüne yedirerek dağıtma mekanizmasını da destekliyor; gerçi bazı çevreler, yenilenebilir enerji maliyetlerindeki yüksekliğin tüketiciler arasında tarife şokuna karşı bir tepki doğuracağını öngörüyor.²²

TEMİZ TEKNOLOJİ

2003 ve 2004'te başlayan enerji fiyatlarındaki yükseliş ABD'de yenilenebilir enerji sektörünün hızla büyümesini ve destek görmesini sağladı. En azından bir süre için yenilenebilir enerji ile klasik enerji arasındaki maliyet uçurumunu daralttı. İklim değişikliği enerji politikasının çok daha ağırlıklı bir unsuru haline geldi. Tüm bu etmenlerin sonucunda yenilenebilir enerji yatırımları köklü bir artış gösterdi. Risk sermayesi sektöre yatırım yaptıkça yenilenebilir enerjiler yeni bir isim daha kazandı: "temiz teknoloji" (*cleantech*). Yenilenebilir enerjilerin ana akım olmaya doğru ilerlediğinin bir doğrulaması olarak, yatırım bankaları "temiz enerji" ekipleri kurdular ve temiz teknoloji araştırmaları yayınlamaya başladılar.²³

Ne ki 2008 Büyük Resesyonunun patlak vermesi yenilenebilir enerjiyi fena vurdu. Finansman ayarlaması yapmak gitgide adamakıllı zorlaştı. Dahası, sonradan enerji fiyatlarının 2008 sonundaki en düşük noktadan yukarı dönmesine karşın, yenilenebilir enerji hâlâ rekabet açısından dezavantajlı durumdaydı.

Ancak bu kez 1980'lerden farklı olarak, yenilenebilir enerji sektörünü bir Ölüm Vadisi beklemiyordu. Yenilenebilirler artık güçlü katılımcılara sahip çok daha büyük bir sanayiydi, uluslararasılaşmıştı, ABD'nin 2005 ve 2007 enerji yasaları gibi arkasında devam eden bir politika desteği vardı. Yenilenebilir enerji artık küresel bir sektör olmuştu.²⁴

“ÜÇ DENCHİ BİRADER”

Japonya'nın, enerji ithaline aşırı bağımlılık takıntısı, bütün ülkelerden daha fazla olmak üzere, devam ediyordu. Adı artık ekonomi, ticaret ve sanayi bakanlığı (METI) olan MITI, Japonya'nın sanayi politikasının belirlenmesinde hâlâ önemli bir rol oynuyordu. Çok dikkat çekici bir yenilenebilir enerji gündemi oluşturmuştu. Buna, METI bakan yardımcısı Takayuki Ueda'nın önerisiyle, “3 Denchi Birader”—*San Denchi Kyodai*—adını vermişlerdi.

Japonya'da yakıt hücreleri, güneş hücreleri ve bataryalar hep aynı adla tanınır: “batarya” (akü, pil). METI bu üç teknolojiyi Japonya'yı endüstriyel rekabet yeteneğine kavuşturmanın, çeşitlilik yoluyla enerji güvenliğini yükseltmenin ve iklim değişikliği sorunuyla mücadelenin üç ana koşulu olarak görüyordu. Etkinliği iyileştirmek ve maliyeti düşürmek açısından bu üç cihaz için yeni malzemeler ve fabrikasyon teknikleri gerekiyordu. Ueda “Gün gelecek, tüm elektriğimizi yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlayacağız” diyordu.

Japon şirketleri bu hayali gerçekleştirmek için var güçleriyle çalışıyorlar, ama aynı zamanda METI'nin bir başka varsayımını da dikkate almak durumundalar: Ueda'nın dediği gibi, “bu üç teknoloji olmadan” salımı yüzde 80 oranında azaltmak “neredeyse olanaksız gibi. Üç Denchi birader yalnız Japonya için değil, dünya için de çok önemli.”²⁵

YEŞİL EJDERHA

Çin son yıllarda yenilenebilir enerjiye öyle bir hararetle sarıldı ki, onu gerek bir pazar gerekse imalatçı olarak—ve bir rakip olarak da—ön sıraya çıkardı. Daha 1973 yılında Çin güneş ve rüzgâr enerjisine yönelmeyi talep eden bir tarım yasası getirmişti. 1988'de ilk rüzgâr enerjisi projesi uzak batıda şebekeye bağlandı. Ancak yenilenebilir enerjiler uzun yıllar kır yoksullarına yarar sağlayacak yoksulluk önleyici bir yaklaşım olarak algılandı. Yüzyılın başında yenilenebilir enerjiye daha ciddi bir ilgi görülmeye başlandı. Çin aynı zamanda yenilenebilir enerji alanında

bir rol oynamak istiyorsa, know-how ve teknolojiye sahip olmaya—ve tabii girişimcileri desteklemeye—öncelik vermek zorundaydı.²⁶

Belirleyici değişim, yenilenebilirler güçlü bir sıçrama yaptıran 2005 tarihli Yenilenebilir Enerji Yasasıyla geldi. Çok sayıda etmen bir anda yenilenebilir enerjilerin çekiciliğini artırdı. Özellikle ağır sanayideki hızlı ekonomik büyüme, enerji tüketiminin daha da hızlı büyümesine yol açıyordu. Çin ülke içi enerji krizine yuvarlanmıştı; kömür ve elektrik üretiminin artan elektrik talebine yetişememesi sonucu enerji temininde aksamalar ve yer yer kesintiler yaşanıyordu. Petrol ithalatındaki artış ve petrol fiyatlarındaki tırmanış enerji güvenliğini üst yönetimin önüne ciddi bir sorun olarak çıkardı. Çin yakında kömür ithaline de başlayacaktı. Çin Ulusal Enerji İdaresi başmühendisi “Mevcut tüketim düzeyimizle, fosil enerji rezervimiz ekonomimizi ayakta tutamazdı” diyordu. “Çok büyümüştük. Bunun üzerine Çin yeni ve yenilenebilir teknolojileri hızlandırmaya karar verdi. Ekonomik büyümenin altın ivmesini ve temiz enerjinin yeşil ivmesini yakalamamız gerekiyor.” Buradaki “temiz” ögesi çok önemliydi. Kirlilik hızla tüm ülkeyi saran bir sorundu. İklim değişikliği, özellikle de kömür yakılmasından kaynaklanan salım gidererek daha fazla sürtüşme yaratan bir uluslararası sorun haline geliyordu. Ve görünüşe bakılırsa, yenilenebilir enerji büyüyen bir küresel sanayi olma yolundaydı ve Çin bu sürecin ön saflarında yer almak istiyordu.²⁷

2005 Yenilenebilir Enerji Yasasını, 2007 yılında somut hedefler belirleyen ve 2020'ye kadar yenilenebilir enerjinin toplam enerji içindeki payının yüzde 15'e ulaşmasını hedefleyen Orta ve Uzun Erimli Yenilenebilir Enerji Geliştirme Planı izledi. Çin'in yenilenebilir enerjisi, hükümetin küresel finansal kriz sırasındaki yoğun teşvik harcamalarıyla desteklenen bu politikalarla vites yükseltti. 2005 ile 2009 arasında rüzgâr enerjisi kapasitesi her yıl ikiye katlandı.²⁸

Çin aynı zamanda yenilenebilir kaynakları, yirmi birinci yüzyılın kilit nitelikteki büyüyen sanayisi olarak gördüğü temiz teknoloji endüstrisini ilerletmek amacıyla da kullandı. Çin başbakanı Wen Jiabao şöyle diyordu: “Uluslararası endüstriyel rekabette avantajlı bir konum elde etmek için düşük karbonlu ekonomi ile yeşil ekonomiyi geliştirmeye hız vereceğiz.” Düşük maliyetli imalat yapan ve devlet bankalarından cazip finansman sağlama olanaklarını da içeren güçlü ulusal ve yerel devlet

desteğine sahip bulunan Çin şirketleri güneş paneli piyasasına egemen oldular ve rüzgâr türbini endüstrisinde önemli ilerlemeler kaydettiler. Bunun bir nedeni Çin'in yurtiçinde gerçekleştirilecek rüzgâr türbini kurulumlarında önce yüzde 50, ardından da yüzde 70 oranında yerli parça kullanılmasında ısrar etmesiydi. Bu koşul 2009 yılında kaldırıldıysa da, bu politika Çinli rüzgâr türbini üreticilerine ölçek büyütmek ve operasyonlarında ustalaşmak için zaman tanıdığı gibi, Çin'in imalat maliyetlerinde görece üstünlük kazanmasına ve gerek iç gerekse dış pazarda yabancı şirketlerle daha sıkı rekabet edebilmesine olanak sağladı.²⁹

Çin'in yenilenebilir enerji sektörüne verdiği güçlü desteğe karşın, ülkenin yenilenebilir enerjileri ilerletme çabaları birtakım zorluklarla karşı karşıya bulunuyor. Şu ana kadar yenilenebilir enerjiler arasında en büyük pay su enerjisine ait ve böyle kalacak gibi görünüyor. Rüzgâr ve güneş enerjisinin büyüme temposu hidroenerjiye göre çok daha hızlı olmakla birlikte, ikisinin birlikte 2020 yılında toplam elektrik üretimindeki payı ancak yüzde 5'e ulaşacak. Çin'in yenilenebilir enerji üretim kapasitesi hızla büyüdüğü halde, fosil yakıt kapasitesi de aynı hızla büyüyor, çünkü Çin yüzde 10 dolayındaki yıllık enerji talebi artışını karşılamak için elektrik üretim kapasitesini hızla yükseltmek zorunda. Bu yüzden ister istemez yüksek miktarda enerji sağlayabilecek projeler öncelik kazanıyor—bu da şimdilik hâlâ kömüre dayalı. Bu durum ayrıca Çin'in temiz kömür araştırmalarına bu kadar büyük paralar yatırmasının nedenini de açıklıyor.³⁰

Yenilenebilir kaynaklara yönelik giderek güçlenecek. Ancak bu süreç, Çin devlet planlamacılarının yalnız yenilenebilirler değil, daha geniş bir bakışla, nükleer ve doğal gaz da dahil olmak üzere, kömür ve petrol dışındaki bütün yakıtları teşvik eden “gelişmekte olan enerji politikası” adını verdikleri yaklaşım çerçevesinde yol alacak. 2011'de kabul edilen 12. Beş Yıllık Plan bu politikaya vurgu yapıyor. Planın saptadığı yedi Gelişmekte olan Stratejik Sektörden üçü enerji alanında: enerji korunumu ve çevreyi koruma; yeni enerjiler ve yeni enerji taşıyıcıları. Ancak Çin böyleyken bile birkaç kısıcık yıl içinde hem dünyanın rüzgâr alanındaki en büyük pazarı hem de güneş hücrelerinin en büyük imalatçı ve ihracatçısı olup çıkmıştır.

“BUNDAN DAHA OLGUNLAŞMIŞ BİR ALAN YOK”

Obama yönetimi döneminde yenilenebilir enerjiye yönelik en öncelikli enerji politikası oldu. Yönetim finansal krize ve onun yarattığı resesyona, büyük kısmı yenilenebilir enerji ile temiz teknolojiye hedefleyen yoğun bir ekonomik teşvik programıyla karşılık verdi. Diğer ülkeler de yalpalayan ekonomilerini, kendi yenilenebilir enerji sektörlerini inşa etmeyi de kapsayan finansal teşviklerle—ya da devlet harcamalarıyla—desteklemeye koştular.

ABD’de enerjiye sağlanan teşvik bazen ülkenin gelmiş geçmiş en büyük enerji yasası olarak tanımlanır. Yenilenebilir enerji ekonomik canlanmanın önemli bir ögesi haline gelmişti. Yeşil ve temiz teknoloji iş alanları teşvik paketinin en önemli unsurlarıydı. Obama Amerika’nın enerji sisteminin dönüştürülmesine Jimmy Carter’dan bile daha fazla ilgi gösterdi. 2010’daki Ulusa Sesleniş konuşmasında Kongreye “Amerikan inovasyonunu teşvik etmeliyiz” diye seslendi. Ve “böyle bir inovasyon için enerjiden daha olgunlaşmış bir alan yoktur.”³¹

Yenilenebilir enerjinin boyutları dolarla ifade edilebilir. Yenilenebilir enerji kapasitesine yapılan toplam küresel yatırım 2009’da 150 milyar dolara ulaşarak, sadece dört yıl öncesinin dört katına çıktı. Bugün tüm yenilenebilir enerjiler dünyadaki toplam kurulu elektrik kapasitesinin yalnız yüzde üçü dolayındadır. Buna karşılık 2007 ile 2009 arasında yeni eklenen kapasitenin yaklaşık yüzde 50’si onlardan gelmiştir. Kısacası yenilenebilir kaynaklar esaslı bir iş niteliğine bürünüyor. Ama yenilenebilir enerjilerin ilk ortaya çıktığı tarihte tahmin edilenden daha uzun sürdüğü açık.³²

1970 yılında ilk Dünya Gününü zorluklar içinde yaratan, sonra da Güneş Enerjisi Araştırma Enstitüsü başkanı olan Denis Hayes biraz burun kıvrıran bir edayla, “dünya şu anda daha benim 1985’te olmasını beklediğim yerde” demişti. “O noktaya varmak için yapılması gerekenler konusunda yanılmadık da, onu kolaylaştıracağı hesaplanan siyasi süreç konusunda yanıldık.”³³

Ne ki, teknolojilerin gelişip olgunlaşmasının onlarca yıl aldığını da eklemekte yarar var. Dahası ölçek ve maliyet sorunları hâlâ yanıt beklemekte.

Yine de yenilenebilir enerjiler açısından artık zaman uçurumunun kapanmış olduğu söylenebilir. Artık yenilenebilir enerjiler üzerine öyle büyük bir ideolojik ayrılık kalmadı. İş hayatının popüler ve uluslararası bir parçası oldu. Bu arada güneş enerjisi de Beyaz Saraya geri döndü. İlk geri geliş 2003 yılında, Beyaz Sarayın arazisindeki Midilli Ahırnı denen küçük bir binanın tepesine güneş hücrelerinin kurulmasıyla ufak çaplı ve sessiz sedasız bir biçimde oldu. 2010'da Obama yönetimi, güneş panelleri ile bir su ısıtıcısının Beyaz Saray rezidansının çatısına—Jimmy Carter'ın 1986'da kaldırılan güneş enerjili su ısıtıcısının eski yerine—yeniden monte edileceğini açıkladı.³⁴

Eğer yenilenebilir enerjiye gerçekten büyük ölçekli bir geçiş gerçekleştirilirse, bu adımın önemi ister jeopolitik, ister ekonomik, isterse çevre açısından olsun, dünyanın yirminci yüzyıldaki petrol bağımlılığının önemiyle boy ölçüşebilir. Gelgelelim, yol uzun. Tarihte bir enerjiden başka bir enerjiye geçişler onlarca yılda meydana gelmiştir.

Dolayısıyla yenilenebilir enerjiler hızlı bir gelişme temposuyla bile olsa, 2030'da hâlâ ağırlıklı enerji kaynağı olmanın uzağında kalmaya devam edecektir. Oynayacakları fiili rolü ve elde edecekleri pazar payını politika, ekonomi ve inovasyon belirleyecektir. Yenilenebilir enerjinin geleceğine ilişkin tek bir senaryo yoktur. Daha çok her birinin kendine özgü bir hikâyesi ve ayrı gelecek açılımı ve tabii kendine göre zorlukları bulunan çok farklı teknolojilerin öyküsüne tanık olacağız.

BİLİM DENEYİ

Bazı caddeler başlı başına bir simgeye dönüşmüştür. İsimlerinin geçmesi bir öykü dillendirmeye, bir kültür çağrıştırmaya yeter: Sözelimi Wall Street. Pensilvanya Caddesi. Şanzelize. Whitehall. Ve tabii Rodeo Drive.

Bunlardan başka bir de Kaliforniya Palo Alto'da Stanford Üniversitesinin batı ucundan aşağıya doğru uzanan Sand Hill Road var. Yolun bir yanında ileri nükleer denemelerde kullanılan Stanford'un Doğrusal İvmelendiricisi yer alır. Diğer yanında ise bol yapraklı ağaçların ardına gizlenmiş çoğu üç dört katlı bir dizi bina yokuş aşağıya doğru düzgün bir şekilde sıralanır.

Sand Hill adı öteki caddeler kadar geniş ölçüde bir çağrışım yaratmayabilir, ama onu bilenler için Sand Hill Road, Silikon Vadisiyle ve dünyayı değiştiren inovasyon ve teknolojiyle eşanlamlıdır. Çünkü önceleri sadece Silikon Vadisinde, şimdiyse tüm dünyada yeni kurulacak işler için ateşleme düğmesi işlevi gören pek çok risk yatırımcısının genel merkezi Sand Hill Road üzerindedir. Sand Hill'den aşağıya doğru, Üniversite Caddesine geçtiğinizde bir sürü Risk Yatırımcısı daha görürsünüz. Boyutları ne olursa olsun, emeklilik fonları, üniversite bağışları, vakıflar ve varlıkları pek yüksek ailelerden bir dizi yatırım fonu toplarlar, sonra da bu parayı şirket kurmaya niyetlenen kişilere dağıtırlar. Nihai amaç yatırımcılarına beş-altı yıl içinde—daha yakın bir sürede de olabilir—ilk koydukları rakamı katlayan bir getiri sunmaktır.

Risk yatırımcıları öncelikle teknoloji, yani enformasyon teknolojisi, bilgisayar, yazılım, iletişim ve biyoteknoloji alanında isim yapmış ve yatırım getirisi elde etmişlerdir. Ancak son yıllarda pek çok firma, yine ilk önce ve çoğunlukla büyük coşkuyla aynı yolda devam edecekleri kesin olmakla birlikte, risk sermayesi için yeni yatırım cephesinin mutlaka bu kategorilere girmesi gerekmediğine karar verdiler. Yeni cephe: “temiz teknoloji”.

BÜYÜK KÖPÜRME

Risk yatırımcılarının yalnız olduğu söylenemez. Bugün enerji inovasyonu çorbasında daha önce hiç görülmedik bir “büyük köpürme” var. Üstelik bu, enerji yelpazesinin hemen her kesiminde—konvansiyonel, yenilenebilir, alternatif enerji ve verimlilik—gözleniyor. Gerçekten de enerji endüstrisi inovasyon ve teknolojik değişim üzerinde daha önce hiç bu kadar odaklanmamıştı. Peki değişim unsurları neler olacak? Atılım hamleleri ne taraftan gelecek? Bunları laboratuvardan piyasaya kimler taşıyacak? Ve içlerinden kaç tanesi bu geçişi gerçekleştirebilecek?

Enerji her zaman bir bilim ve teknoloji işi olmuştur. Pek çok köklü enerji şirketi için bu kesinlikle doğrudur. Petrol ve gaz sanayini çoğu doktora sahibi bir mühendisler ordusu yönetir. Ancak genel enerji endüstrisindeki teknolojik ilerlemeler ne kadar hatırı sayılı boyutlarda olsa da, büyük ölçüde geleneksel yakıtlara—petrol, doğal gaz, kömür ve nükleer enerjiye—odaklıdır. Bu ilerlemeler sürekli iyileştirme, teknoloji sınırlarını ileri götürme sürecinin bir parçasıdır. Bunlar kimi zaman arzın genel görünümünü kökten değiştirebilecek atımlara dönüşebilirler.

Geleneksel enerji şirketleri aynı zamanda alternatifler geliştirmekle de ilgileniyorlar. Başlıca petrol şirketleri büyük ölçüde unutulmuş olsa da, ABD’de ilk başlarda fotovoltaiğin geliştirilmesinde rolü olan belli başlı oyuncular arasında yer alıyorlardı. Bugün içlerinden bazıları rüzgâr sektöründe önde gelen bir yer tutuyorlar. Ama başlıca alternatif odak noktaları, boru hatları ve pompalarla araba motorlarına taşınabilecek, böylelikle de mevcut altyapıyla görece daha iyi rekabet edebilecek ileri biyoyakıtlar.

Risk sermayedarları bu tür inovasyonlar arıyor olabilirler. Ama aynı zamanda Harvard İşletme Okulundan profesör Clay Christensen'in "bozucu teknolojiler" adını verdiği oyun kurallarını değiştiren teknolojiler de arıyorlar: Büyük tutkuları enerjinin "Google"ını bulmak, fon temin etmek, geliştirmek sonra da çekip gitmek, ama yatırımlarına Google'dan aşağı kalabilecek daha mütevazı bir getiri bulmak da onları mutlu etmeye yeter. Kendileri yeni teknoloji yaratmakla pek uğraşmayıp, daha çok yeni teknolojiyi temsil eden fikir sahibi yenilikçileri ve girişimleri bulmak, finanse etmek ve yol göstermekle, sonra da onları pazara kanalize etmekle ilgileniyorlar.¹

YALNIZCA "İYİ BİLİM" DEĞİL

Peki ama bu yeni teknolojiler nereden gelecek? Enerji değişimi büyük olasılıkla temel bilim ve araştırma-geliştirme alanından çıkacak ve bilim adamları ile mühendisler tarafından—ve de yaratıcı ve azimli, bazen de inatçı ve tabu yıkan yenilikçiler tarafından—üretilecek.

Savaş sonrası yıllarda özel sektör Ar-Ge faaliyetlerinin baş aktörü oldu. 1980'lere kadar büyük şirketlerin laboratuvarları—Bell Laboratuvarları, Westinghouse, RCA ve General Electric—temel düzeydeki araştırmalara hasredilmişti. Genç fizikçiler bu laboratuvarlardaki işleri üniversite fakültelerindeki temel araştırmalardan daha üstün görüyorlardı. Dokuz yılını Bell Laboratuvarlarında geçiren ABD enerji bakanı Steven Chu şöyle diyor: "Bell Laboratuvarları yönetimi bize fon sağladı, bizi konuya yabancı bürokrasiden korudu ve sadece iyi bilimle yetinmemeyi öğretti."²

Cafıcaflı günlerinde Bell Laboratuvarlarında görev yapan 16.000 kişiden bin küsur kadarı temel bilimsel araştırmalarla uğraşıyordu; yani, Bell Laboratuvarlarına 25 yılını veren Yale kimya profesörü John Tully'ye göre "sadece bir şeyleri daha iyi anlamak için çaba harcıyordu. En başta gelen unsurlardan biri heyecandı. Tamamen bulaşıcı bir şeydi bu." "Fon temininin otomatik oluşu" işleri çok kolaylaştırıyordu. "Hibenez tükenmekte olduğundan yeni bir hibe başvurusu yapmak için kâğıt peşinde koşuşturmanız gerekmiyordu."

Ne ki, orijinal AT&T'nin 1980'lerde parçalanması ve yatırım topluluğunun üç aylık dönemlerde performans beklentisiyle ilgili baskısının artmasıyla birlikte, şirketlerin araştırma "farlarının" aydınlatma mesafesi kısalmaya başladı. Çoğu şirketin yakıcı yakın erimli gereksinimleri karşısında temel araştırmaların geçerliliği zayıfladı. Ya da eski enerji bakanlığı müsteşarı Raymond Orbach'ın deyişiyle, özel sektörde "sabır eşiği kısaldı". Zamanla çoğu büyük kurumsal laboratuvar ortadan yok olup gitti. Bell Laboratuvarları giderek ufaldı. Tully'nin dediğine göre, "çalışmanızı daha kısa süre içinde doğrulamanız gerekiyordu". 2008'de Bell Laboratuvarlarının yeni sahibi Alcatel-Lucent temel araştırmalar işini tümünden bırakacağını açıkladı.³

Şirket araştırmalarındaki gerilemeyle birlikte, temel bilim ve Ar-Ge uğraşı, son 70 yılın en büyük bilimsel ilerleme motoru ve en büyük fon kaynağı olan ABD hükümetinin yönlendirmesi altına girdi.

ANA YÖNLENDİRİCİ GÜÇ

Risk yatırımcısının bulaşmadığı tek alan bilimsel denemelerdir. Oysa enerji bakanı Steven Chu Nobel ödül töreninde "bilimsel deneme"nin "nihai hakem" olduğunu söylemişti; zira araştırma ve geliştirme her şey için kritik değerdeki temeldi. Bugün hükümet çoğunlukla ABD'de yalnız enerji alanında değil, eczacılık dışında hemen her alanda temel düzeydeki Ar-Ge faaliyetinin motorudur.⁴

Federal hükümetin cumhuriyetin kuruluş yıllarına kadar uzanan inovasyonun teşvik edilmesindeki rolü çoğu zaman doğrudan doğruya ulusal savunmayla ilgiliydi. 1794'te misket tüfeklerinin performansından memnun kalmayan George Washington bir ulusal cephanelik grubu oluşturarak, ABD yönetiminin tarihteki ilk Ar-Ge inisiyatifini başlatır. Niyeti zanaatkârların bin bir zahmetle imal ettiği el yapımı tüfekleri, parçaları değiştirilebilir olduğu için üretim sürecini basitleştirip hızlandıran tüfeklerle değiştirmektir. Bu değiştirilebilir parça buluşu Amerikan imalat sistemi olarak ünlendi ve Amerika'nın bir sanayi gücü olarak gelişmesinde kritik bir rol oynadı.⁵

Fakat hükümetin temel araştırmaları ve tüm Ar-Ge sistemini destekleme yönünde daha fazla sorumluluk üstlenmesi İkinci Dünya Savaşı sonrasına kalır.

KAMU YARARI

Ar-Ge harcamaları kamu yararına olduğu için, genelde bir devlet sorumluluğu kabul ediliyordu. Ar-Ge çalışmalarının daha ileri ekonomik büyüme, daha iyi bir yaşam kalitesi ve ulusal güvenlik gibi özel yatırımcının beklentisinin ötesine geçen yararları vardı. MIT'li iktisatçı Robert Solow ekonomi dalında Nobel Ödülünü alırken yaptığı konuşmada ekonomik büyümede inovasyonun—teknolojinin “laboratuvardan fabrikaya” aktarılmasının—merkezi önemini vurguladı.

Enerji arzı, kullanımı, güvenliği, çevre etkisi ve gittikçe de iklim değişikliği gibi pek çok somut sorunla başa çıkabilmek için enerji Ar-Ge'si şarttır. Enerji inovasyonunun zaman ufku genelde üç aylık dönemlerde kâr baskısı altındaki şirketler ya da bir yatırımdan beş yıl içinde çıkma düşüncesiyle hareket eden yatırım fonları tarafından sürdürülemeyecek kadar uzundur. Örneğin kömür santrallerinden SO₂'yi ayıklamak için kullanılan temizleme teknolojisini yaratmak kırk yıl ve dört farklı teknoloji kuşağı gerektirmiştir. Kömür yatağı metanını kullanılabilir hale getirmek için 15 yıllık araştırma ve deneme çalışmalarına gerek duyulmuştur. Bu tür uzun erimli araştırmalar fon temininde fırsat kaybı açısından son derece yıkıcı ve pahalı bir oynaklığa, belirsizliğe ve git-gellere yol açar.⁶

ABD enerji bakanlığı (EB) Los Alamos, Oak Ridge ve Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı gibi ulusal laboratuvarlardan üniversite bilim insanlarına, özel sözleşmeli ve şirketlere kadar uzanan yaygın bir Ar-Ge faaliyetine destek sağlıyor. Sadece EB'nin 17 ulusal laboratuvarında tam zamanlı 12.000 doktoralı bilimci çalışıyor; bu da onu dünyada en fazla bilim insanı çalıştıran kurum yapıyor. Aralarında 111 Nobel Ödülü kazanan çalışmanın da bulunduğu ABD'deki tüm fizik araştırmalarının neredeyse yarısına destek olan EB aynı zamanda fiziksel bilimlerin alanındaki katkılarıyla da “bilim bakanlığı” işlevi görüyor.⁷

ABD hükümetinin enerji Ar-Ge harcamaları petrol fiyatlarına paralel olarak dalgalanmıştır. Carter yönetiminde ikinci petrol şoku sırasında fonlarda sıçrama görülürken, 1980'lerde enerji fiyatlarının gerilemesiyle birlikte azalma gözlemlendi. 1991 Körfez Savaşı sonrasında enerji güvenliğiyle ilgili kaygılar zayıfladı. Ardından 1990'larda, o tarihteki bir enerji Ar-Ge'si raporunda belirtildiği üzere, ulusun ilgisi "federal bütçe açığını azaltmaya yönelik programlara" odaklanmıştı. Gerçekten de EB'nin Ar-Ge çalışmalarına en az önem verdiği dönem petrol fiyatlarının iyice aşağıya çekildiği 1998 yılıydı. Fakat enerji Ar-Ge fonları, enerji ve güvenlik sorunları ile inovasyon gereksinimine kıyasla her zaman düşük kaldı. 2008 yılındaki toplam yıllık enerji Ar-Ge harcaması, Irak Savaşında iki haftada yapılan harcamaya eşitti.⁸

RİSK YATIRIMCILARININ DEVREYE GİRMESİ

Dört beş yıl öncesine kadar risk yatırımcılarının, "enerji" sözcüğünün nasıl telaffuz edildiğini dahi bilmedikleri söylenirdi. Oysa yirminci yüzyılın ortalarından beri kapitalizmin işleyişinde ve piyasalarda dönüştürücü bir rol üstlendikleri açıktı.

Risk sermayesinin—yeni kurulan işletmelere para koymanın, girişimcilere ve yenilikçilere yatırım yapmanın—çok daha gerilere kadar gittiğini söyleyenler de var. Emektar risk yatırımcılarından William Draper III'e göre "İspanya kraliçesi Isabella'nın Kristof Kolomb'a verdiği destek onu ilk risk yatırımcıları arasına sokar." Kristof Kolomb'un önderliğindeki yönetim ekibine güvendi. "Kolomb'un gözlerinin içine bakıp, bu adam gerçekten de yelken açtığı yerlerden mücevherat bulup getirebilir, diye düşündü." J.P. Morgan'ın 1870'ler ila 1880'lerde Thomas Edison'un elektrik üzerindeki çalışmalarına sağladığı fon desteğinin onu ilk risk yatırımcısı yaptığı kesindir.

Modern risk sermayesinin genel hatları İkinci Dünya Savaşının hemen öncesinde belirginleşmeye başladı. Yenilikçilerden J.H. Whitney and Co.'nun portföyü Minute Maid portakal sularından Technicolor'un *Rüzgâr Gibi Geçti* filminin finansmanına kadar geniş bir alana yayılıyordu. Söylentilere bakılırsa, H.J. Whitney'in bir ortağı bu yeni yatırım

türüne bir isim önerir: “maceracı özel sermaye”. Ama bu aşırı risk yönetimli, hatta bir miktar gözü kara durduğu için kulağa pek hoş gelmez. Hangi sorumlu mutemet sağduyulu bir şekilde yönetsin diye kendisine emanet edilen parayı “maceraya” atılmak için kullanabilir? Sonuçta kısaltıp basitleştirilerek, doğru bir şekilde “risk (ya da girişim-çn.) sermayesi” teriminde karar kılınır.⁹

GEORGES DORiot: “STARTUP ULUS” PEYGAMBERİ

Gerçi yine de modern teknoloji odaklı risk sermayesinin doğuşu asıl olarak, aksi ama karizmatik bir adam olan Harvard İşletme Okulu profesörü Georges Doriot’a—General Doriot olarak da tanınır—atfedilebilir. Doriot Birinci Dünya Savaşından hemen sonra Fransa’dan göç ederek, daha yeni kurulmuş olan Harvard İşletme Okuluna girer. Burada 41 yıl boyunca profesörlük görevini sürdürür.

Doriot ikinci sınıflara zamanla ünlenen, basitçe İmalat denen bir ders veriyordu. Ders, Harvard İşletme Okulunun klasik vaka yönteminin farklı olarak “tamamen Doriot” tarzında—yani işletmeciliğin bütün yönleri üzerine anlatıyla—geçiyordu. Doriot öğrencilerine aforizmalar ve sözlü tavsiyelerle, her sabah *New York Times*’i okumaya “büyük adamların” hayatlarından bir şeyler öğrenmek için “ölüm ilanları”yla başlamalarını söylüyordu. Hatta bir keresinde o günlerde yalnız erkek öğrencilerden oluşan sınıfa, doğru eş seçimi üzerine ders verdi.

İkinci Dünya Savaşı Doriot’u savaşa destek çalışmalarının öncü risk sermayedarı haline getirdi. “Askerlerin eksiklerini saptamak ve bu gereksinimlerini karşılayacak yeni ürünler geliştirme çalışmalarını denetlemek” amacıyla oluşturulan Quartermaster Birliğinde araştırma-geliştirme sorumlusu oldu. Doriot Avrupa’ya çıkarma yapacak askerler için yağmur geçirmez giyecek ve asker botundan, K rasyonu sıkıştırılmış besinlere ve (Doriot’a atfen) Doron adı verilen deniz piyadelerinin Pasifik’te kullanması için üretilen plastik kurşun geçirmez yeleklere kadar her tür ürün geliştirme faaliyetini yönetti. Aynı zamanda Japonların Güneydoğu Asya’daki kauçuk üretim alanlarını ele geçirmesi üzerine acil bir gereksinime dönüşen sentetik kauçuğun geliştirilmesinde de önemli bir rol oynadı. Bütün bunlardan temel bir ders çıkardı: Modern

savaş, onun deyişiyle “gerçekte bilimin hayata uygulanmasıydı.”¹⁰ Bu dersi savaştan sonra özel sektöre de uygulayacaktı.

1945'te savaş sona erince Doriot—artık General Doriot olmuştu—Harvard'a döndü. Savaş sırasındaki deneyimlerinden yararlanarak öncü ARD—Amerikan Araştırma-Geliştirme—kurumunu kurdu. Bir meslektaşının sözleriyle Doriot, “girişimcileri organize bir şekilde finanse etme işinde gelecek olduğuna inanan ilk kişidir.” Ya da Doriot'un kendi deyişiyle, risk sermayedarı olarak işi, bir yanda bolca kaynaklara sahip ancak inovasyonu besleme yeteneğinden yoksun şirketler, öte yanda ise “yoksul iş adamları olmak için çaresizlik içinde çırpınan” ellerinde fon bulunmayan yaratıcı fikirlere sahip akademisyenler ve mucitler arasında aracılık yapmaktı.

Doriot Harvard'da yoğun bir tempoda çalışmasına karşılık ARD'nin onun yönetiminde yaptığı çoğunlukla Massachusetts Teknoloji Enstitüsünde (MIT) Charles River'ı besleyen teknolojileri ticarileştirmektir. MIT diğer üniversitelerden farklı olarak, laboratuvarları ve sınıfları ile piyasalar arasında doğrudan bağ kurmaktan çekinmiyordu. Aslında çoğu ilahiyat okulu olarak kurulmuş bulunan Ivy League üniversitelerinin tersine bunu misyonunun bir parçası olarak görüyordu; MIT, 1861 yılı kuruluş bildirgesindeki sözcüklerle, “bilimin... ticaretle bağlantılı olarak pratiğe uygulanmasını” iletirmek amacıyla kurulmuştu.

Doriot'un hayli despot bir yönetim anlayışı olduğu halde, aralarında yıllar sonra enerji bakanlığı koltuğuna oturacak olan Samuel Bodman adında genç bir MIT doktorunun da bulunduğu bir dizi yetenekli meslektaşını yanına çekti. Bodman Georges Doriot'u “çok farklı kişiliklere sahip bir adam” olarak anımsıyor. “Bir yandan ilgi uyandıran, cana yakın ve parlak zekâlıydı. Öte yandan entelektüel bir hâkimiyet kuruyor ve insanlara olumlu denemeyecek bir tarzda davranabiliyordu.”

Bu yeni filizlenen risk sermayesi girişimi hiç de kolay bir iş değildi. Doriot'un ağzından düşürmediği vecizelerden biri “huzurlu bir hayat istiyorsan sakın risk sermayedarlığı işine girme” sözüydü. Sonunda ne kadar başarılı olursa olsun her iş, Doriot'un deyişiyle “bir insan kazası meydana geldiğini haber veren sabahın ikisinde” gelen telefonlar da dahil olmak üzere, en az bir iki felaket ya da kriz yaşayacaktı.

1960'larda büyüyen Massachusetts Cambridge çevresindeki topluluk (evet, Harvard da içlerinde) 128 No'lu Devlet Yolundan kuzeye ve

batıya doğru yansıyan faaliyetleriyle ülkenin ilk büyük yeni teknoloji kuluçkası oldu.

ARD enerji alanına sadece bir iki kez girdi; biri de George H.W. Bush adlı yeni bir Yale mezununun kurduğu Zapata Off-Shore adlı bir petrol üreticisiydi. Ama bunlar istisnaydı. Bodman “enerji işi çok para isterdi” diyor. “Bu yüzden hiç girişmedi. Enerji büyük şirketlerin oyun alanı olarak kabul ediliyordu. Küçük bir şirketin bu alana girmesi mantığa aykırıydı.”¹¹

BATIYA YÖNELİŞ

Modeli Doriot oluştursa da, başka bir yerde daha da büyük bir risk sermayesi merkezi boy atacaktı. Bu yer Stanford Üniversitesi’ydi, olayı gerçekleştiren kişiye Stanford’un mühendislik bölüm başkanı, sonra da dekan olan Frederick Terman’dı. Doktorasını MIT’te yapan Terman bir araştırma üniversitesini piyasayla bağlamanın değerini algılamıştı ve Santa Clara Vadisindeki 33 kilometrekarelik Stanford yerleşkesindeki meyve bahçelerinin ortasında bir ileri teknoloji endüstrisi yaratmaya kararlıydı. Böylelikle “İyi Dilekler Vadisi” Silikon Vadisine dönüşüverdi. Terman diğer pek çok şeyin yanı sıra üniversite ile iş dünyasını birbirine bağlamak için Stanford Sanayi Parkını kurdu. İki Stanford mezunu, William Hewlett ile David Packard, Terman aracılığıyla tanıştılar. Bu tanışmadan dünyanın en büyük bilgisayar firması olan Hewlett-Packard, HP doğdu.¹²

Terman’ın vizyonundan Stanford’u ve Berkeley’deki Kaliforniya Üniversitesi’ni Sand Hill Road, Üniversite Caddesi ve San Francisco’nun risk sermayedarlarını ve çevrelerini kuşatmış bilim insanları, mühendisler ve girişimcileri kucaklayan ayırt edici ve yüksek ölçüde iç bağlantılı Silikon Vadisi ekosistemi ortaya çıktı. Silikon Vadisi sistemini şekillendiren ilk risk yatırım firması 1972’de kurulan Kleiner Perkins’ti (sonradan adı Kleiner Perkins Caufield&Byers oldu). İlk ortakları Nazilerden kaçarak ailesiyle birlikte Viyana’ya sığınan, sonra da ilk Silikon Vadisi girişimine katılan Eugene Kleiner ile MIT mühendislik ve Harvard İşletme Okulu mezunu, bir Hewlett-Packard çalışanı, Harvard’da Georges Doriot’tan İmalat dersi almış olan Tom Perkins’ti.

Kleiner Perkins risk sermayesi iş modelini gerek geleneksel finansman, gerekse geleneksel Ar-Ge’den farklı bir iş olarak geliştirmeye ko-

yuldu. Bu, yönetim ve stratejiden teknoloji ilerletme ve yetenekli eleman bulmaya kadar hemen her konuya girmeyi gerektiriyordu. Böylece ortaya risk sermayesi işi için genel bir iş modeli çıktı. Model kimi durumlarda gereksinimleri kavramlaştırmayı ve bu gereksinimleri karşılayacak teknolojileri, sonra da bu fikirleri yaşama geçirecek teknolog ve girişimcileri bulmayı içeriyordu. Tüm sürece pazara bir an önce ulaşma aciliyeti damgasını vuruyordu. O dönemde yeni bir girişimin önerilen bir risk sermayesi yatırımını kaçırmaması için en etkili yol, onu bir “bilim denemesi” olarak sunmaktı. Bugün de hâlâ öyledir. Risk yatırımcıları dedikleri gibi, “üniversite laboratuvarlarını aşındırmaya” devam edeceklerdir; ama çoğunlukla bilim denemesi kokusunu aldıkları her şeyden uzak durmak için ne gerekirse yapacaklardır. Risk sermayesini gerçek Ar-Ge’den keskin biçimde ayıran, bu tavidir. Çünkü Ar-Ge demek deneme demektir.¹³

Genetech, Apple Bilgisayar ve Adobe’dan Google, eBay, YouTube ve Facebook’a kadar hepsi ve isimleri pek o kadar yaygın bilinmese de, getirdikleri teknolojiler modern dünyanın işleyişine büyük katkı yapmış olan diğerleri de, hep Silikon Vadisi ekosisteminden türemiştir.

“KARİYER İNTİHARI”

Ancak enerji yıllarca risk sermayesinin ilgi alanına pek girmedir. Bell Laboratuvarları ve diğer köklü firmaların büyük çaplı laboratuvarları da, ulusal laboratuvarlar, araştırma enstitüleri ve üniversiteler de ilgilendiler. Ama risk sermayesi kesinlikle ilgi göstermedi.

Risk sermayedarları arasındaki ender istisnalarından biri Nancy Floyd’du. Enerjiye odaklı ilk risk yatırımcısı olmak amacıyla yola çıkmıştı. Bunun başlıca nedeni, kendi açıklamasına göre, “karmakarışık meslek kariyeriydi”. Önce Vermont’ta elektrik enerjisi düzenleme görevlisi olarak çalışmış, ardından Kaliforniya’da üzerinde çingiraklı yılanlardan koruyucu giysilerle Altamont Geçidine tırmanarak ilk rüzgâr enerjisi geliştirme çalışmalarında yer almıştı. AT&T telefon tekelinin 1980’lerin başında bölünmesinin ardından, sonradan IBM’e satılan bir telekomünikasyon firmasının kurulmasına yardım etmişti. “Teknolojinin daha önce düzenleme altında bulunan bir sanayinin parçalanmasında nasıl bir rol oynayabileceğini gördüm” diyordu.

1990'larda elektrik enerjisi endüstrisinin düzenlemeden arındırılması süreci görünüşe bakılırsa benzer fırsatlar sunuyordu; Floyd 1994'te bu yeni fırsatları değerlendirmek amacıyla Nth Power adıyla bir risk sermayesi şirketi kurmaya karar verdi. Ama dünya onları beklemiyordu, ne onu ne de Nth Power'ı. Üç yılını yollarda, dünyanın dört bir yanında yüzlerce yatırımcıyı dolaşarak geçirdi. Ne yazık ki yatırımcılar son derece ilgisizdi. Elindeki fonlar hızla tükenirken, Floyd 39 dolarlık otellerde gecelemeğe başladı; bu onun için hiç de kolay değildi. Çünkü "Ben gecesini 39 dolarlık yolculardan değilim" demişti.

Fakat sonradan "bütün başarılı girişimcilerin ortak özelliği" dediği direngenliğe sıkı sıkıya sarıldı ve 1997'de bir avuç yatırımcıdan ilk fonunu almayı başardı. İşleri çok fazla kolaylaşmadı. İlk birkaç yıl "koca bir kayayı dağın tepesine sürükleme"yi andıran bir tempoda geçti.¹⁴

İlk enerji yatırımcılarından bir diğeri de Technology Partners'ın ortaklarından Ira Ehrenpreis'di. Ehrenpreis ilk yatırımını 1990'larda bir enerji teknoloji şirketine yaptı. Şöyle anlatıyor: "Zamanımın çoğunu 18 ayını dolduran ürünlerin yeni gelen nesil tarafından devre dışı bırakıldığı, Moore Yasasının hâkimiyetindeki enformasyon teknolojisi dünyasında geçirdim. Ardından bu enerji şirketinin başkanı sıfatıyla enerji firmalarıyla ilişkilerim oldu ve burada inovasyon merceğinin onlarca yıllık uzaklıkları gösterebildiğini öğrendim."

Ehrenpreis aynı zamanda kendini bu alanda yalnız hissediyordu. "Girişimci kardeşlerim, aklımı yitirdiğimi sanıyorlardı. Yakın arkadaşlarımsa bir kariyer intiharına kalkıştığım endişesi içindeydiler."¹⁵

6 TRİLYON DOLARLIK FIRSAT

Ama artık Nancy Floyd ve Ira Ehrenpreis öncü olarak görülmeye başlamıştı. 2003 ile 2004 yıllarında risk sermayesi topluluğu enerjiyi ve temiz teknolojiyi keşfetti. Bunun bir nedeni yükselen enerji fiyatlarıydı. Ama başka nedenleri de vardı. Kleiner Perkins'in ortaklarından Ray Lane, firmasının sektöre girişini şöyle açıklıyor: "ABD'nin enerji bağımsızlığı, küresel ısınma sorununun önceliği ve artık 1979'da elimizde olmayan bir teknolojiye sahip oluşumuzun bileşimiydi." Fırsatın muazzam ölçüde büyük olması çok çekiciydi. Kleiner Perkins yaptığı analizde, enfor-

masyon teknolojisi pazarının toplam yıllık değerini 1 trilyon dolar olarak tahmin ederken, enerji pazarını 6 trilyon dolar olarak hesaplamıştı.

Risk sermayesinin temiz teknoloji alanına girişi damlama noktasından gürül gürül akma noktasına yükseldi. ABD temiz teknolojisi endüstrisine yapılan yatırım 2001'de 286 milyon dolardan, 2010 yılında on kattan fazla artarak, 3,7 milyar dolara çıktı. 2010'da temiz teknoloji ABD'deki toplam risk sermayesi yatırımının yüzde 17'sine ulaştı.¹⁶

"MIT ENERJİ İŞİNDE"

Robert Metcalfe enformasyon teknolojisi sektörünün efsane isimlerindendir. Ev ve işyerlerindeki bilgisayarları birbirine bağlayan LAN'ları —Local Area Networks (*yerel alan ağları*)—olanaklı kılan etherneti bulan odur. Aynı zamanda çoğu sunumun vazgeçilmez aracı PowerPoint'i geliştiren şirketin yönetim kurulundadır. Amerikan Ulusal Teknoloji Madalyası sahibidir. MIT'ten mezun olduktan sonra Silikon Vadisine gelip Bostonlu risk sermayesi kuruluşu Polaris'e girmiştir.

6 Mayıs 2005'te Metcalfe nörobiyolog Susan Hockfield'ın MIT'e on altıncı başkan seçilme törenine katıldı. Charles Nehrine bakan Killian Hall'da düzenlenen törende Hockfield hemen her birimde enerji meselelerini ele almanın üniversitenin "kurumsal sorumluluğu" olduğunu söyledi. MIT kampüsündeki araştırma trendlerini Doriot gibi hayli yakından tanıyan bir risk sermayecisi için bu sözlerden daha net bir işaret olamazdı. O akşamüzeri ofisine döndüğünde, çalışma arkadaşlarına "Susan Hockfield MIT'in enerji işine girdiğini açıkladı," dedikten sonra "öyleyse biz de şimdi enerji işine giriyoruz" diye devam etti. Polaris sonradan ilk temiz teknoloji yatırımcılarından biri oldu.

Peki ama acaba inovasyon faaliyetindeki köpürme bu "bozucu teknolojileri" üretebilecek miydi? Ya da en azından enerji karması üzerinde esaslı bir etkiye yol açacak yeni şirketler doğurabilecek miydi? İleri gelen temiz teknoloji risk sermayecisi Vinod Khosla risk sermayesinin eskiden IBM'in hâkimiyetindeki eski bilgisayar sanayinde ve AT&T'nin hâkimiyetindeki telefon sektöründe yaptığının aynısını enerji sektöründe yapacağını söylüyordu: köklü firmaları alt etmek, iş modelini yeniden tanımlamak ve çok sayıda yeni büyük rakip üretmek. (Şurası

kesin, ABD adalet bakanlığı her iki şirkete karşı geniş çaplı anti tröst davaları açarak, “alt edilmelerine” yardımcı oldu.)

Diğerlerinin bakışı farklıydı. Robert Metcalfe yeşil teknoloji ve küresel ısınma balonunun bir çöküşle sonlanabilme olasılığını görüyordu. Ancak büyük resim açısından bakıldığında bunun yeni teknolojilerin gelişimini hızlandıracak anlaşıyordu. “Balonlar inovasyonu hızlandırır” diyordu Metcalfe. Ve inovasyonun yan ürünlerinden biri de “sürprizdir”.¹⁷

Fiili deneyim karışıktı. Bazı stratejik satışlar ve yeni internet ya da enformasyon teknolojisi girişimleriyle rekabet eden kimi yüksek profilli ilk halka arzlar gerçekleşti. Ancak risk sermayesi topluluğunun genel olarak öğrendiği şey, enerjinin diğer sektörlerdeki deneyimleriyle tanıdıklarından daha zor bir alan olduğuydu. Girişimciler de bu dersi paylaştılar.

Enerji, en azından enerji üretimi zaman, para ve ölçek bakımından farklıdır. Ray Lane “Dijital dünya ile enerji dünyası arasında birkaç benzerlik görüyorum” demişti. “Moore Yasası yok. Buna karşılık termodinamik, fiziksel ilişki, kimyasal reaksiyon ve biyolojik sistemler gibi başka yasalar var. Yatırımcıların anlaması gereken politikalardan etkilenen, düşük maliyetli, olgun, sermaye yoğun bir sektör. Dijital alandan öğrendiklerinizin çoğunu evde bırakmanızı salık veririm.” Enerjide geri dönüş süresi çok daha uzundur; klasik bir TT ya da yazılım şirketine oranla çok daha fazla sermaye yatırımı ister, ardından birkaç kez büyük miktarda sermaye artırımı yapmayı gerektirir ve sonra her aşamada kendini yeniden kanıtlaması beklenir. Öngörülemeyen gecikmeler ve ciddi maliyet artışlarıyla karşılaşılabılır. Sonra ürünler, kompleks enerji üretim veya dağıtım sisteminde bir terslik çıkma riski ve maliyetler nedeniyle genelde yeni teknolojilere son derece ihtiyatlı yaklaşan sanayi dallarına satılmak zorundadır. Üstelik enerji üretim tesisleri genelde uzun ömürlüdürler ve kısa sürede devirdaim etmezler. Tüketicilerde bilgisayarlarını her üç yılda bir, cep telefonlarını ise iki yılda bir değiştirme eğilimi yaygındır; oysa elektrik üreticilerinin santralleri 50 ila 60 yıl boyunca çalışır.

Sözün kısası, görünüşe bakıldığında her şey daha uzun sürelidir. Enerji alanında üç-beş yıl gibi risk sermayesinin metabolizmasına uygun bir zaman süresi içinde kayda değer sayılır değişiklikler pek meydana gelmez. Enerji bakanlığı bilim danışmanı ve eski Caltech başkanı Steven Koonin’e göre “Hızlandırılmış enerji dönüşümü bile onlarca yıl alır”. Sis-

temlerin entegrasyonu da karmaşıklığıyla sorunu daha da büyütür. Üç ya da dört farklı teknolojiyi bir akıllı şebeke sisteminde kombine etmek yeni bir iPhone cihazı üretmekten çok daha zordur ve zaman alır.

Enerji sektöründe yaşamsal nitelikte bir ürünün dağıtımı söz konusu olduğundan büyük çaplı bir düzenleme ağıyla sarmalanmıştır ve çoğunlukla bununla ilgili pek çok tartışmalı sorun bulunur. Sonuçta MIT Enerji İnisiyatifi başkanı ve enerji bakanlığı eski müsteşarı profesör Ernest Moniz'in gözlemlediğine göre yüksek düzeyde "siyasi ilgi" öznesidir. "Bunun, yeni teknolojiler geliştirmek, sonra da uygulamaya geçirmek ve ölçeklendirmek için gerekenler açısından muazzam bir önemi vardır."¹⁸

Kuşkusuz bir enerji Google'ı ortaya çıkabilir. Hatta belki şu anda oluşum halindedir, ancak üzerinden beş yıl geçmeden bizim algılamamız mümkün değil. 1998'de Google'ın adını kaç kişi duymuştu? Ama enerji farklı, çok farklı. Google yeni bir sektör—arama motoru—yaratılmasını sağladı, ama tüm ekonominin bağlı olduğu faaliyet halindeki emtia tedarikçilerinin pazar payını elinden almadı.

"BUNDAN KURTULMANIN TEK YOLU"

2009'da Obama yönetimi enerji Ar-Ge harcamalarını daha önce hiç görülmedik düzeye çekmeye karardı. Barack Obama o sırada Lawrence Berkeley ulusal laboratuvarının başında bulunan Steven Chu'yu enerji bakanlığına (EB) getirerek inovasyona verdiği ağırlığı vurgulamış oldu. Chu lazer alanındaki çalışmalarıyla fizik dalında Nobel Ödülü sahibiydi.

Obama yönetiminin acil teşvik paketi enerji ve etkililik alanına on milyarlarca dolar ayırıyor. Bu teşvik, temiz enerjiye yapılacak yatırımları özendirmek amacıyla vergi teşvikleriyle destekleniyor. Uygulama aynı zamanda Ar-Ge harcamalarında geçici de olsa büyük bir artış getiriyor.

Harcamaların büyük bölümü iklim değişikliğine dönük olacak, ancak Chu var olan enerji sisteminin ötesine geçmenin zorluklarına dikkat çekti. Yanıtın salt düşük karbonlu enerji kaynaklarında değil, rekabetçi pazar koşullarının sınamasından geçmeyi başaran kaynaklarda bulunabileceğini belirtti. Bunun için yeni teknolojileri daha hızlı geliştirmek gerekiyordu. Tüm projeye bir "inovasyon zinciri kuramı"

yön veriyordu. Bilgi yaratmadan—temel bilimden laboratuvar masası ve deneme aşamasına kadar—prototip oluşturma ve demoya, oradan ticarileştirmeye, son olarak da pazara kadar uzanan bir çizgi izliyordu bu kuram. Projedeki karakterler kuramsal fizikçilerden girişimciler ve risk sermayedarlarına, ardından büyük şirketlere ve tabii ki son hakem konumundaki tüketicilere kadar uzanıyordu.

Fakat başkanın Bilim ve Teknoloji Danışmanlar Konseyinin vurguladığı gibi, bu öyle düz bir süreç olmayacak, bir şeyler icat edip hemen ileri sürmeye benzemeyecekti. Tersine esas geribildirim “yaparak öğrenme” ve “kullanarak öğrenme” yoluyla sağlanacağı, aşamalar arasında ileri derecede etkileşimin gündeme geleceği bir süreç olacaktı. Burada hükümete düşen rol, EB teşvik programı yetkilisi Matthew Rogers’ın ifadesiyle, “fikirlerin zincirin bir ucundan diğerine ulaşma hızını yükseltmek” olacaktı. “İnsanlar temiz enerjinin yüksek maliyetli bir enerji olduğunu düşünüyorlar. Bundan kurtulmanın tek yolu çıkış sağlayacak bir inovasyon gerçekleştirmektir.” General Doriot’un İkinci Dünya Savaşında dediği gibi, “uygulamalı bilimi” devreye sokmak gerekiyordu.

Yeni inovasyon gündemi araç bataryaları ve güneş enerjisinden biyoyakıtlara, karbon tutma ve depolama ile şebeke ölçeğinde elektrik depolamaya kadar on kadar öncelik çerçevesinde toparlanıyordu. Her alanda hedeflenen ileri derecede performans artışı ve maliyet düşüşü sağlamaktı. Ve her alanda birbirleriyle yarışarak başarı olasılığını yükselteceği düşünülen beş ila on farklı projeye destek verilecekti. Hangisinin üstün geleceğini, hangisinin gelemeyeceğini önceden bilme olanağı yoktu. Ar-Ge ve inovasyonun doğası böyleydi. Chu “Ar-Ge yatırımı zar atmaktır” diyordu, “başansızlıklar bekleriz, ama başarılar da bekleriz.”¹⁹

Üç özgün inisiyatif vardı. İlk olarak üniversitelerde ve ulusal laboratuvarlarda büyük çaplı enerji sorunlarıyla ilgilenmek üzere 50 Enerji Cephesi Araştırma Merkezi kuruldu. İkinci daha büyük inisiyatif, belli başlı soruları ele almayı ve temel araştırmalardan know-how’ın pazara aktarılabilmesi nokta kadar ve inovasyon zincirinin büyük bölümünü kucaklamayı amaçlayan yeni araştırma öbekleriydi.

Kongrenin geliştirdiği ve Obama yönetiminin uygulamaya koyduğu üçüncü inisiyatif ise ARPA-E’ydi: Enerji İleri Araştırma Projeleri Ajansı. Savunma bakanlığı bünyesindeki belli başlı yeni gereksinim ve sorunlar

ve “değişik fikirleri” belirlemek ve çok yıllık dönemlerde fon desteği sağlamakla görevli organizasyon Savunma İleri Araştırma Projeleri Ajansı DARPA’yı model alıyordu. GPS ve internet de aralarında olmak üzere, iletişim alanındaki pek çok önemli ilerlemenin izleri DARPA’ya kadar gider. Tabii ki internet koşullarında bile sorunun saptandığı ilk andan yoğun bir etki yaratmaya başlandığı güne kadar yaklaşık otuz yıl geçmiştir.

Federal enerji Ar-Ge çalışmalarına yapılan bugünkü harcama düzeyi yılda 5 milyar dolardır; bu tutar GSYİH kıyaslamasında Japonya, Güney Kore, Fransa ve Çin’in gerisindedir. Federal harcamalar ve bütçe açığı yine dikkat merkezine oturduğundan, tıpkı 1990’lardaki gibi enerji Ar-Ge harcamaları kesinti hedefi yapılabilir. Ama bunun somut bir bedeli olacaktır. Eğer fon desteği ve odaklanma yıllarca istikrarlı biçimde sürdürülürse, dikkate değer sonuçlar verecektir. Ve bunlar arasında şaşkınlık yaratacak çözümler de yer alabilir.²⁰

DENEYLERİN NİTELİĞİ

Risk sermayesinin uyduğu emirlerden biri de “Bilimsel deney işine girmeyeceksin”dir. Ama yine de risk sermayesi, genişleyen enerji araştırma projesindeki herkesle birlikte, devasa bir soruya yanıt arayan çok büyük çaplı bir deneyin parçası olmuş durumda: Bugün 65 trilyon dolarlık dünya ekonomisi yirmi yıl içinde 130 trilyon dolara çıkmak için gereksindiği enerjiyi bulacağından emin mi? Ve enerjisinin yüzde 80’i karbonlu yakıtlara dayalı olan böyle bir ekonomi diğer çeşitli enerji kaynaklarına geçebilecek mi? Bu soruların yanıtları bellî değil.

Bu deney yalnız gelecek için düşünülen bir şey değil. Şimdiden başladı. Bugün pek çok farklı biçime bürünerek sürüyor; rüzgârı zapt etmek, dev nükleer füzyon fırını güneşin yarattığı enerjiden yararlanmak, toprağın zenginliklerinden enerji hasat etmek, enerji kullandığımız her yerde etkinliği yükseltmek ve bizi her yere götüren taşıtlarımızı yeniden yaratmak.

PARLAK IŖIĞIN SİMYASI

Albert Einstein evreni yepyeni bir Ŗekilde kavramamızı sağlayan bir mantık gücüne sahipti. 1900 yazında önünde çok acil bir problem duruyordu. Eline aldığı diplomasıyla, gerçekten bir iŖe ihtiyaı vardı. Diploma derecesi vasatı geçemediği ve profesörler arasında, içlerinden birinin tabiriyle “mıymıntı” olarak tanındığı için, öğretmenlerinden hiçbiri ona olumlu referans vermeye yanaŖmıyordu. Ne kadar miskin biri olarak kabul edilse de, bu asi ğrenci yalnız olağanüstü bir matematik ve fizik yeteneğine sahip olmakla kalmıyordu, onun yanında bunları önemli sonuçlarla bağlama yeteneği vardı. Ne ki bunlar iŖ bulmasına yetmiyordu.

Einstein iŖ bulmak için koŖtururken özel matematik ve fizik dersi vererek geçimine katkı sağlamayı dŖnd. Bu amaçla bir yerel gazeteye, adaylara “son derece kapsamlı” bir hizmet Ŗeklinde tanımladığı özel dersler için bir bedava deneme dersi önerdiği bir ilan verdi. Finansal durumu pek iyi olmayan ailesi kendisine fazlaca parasal destek sağlayamıyordu, ama halinden endiŖeli oldukları açıktı. Babası Hermann Albert’e duyurmadan bir kimya profesörüne yardım talep eden bir mektup yazdı. “Oğlum” diyordu mektupta, “derin bir mutsuzluk içine gömüldü ve kariyerinin rayından çıktığı dŖncesi her geçen gün daha da güçleniyor ve artık hiçbir bağlantı bulamıyor. Durumu pek iyi olmayan bizlere yk olduğu dŖncesi onu daha da eziyor.”

Derken bir gün Einstein’ın Ŗansı döner. Bern’deki İsviçre patent bürosunda iŖ bulur. 1902 Haziranında tren istasyonunun yanında yeni

Posta ve Telgraf Binasındaki patent bürosunda işe başlar. Patent başvurularını incelemek entelektüel merakla sahip genç fizikçi için pek de iç açıcı bir iş değildir, ama hepsinden önemlisi ona gerek duyduğu güvenliği—ve de zamanı—sağlayacaktır.

Patent bürosu aslında Einstein için tam biçilmiş kaftandı. Özellikle elektriğe ilişkin konularda hem pratik hem de teorik noktalara ilgi duyuyordu. Ne de olsa, babası mühendisti. Hermann, en küçük kardeşi Jakob'la birlikte Münih'te bir elektrik üretim tesisi işletiyordu. Edison'un elektrik enerjisindeki devrimini devam ettiren girişimcilerin ilk kuşağından olan iki kardeş günün ileri teknolojisinin ön saflarında yer alıyordu. Avrupa kent ve kasabalarını aydınlatmak için Siemens gibi şirketlerle sözleşme kapma rekabeti içindeydiler. Ne yazık ki Hermann ve Jakob Einstein Münih kent merkezini aydınlatmayı öngören bir sözleşmeyi kaybettiler ve işlerini iyi kötü ayakta tutmayı hiçbir zaman beceremediler. Ama hiç değilse Hermann artık oğlunun iş geleceğinden endişe etmeyecekti.¹

DÜNYAYI SANSAN ON HAFTA

Patent bürosunda rahatı yerinde ve bol bol zamanı olan Einstein nihayet kafasını kurcalayan bir grup bastırılmış sorun üzerinde çalışmaya başladı. 1905 yazında sadece on haftalık bir süre içinde inanılmaz bir yaratıcılık ve tahlil patlamasıyla, evreni kavrayış biçimini dönüştürecek ve içinde yaşadığımız dünyayı değiştirecek beş sayfalık bir sonuç ortaya çıkardı. Bu sayfalardan birinin başlığı “Bir Cismin Ataleti İçerdiği Enerjiye Bağlı mıdır?” idi. Belki de dünyanın gelmiş geçmiş en ünlü denkleminin yazılı olduğu kâğıttı bu: $E=mc^2$. Gerek atom bombasındaki dehşet verici nükleer reaksiyon potansiyelinden yararlanmak, gerekse nükleer reaksiyonları barışçı enerji üretmek amacıyla kullanmak için gereken teorik zemin böyle yaratıldı.

Öteki sayfalardan birinin başlığı anlaşılmasız görünüyordu: “Işığın Üretimi ve Dönüşümüne İlişkin Bulgusal Bir Bakış Açısı Üzerine”. Einstein bir arkadaşına, bu sayfa hakkında şunları yazmıştı: “Işığın ısıtım ve enerji özelliklerini ele alıyor ve çok devrimci.” Einstein burada madde

ve ışınının ancak bağımsız enerji “quanta”sı değiş tokuşu yoluyla etkilenebileceği hipotezini ortaya atıyordu. Bu hipotezin “fotoelektrik etki” diye isimlendirdiği olay da dahil, bir dizi fenomeni açıklığa kavuşturduğunu gösterdi.²

Bu yazı, pek çoklarının yenilenebilir enerjinin nihai geleceği olarak gördüğü, bugün hızla büyümekte olan fotovoltaik endüstrisinin teorik zeminini yüzyılı aşkın bir süre önce ortaya koyuyordu. Einstein’ın 1905 yazında kaleme aldığı bu yazının önemi, yüzyıl sonra endüstrinin önde gelen teknologlarından biri tarafından özlü bir biçimde özetlendi:

“Einstein her şeyi açıklamış.”³

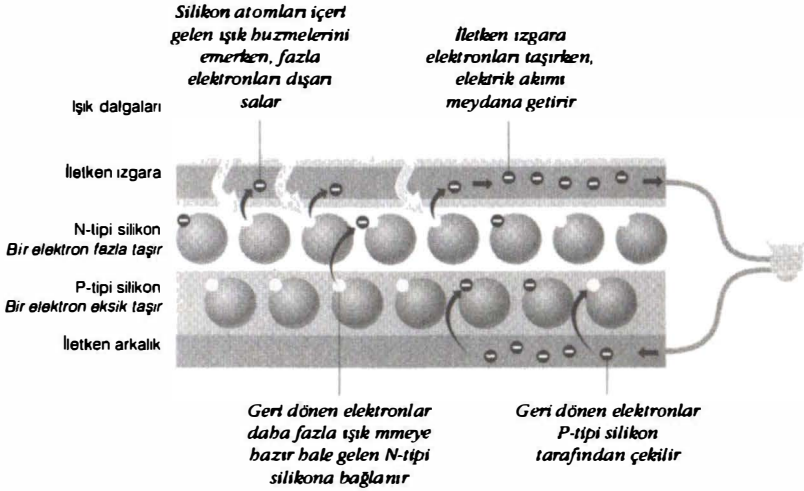
GÜNEŞ HÜCRELERİ

Rüzgâr enerjisinin epey bir yatırım çektiği günümüzde, yenilenebilir endüstrinin bütün parçaları arasında başka araştırmaların en çok odaklandığı nokta, güneş enerjisinden dolaysızca yararlanma yönündeki arayıştır: özellikle fotovoltaik hücreler (PV) ya da güneş hücreleri.

Güneş hücreleri pek çok açıdan yenilenebilir teknolojiler için en saf ideali temsil eder. Güneş ışığı yeryüzünün hemen her köşesinde bolca bulunan bir kaynaktır. Hücre imal edildikten sonra çalıştırılması için başka bir kompleks sanayi tesisine gerek kalmaz. Bir evin çatısına konabilecek basit bir sistem olan hücreler birkaç saat içinde yerine monte edilebilir. Hatta iletim hattı eklemeye bile gerek yoktur. Sadece güneş ışığının doğrudan elektriğe dönüşmesi yeter.

Bu dönüşüm olayı, ortaçağda bazı adi madenleri altına dönüştürdüklerini iddia eden simyacıların “mucizesi” türünden bir marifet gibi görünebilir. Ancak ortaçağ büyücülerinin sihrinden farklı yanı, bu modern simyanın gerçek olmasıdır: Işık yüzeyden geçer ve elektrik olup çıkar. Bir temel fizik olayıdır. Einstein’ın olağanüstü içgörüsü bu yöneydi.

2000’lerin ortalarından bu yana PV pazarı muazzam bir büyüme gösterdiği halde, hâlâ rüzgârın oldukça gerisindedir. Yine de yenilenebilir enerjiler yelpazesinde yer alan hiçbir şey güneş enerjisini doğrudan kullanma potansiyeli—özellikle de PV’ler—kadar yüksek bir beklenti yaratmamıştır. Bunun gayet haklı nedenleri var. Yüz milyonlarca yıl

İŞIKTAN ELEKTRİĞE*Fotovoltaik güneş hücresinin genelleştirilmiş çizimi*

Kaynak: ABD Enerji Bakanlığı

(organik maddenin fosil yakıtı dönüşmesi için gereken süreden) tasarruf sağlıyor. MIT'li fizikçi Ernest Moniz'in sözleriyle, güneş enerjisinin er geç "çadırın ana direği"—nihai elektrik enerjisi kaynağı olacağına dair yaygın bir kanı var. Peki ama ne zaman? Fotovoltaikler tüm elektrik enerjisi sistemimizi kökünden dönüştürecek mi? Bu sistem, üretim santralleri ve kablolardan oluşan bir ağdan, her ev ve ofis binasının kömür, doğal gaz, nükleer enerji ya da hatta rüzgâr kullanmadan kendi elektriğini ürettiği bir küçük santrale dönüşecek mi? Yoksa onun yerine, dağıtılan elektriğin güneş panelleriyle üretildiği yeni tür bir elektrik santrali mi yaygınlaşacak?⁴

Hangi yol seçilirse seçilsin, tek engel ölçektir. Ölçeğe ulaşmak için —panellerin dünyanın çatılarını kaplaması için—maliyeti kontrol altına almak gerekir. Bu da daha fazla inovasyon demek. Maliyetler düşüyor olabilir, ama rakip üretim kaynaklarına göre hâlâ çok pahalı. Seri üretimin yarattığı maliyet düşüşü henüz gerçek ölçek boyutlarına ulaşmadı.

PV'nin rekabet gücüne sahip olduğu yerler kurulu kablo altyapısının bulunmadığı uzay ya da uzak cangıllardaki köyler; ayrıca enerji fiyatlarının çok yüksek, buna karşılık güneş kaynağının güçlü olduğu

yerlerde de rekabet şansı olabilir. Aksi durumlarda hatırı sayılır bir devlet desteği ve sübvansiyona gerek duyacaklardır. Güneş hücrelerini küçük bir nişten esaslı bir iş düzeyine yükseltmek için ciddi bir çaba harcayan Almanya'da sağlanan fiyat desteğinin klasik elektriğin değerinin beş katına kadar çıktığı olmuştur. Ancak sanayinin tüm ağırlığı tek bir hedefe yoğunlaşmış durumdadır: maliyetleri daha da düşürmek.

“KAPSAMLI SORGULAMA”

1905'te daha Einstein'ın yazılarını kaleme almasından çok önce, dönemin bilim insanları ve mühendisler fotoelektrik etkisini, yani bazı durumlarda ışığın elektrik şarjı üretebileceğini fark etmişler, ama nasıl olduğunu açıklayamamışlardı. Selenyum elementi üzerinde çalışmalar yapan birkaç bilimci ve mühendis onu güneş ışığına, hatta mum ışığına tutup elektrik akımı üretti. Siemens mühendislik şirketinin kurucusu Werner Siemens “ışık enerjisinin doğrudan doğruya elektrik enerjisine dönüşmesi”nin “kapsamlı biçimde sorgulanması gereken yepyeni bir fiziksel fenomen” olduğunu öne sürdü. Bunun nedenini açıklamak Einstein'a düştü.⁵

Fizikçiler o güne kadar ışığın boşlukta hareket eden bir dalga, tüm evreni kapladığı varsayılan görünmez bir madde olduğunda ısrar ediyorlardı. Oysa Einstein öyle düşünmüyordu. Fotovoltaik etkiyi anlattığı yazısında ışığı quanta adı verilen, aynı zamanda foton da denen ve saniyede 186.000 mil hızla hareket eden, bölünmez minik parçacıklar olarak tarif ediyordu.

Fotovoltaik reaksiyonları açıklayan bilimi yerli yerine oturtan, bu yazıydı. Güneş ışığı fotovoltaik güneş hücrelerine vurunca, fotonlar emilir. Yarı iletkenlerdeki elektronları yerinden oynatıp yer değiştirir. Bu gevşek elektronlar elektrik akımı halinde dar kanallar üzerinden geçerek silikondan dışarı akar—aynen bir kanalda akan su gibi. Fotonlar enerjinin bir biçimi, elektronlar ise başka bir biçimdir.

Einstein 1922'de nükleer enerjinin temellerini atan yazısından değil, fotonlar ve kuantum mekaniğiyle ilgili yazısından—ödül kurulunun ifadesiyle, “fotoelektrik etkisi yasasının keşfi”nden—ötürü Nobel Ödülü kazandı.⁶

Ne ki, henüz ortada sadece teori vardı. Teorinin pratikte kullanılır hale gelmesi için, Einstein'ın yazısının üzerinden yarım yüzyıl geçmesi gerekti. Bu olay 1953'te New Jersey'de, AT&T'nin Bell Laboratuvarlarında gerçekleşti. Gerald Pearson ile Calvin Fuller adlı iki bilim insanı, birkaç yıl önce yine Bell Laboratuvarlarında icat edilen bir cihaz olan iletişim amaçlı gelişkin bir transistör üzerinde çalışıyor. Şimdi Pearson ile Fuller hayretler içinde, katkılı silikon panellerin—yani kasten bir maddeye, bu örnekte galyuma buladıkları panellerin—Einstein'ın yazısında anlatılan kimyasal reaksiyonu gerçekleştirdiğini keşfetmekteydiler. Işık elektriğe dönüştüyordu.

Bir yıl sonra bol bol denemeler yapan Bell Laboratuvarlarının bilim adamları “kullanılabilir miktarda enerji üretme yetisine sahip ilk güneş hücrelerini” kamuoyuna tanıttılar. Buluşlarını 1954 yılında Ulusal Bilimler Akademisine sunarken dramatize etmek için güneş hücreleriyle küçük bir radyo vericisine enerji iletmeyi denediler. Ama bu daha işin başıydı. Bell Laboratuvarları bu yeni güneş hücrelerinin “yaşam sanatını derinden etkileyeceğini” açıkladı. Bu icadın “yeni bir çağın başlangıcını” ve “insanoğlunun en kutsal hayallerinden birinin—neredeyse sınırsız güneş enerjisini uygarlığın hizmetine koşma hayalinin—gerçekleşmesine işaret ediyor olabileceğini” bildiren *New York Times* “Güneşin Uçsuz Bucaksız Gücü Kum İçerikli Bir Pile Yüklendi” diye manşet attı. Ancak ticari yöndeki ilk adımın ayakları daha çok yere basıyordu: Georgia Americus yakınlarındaki köy telefon hatlarına enerji aktarmak.⁷

Ne ki bu fotovoltaiik hücreler pek verimli değildi ve çok pahalıydı. Kırıldaki telefon hatlarının yanı sıra başka bir kullanım alanı bulunabilecek miydi?

UZAY YARIŞI

1957 Ekiminde insan eliyle yapılan ilk uydu Sputnik'i taşıyan bir Sovyet roketi uzaya fırlatıldı. Rusçada “yol arkadaşı” anlamına gelen Sputnik ABD'yi hazırlıksız yakaladı. Uzay gemisinin yörüngeye oturması Sovyetler Birliği'nin birinci dereceden bir siyasi ve askeri zaferi, ABD içinse stratejik bir felaket olarak kabul edilmekteydi. Sovyetler ABD'yi yalnız

bilim alanında faka bastırmakla kalmamış, aynı zamanda Amerikalıların dokunulmazlık duygusunu da sarsmıştı. ABD'nin uçsuz bucaksız iki okyanus tarafından korunduğu günler geride kalmıştı, zira Sovyet silahları artık yukarıda, uzayda rahatça dolaşabiliyordu.

Sovyet lideri Nikita Kruşçev için Sputnik bir güç gösterisi ve ülkenin zayıf noktasını gizlemek için uygun bir kılıftı. Ancak durum ABD'den hiç de böyle görünmüyordu. Sovyet başarısı “Amerikan basını, siyasetçileri ve kamuoyu arasında” “neredeyse histeriye varan” diye tarif edilebilecek bir tepkiyi ateşlemişti. Senato çoğunluk lideri Lyndon Johnson “uzayı kontrol eden, dünyayı kontrol eder” dedi. “Hidrojen bombasının babası” diye bilinen fizikçi Edward Teller Beyaz Saraydaki bir toplantıda başkan Eisenhower’a, Sputnik’in ABD için Pearl Harbor’dan daha büyük bir yenilgi olduğu uyarısında bulundu. Özel yetkili bir ulusal komisyon yönetimi istisnasız her Amerikan vatandaşını kucaklayacak sayıda nükleer koruma kalkanı üretmeye çağırıyordu. Kongreden apar topar üniversitelerde ulusal savunma amaçlı yabancı dil eğitimini sübvansetmeye yönelik yasalar çıkartıldı.

Aynı zamanda hükümet Amerikan teknolojisini çok ileri boyutlara taşıyacak bir dizi program yürürlüğe koydu. Savunma bakanlığı 1958’de Savunma İleri Araştırma Projeleri Ajansı DARPA’yı kurdu. Aynı yıl Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi NASA kuruldu. Genel olarak araştırma ve bilim faaliyetlerine ayrılan devlet fonları tavan yaptı.

Görünüşe bakılırsa, Sputnik meydan okuması karşısında soğukkanlılığını en iyi koruyan kişi bizzat başkan Eisenhower’dı. Füzenin fırlatılmasından beş gün sonra “Doğrusu, uydunun kendisi beni, bir nebze bile olsun endişelendirmiyor” dedi. Onu kaygılandıran tam da resesyon döneminde bütçe harcamalarının kendi deyişiyle “dizginsiz bir biçimde” başını alıp gitmesiydi. Nükleer enerjiyle çalışan uçaklar ve Ay’a nükleer uzay gemisi gönderme önerilerini şu gerekçeyle geri çevirdi: “Ay’ın öbür yüzünde ne olduğunu ben de öğrenmek isterim, ama bunun için bu yıl para ayırmam mümkün değil.”

Bu sakinliğinin bir nedeni ABD’nin kendi füze ve uydu programının—daha doğrusu farklı askeri hizmetlerde birkaç tane birbiriyle yarışan programın—bulunduğunu bilmesiydi.

Eisenhower kamuoyunu yatıştırmak için onca söz etmesine karşın, yine de bir şeyin son derece önemli olduğunu anlamıştı: halkın önüne

bir uydu koymak ve de bunu bir an önce yapmak. 1957 Aralığındaki ilk denemede roket havalandıktan iki dakika sonra havaya uçtu ve yüz kızartıcı bir ateş topuna dönüşen uydu paramparça oldu. Fiyaskoyla sonuçlanan Amerikan uydusu “Kaputnik” adıyla ölümsüzleştirildi. 1958 Ocağında ikinci bir uydu Explorer I başarıyla uzaya gönderildi. Gerçi bu uydu oldukça sade, hatta ilkeldi. Ciddiye alınacak bir uydu yollama gereksinimi hâlâ yerinde duruyordu.⁸ Bunun için 1958 Uluslararası Jeofizik Yılı'nı kutlamak amacıyla sivil araştırma uydusu yollanmasını öngören Vanguard programını hızlandırmak gerekiyordu.

Vanguard programı kritik ve sert bir iç çatışmayı ateşledi. Vanguard'dan sorumlu olan donanma geleneksel kimyasal aküleri kullanmayı düşünüyordu. Ancak karşılarına İkinci Dünya Savaşı sonrasında ABD ordusu tarafından Amerika'ya getirilmiş olan Hans Ziegler adlı bir Alman bilim adamının alışılmadık hasmane tavrı çıktı. Ziegler Amerikan vatandaşlığına geçmiş, ordu adına iletişim alanında çalışıyordu. Ziegler silikon bazlı fotovoltailerin icadının hemen ardından New Jersey'deki Bell Laboratuvarlarını ziyareti sırasında gördüğü bu yeni teknolojiye anında vuruldu. İnsanın nihai enerji kaynağının güneş olacağına inandı ve “bu icadın yararlarının mümkün olan en kısa sürede insanlığın hizmetine sunulması” için silahlı kuvvetlerde ve Kongrede lobi çalışması yaptı.

Ancak deniz kuvvetlerinin ilk uydusunun enerji kaynağını bu kanıtlanmamış “konvansiyonel olmayan ve tam anlamıyla oturmamış” yeni icat şeklinde tanımladıkları bu kaynağa teslim etmeye hiç niyeti yoktu. Oysa Ziegler kritik bir hükümet panelini, Vanguard'daki kimyasal pillerin birkaç haftadan fazla dayanmayacağına, oysa Vanguard'da gerçekleştirilecek denemeler eğer “birkaç ay daha uzun süre yürütülebilirse, muazzam ölçüde büyük bir değer taşıyacağı”na ikna etti.

Sonunda Ziegler güneş panellerini 1958 Martında uzaya fırlatılan Vanguard'ın üzerine taktırmayı başardı. Uzaydaki yörüngesine oturan Vanguard Amerika'nın bilimsel üstünlüğüne beslenen güveni tazeledi.

Vanguard güneş hücrelerinin saygınlığını kökleştiren önemli bir adım oldu. Bunun ne kadar büyük bir adım olduğu, fırlatmadan on dokuz gün sonra *New York Times*'in manşetinden anlaşılıyordu: “Vanguard Radyosunun Yayını Kesildi/Kimyasal Batarya Bitti/Güneş Ünitesi Çalışmaya Devam Ediyor.” Bir yıl sonra Ziegler ve muharebe ekibinde-

ki arkadaşları uydudaki güneş hücrelerinin hâlâ akım üretmesini kadeh tokuşturarak kutladılar. Gerçekten de hücreler yeryüzünün atmosferinin çok üzerindeki yüksekliklerde birkaç yıl boyunca elektrik üretmeyi sürdürecekti. Burada, dış uzayın boşluğunda Albert Einstein'ın "Işığın Üretimi ve Dönüşümüne İlişkin Bulgusal Bir Bakış Açısı Üzerine" başlıklı yazısının fiili bir gösterimi gerçekleşiyordu.

Bu tarihten sonra güneş hücreleri uydularda standart hale geldi, böylece uydular onların ilk büyük pazarı oldu. Hans Ziegler'in bu teknolojiye olan tutkusu hâlâ çok güçlüydü. Onu "önemli bir elektrik enerjisi kaynağı" olarak görüyor ve "kentler ve kasabalarda bütün binaların çatısının güneş hücreleriyle donatılmasını" hayal ediyordu. Ne yazık ki, bu hücreler henüz pahalıydı, hem de son derece pahalı. Bu yüzden sadece bir mekânda, dış uzayda rekabet gücüne sahipti.⁹

YERYÜZÜNE İNİŞ

Fotovoltaiklerin yeryüzüne doğru yolculuğunda kilit önemdeki bir günü çok net görüyoruz: 1 Ağustos 1973. O gün Solarex isimli yeni bir şirket Washington'un dışında, Maryland Rockville'de faaliyet yaşamına başlar. Şirket komünist Macaristan'dan kaçan iki göçmen, Joseph Lindmayer adlı parlak bir fizikçi ile Peter Varadi adlı çok yetenekli bir kimyacı tarafından kurulmuştur. İkisi de Sovyet egemenliğine karşı 1956 devrimi sırasında Macaristan'dan kaçmayı başarmıştır.

Lindmayer ve Varadi on iki yıl sonra 1968'de, ABD hükümetinin yörengeye oturttuğu ticari uyduların sahibi yarı özel bir şirket olan Comsat'ta çalışırken karşılaşırlar. Lindmayer, Comsat'ın fizik laboratuvarını, Varadi ise kimya laboratuvarını yönetmektedir. PV'lerin verim ve güvenilirliğini iyileştirmek Lindmayer'in en öncelikli hedefidir. Aynı kıtadan gelen iki adam espresso içerek (o günlerde egzotik bir Avrupa içeceği olarak görülüyordu) fotovoltaikler hakkında çene çalıyor ve onların yeryüzünde elektrik üretimine uyarlanma olasılığı üzerine kafa yoruyorlardı. Ama güneş hücrelerinin uzay için imal edilmiş tarzının—çok yüksek performans elde etmek için vakum koşulları altında—yer koşullarında kullanılmalarını son derece pahalı kılacağını fark

ettiler. Lindmayer sorunu kafasında evirip çevirmeye başladı. Bu arada Maryland Bethesda'daki evinin bodrumunda bambaşka yaklaşımlar denemeye başladı. Varadi'yle üzerinde konuştukları bir yolu kafasında canlandırmaya başladı. İlk güneş hücrelerini mutfak fırınına koyarken Coca Cola'ya buladığı anlatılır.

Comsat yönetimine yeryüzünde, karada kullanılacak güneş hücreleri üretmeye başlamayı önerirler. Ne ki Comsat'ı yöneten emekli hava generalleri, dış uzaya yönelik olan misyonlarıyla ilgisi bulunmadığı gerekçesiyle, bu öneriyi kabul etmezler.

Bunun üzerine, iki kafadar bilim adamı birbirine, niye kendi şirketimizi kurmayalım, diye sorar. Aslında ne yapacakları hakkında pek bir fikirleri yoktur. İş konusunda hiçbir şey bilmemektedirler. Kendilerine güvenli birer iş ayarlayabilmiş iki göçmenden başka bir şey değildirler. Varadi sonradan şöyle der: "Gayet iyi maaş alan iki bilim adamı ortada ne bir teknoloji, ne bir ürün, ne pazar, ne de beş para varken, nasıl oldu da böyle aptalca bir fikre kapıldı diye biz de az kafa patlatmadık."

Ama yine de dostlarından ve ailelerinden bulup buluşturup işi açmayı başarırlar. Aynı zamanda bir isme ihtiyaçları vardı. Lindmayer, ismin ne olacağını umursamıyor, yeter ki sonu X'le bitsin, diyordu. Böylece Solarex ortaya çıkar.

Şirketin tarihinde ilk birkaç ay içinde iki belirleyici olay gerçekleşti. Solarex'in faaliyete geçmesinden birkaç hafta sonra eski işyerleri Comsat onlar aleyhinde fikri mülkiyet hırsızlığı nedeniyle dava açtı. Comsat yetkilileri tesisi gezdikten sonra, istemeyerek de olsa Lindmayer'in tamamen farklı bir süreç icat etmiş olduğu kanaatine vardılar. Davayı geri çektiler. Ardından şirketin kuruluşundan on bir hafta sonra bir anda dünya değişiverdi. Arapların petrol ambargosu 1973 petrol krizini ateşledi.

Gelişmeleri Varadi sonradan şöyle anlatır: "Aslında size petrol krizi olacağını tahmin ettiğimizi ve şirketi açmaya kalkmamızın nedeninin de bu olduğunu söyleyebilirdim. Ama yalan olurdu. Bir petrol krizinin patlak vereceği aklımızın kıyısından bile geçmemişti. Ama petrol krizinin üzerimizde çok derin bir etkisi oldu. Ne kadar inanılmaz bir işe girmiş olduğumuzu o zaman anladık."

İki bilimci aralarında iş bölümü yaptılar. Lindmayer teknoloji ve bilim kısmını üstlenecekti. Varadi "o güne kadar kimya dalında Nobel

Ödülü alamadığıma göre, o zaman ben de kimyayı bırakır, kısmetimi başka bir alanda ararım, diye düşündüm” der. Bu alan iş idaresidir. Aslında hiç de kolay bir işe soyunmamıştır. “Bir iş planı yaptık, baştan aşağı yanlış çıktı. Hiç işletme eğitimi almamıştım, ama sağduyulu bir insandım ve rakamları aklımda tutmakta gayet başarılıydım. “Uydu işini yeni bırakmış olduğundan, kişisel bilgisine dayanarak şöyle diyebiliyordu: “Ne de olsa, uzay bilimi değildi ya.” Ve ardından ekliyordu: “İnsanların almak isteyeceği bir şeyler satacaktım.” Öyle de yaptılar. Solarex bir yıl içinde kâra geçti. İlk ticari fotovoltaik şirketi idi.

1970’li yıllarda Solarex karşısında sadece iki büyük rakip buldu. İkisi de petrol endüstrisindeki çeşitlenmeyi temsil ediyordu. Biri “fotovoltaik endüstrisinin General Motors’u olma” niyetini açıklayan ARCO Solar, diğeri de Exxon’un 1975’te yeni girişim şirketinin bir parçası olarak kurduğu Solar Power Corporation’dı. Ancak bugün dünya üzerindeki PV üretiminin çoğuna baz alınan, Lindmayer’in Bethesda’daki bodrum katında geliştirmeye başladığı süreçtir.¹⁰

Gelgelelim Lindmayer’in mevcut enerji hizmetleriyle rekabet hayalleri gerçekleşmedi. Güneş hücreleri çok pahalı kalmaya devam etti. Yine de hiç değilse, insanların elektriğe gereksinim duyduğu, ancak elektrik şebekesi bulunmayan uzak yerleşimlerde bir avuç niş pazar bulunabiliyordu.

İlk pazarlar arasında ABD hükümetinin hava durumu bürosu ile federal hükümete ait uzaklardaki arazilerle ilgilenen Toprak Yönetim Ofisi vardı. Solarex’in müşterileri daha çok iletişim alanındaydı; örneğin uzak dağlık arazilerdeki iletim ekipmanlarına enerji sağlamak gibi. Sahil Güvenlik de küçük yedek akülerle desteklenen şamandıralarına PV hücreler koydu.

Bir pazar da petrol sanayinde vardı. Boru hatlarında ya da kıyı açıklarındaki petrol platformlarında elektrik kullanmak bazen zor ya da pahalı gelebiliyordu. Boru hatlarında kullanılan PV, hatların içinde korozyonu önlemek için gereken elektrik akımını üretebiliyordu. Platformlardaki güneş hücreleri, gemileri platformlara çarpmamaları için uyarıcı arızaya dayanıklı ışıklı ve sesli ikaz işaretleri için gereken elektrik akımını üretti.

İlk pazarlardan üçüncüsü üçüncü dünyanın uzak bölgeleri ile küçük adalarıydı. Afrika’nın köylerinde Dünya Bankasının desteği sayesinde,

ampulden su motoruna kadar her işte kullanılabilen fotovoltaiikler dizel jeneratörlere iyi bir alternatif oluştuyordu.

Ancak kimsenin aklına gelmeyen bir pazar daha vardı. ABD ve Kanada'nın çeşitli bölgelerinde petrol ve gaz boru hatlarındaki PV tertibatları zaman zaman garip biçimde çalınıyordu. Oldukça gelişkin cihazlar oldukları için kuşku uyandırmadan satılmaları çok zordu. Bu yüzden hırsızlar onların değerini de bilemezlerdi. Kanada Kraliyet Atlı Polisi sonunda olayın gizemini açığa çıkardı: yasadışı marihuana yetiştiricilerinin, kapalı mekânda marihuana yetiştirmek için yüksek miktarda elektrik ışığı kullandıklarını bilen polis, fazla elektrik enerjisi çekilen bölgeleri izleyerek yerlerini saptadı. Fotovoltaiik piller sayesinde elektrik şebekesinden çıkarak kullandıkları elektrik miktarını azaltıyorlardı, böylece yakalanmaları zorlaşıyordu. Sonunda boru hatları operatörleri PV cihazlarını boru hattı rotaları üzerinde erişilmesi çok daha zor noktalara monte ederek hırsızlıkların önüne geçmeyi başardılar. Ne ki bu sırada "gizli tarım", yani marihuana yetiştiriciliği Kaliforniya'da PV pazarının ilk büyükleri arasına girdi.¹¹

ARAŞTIRMA PROGRAMI

Ancak bu ilk pazarların hepsi de çok sınırlıydı. Maliyet ve etkinlik en büyük engeller arasındaydı. PV maliyetleri, yalnız rakibin dizel jeneratör olduğu uzak yerleşimlerde değil, aynı zamanda müşterilerin elektrik şebekesinden yararlandığı ve esas rakibin yerel elektrik kurumu olduğu yerlerde de rekabet edebilmesini sağlayacak ölçüde aşağıya çekilebilir miydi?

1970'lerin ortalarında ABD yönetimi fizikçi Paul Maycock'u ABD enerji bakanlığının güneş enerjisi programını idare etmekle görevlendirdi. Maycock fotovoltaiiklere daha Texas Instruments'ta çalıştığı dönemde tutulmuştu. Tarihinde ilk kez güneş enerjisi üzerindeki araştırmalara ciddi bir fon ayıran hükümete çabucak bir program hazırladı. Jimmy Carter'ın Beyaz Sarayın çatısına yerleştirdiği güneş enerjisiyle çalışan su ısıtıcısının parasını Maycock EB bütçesinden ödemişti. Ama asıl odak noktasında güneş hücreleri yer alıyordu. Maycock'a göre:

“PV’nin çok güvenilir, maliyet açısından etkin, şebeke dışı bir elektrik kaynağı olabileceği kuşkuyla yer bırakmayacak şekilde kanıtlanmıştı.” Sorun PV maliyetini aşağı, verimini ise yukarı çekmekti, şebekeyle ancak böyle boy ölçüşebilirdi. Maycock “maliyetleri düşürmeye yönelik yapılandırılmış bir program yürürlüğe koyduk” diyor. Hibelerle teşvik edilen irili ufaklı şirketler alana doluşarak, etkinlik yükseltmek için değişik yollar aramaya başladılar.

Ne var ki 1980’lerin başında Reagan yönetimi işbaşına geçti ve güneş enerjisi bütçesinin üçte ikisini kıırttı. Kısa bir süre sonra hükümetten daralma sürecine giren sektörü analiz etme görevini alan Maycock “her yerdeki bütün sözleşmeleri iptal etmek” zorunda kaldı. Enerji fiyatlarının gerilemesiyle birlikte, diğer uzak amaçların dışında, güneş ışığını doğrudan elektriğe dönüştürme hayali de soluyordu.¹²

Exxon, petrol fiyatlarının düştüğü bir dönemde genel kemer sıkma politikasına ve federal Ar-Ge harcamalarındaki kesintiye bağlı olarak Solar Power Corporation’ı kapatma kararı aldı. ARCO yüksek enerji fiyatlarına karşı güneş enerjisini bir sığınak olarak gördü ve 1980’lerin sonuna kadar dünyanın en büyük fotovoltaik panel üreticisi olmaya devam etti. Ancak bu süre içinde PV işinin esas işi olan petrol, gaz, kömür ve petrokimyasallara göre çok küçük ve önemsiz kaldığı sonucuna vardı. Amerika’da güneş enerjisi işinin geleceği pek parlak görünmüyordu. 1996 yılında ARCO Batı Alman Siemens firmasına satıldı.

Solarex bu dönem boyunca kârlılığını koruduysa da, satışlarla birlikte sermaye gereksinimi de büyüdü. Bunun üzerine 1980’lerde Lindmayer ile Varadi Solarex’i Amoco adlı büyük bir Amerikan petrol şirketine sattı. (Amoco ile BP’nin birleşmesinin ardından BP Solar’ın bir parçası olarak bugüne kadar varlığını sürdürdü.) Yatırımcılar ilk yatırımlarını birkaç kez katladılar—işten hiç anlamayan iki bilimcinin kurduğu bir şirket için hiç de fena bir sonuç değil doğrusu.¹³

Ve böylece ABD’de PV işi başladığı noktada—uzak niş pazarlara odaklı küçük bir sektör—kaldı, ama artık geleceği hakkında eskisinden çok daha az iyimserlik taşıyordu.

GÜNEŞ IŞIĞI PROJESİ

1980'lerin başında ABD güneş enerjisi programının yaşadığı sert kesintiler sonrasında bile fotovoltaikler için ölçekli bir iş olarak gelecek açılımını koruyan bir ülke vardı: Japonya. Japonların katkısı son derece kritikti. Japonlar için 1970'lerin enerji krizi fethedilebilecek değil, sadece yönetilebilecek bir olaydı. ABD'den farklı olarak ulusal kaynaklardan tümüyle yoksun olan Japonya enerji bağımsızlığının hayalini bile kuramayacak durumdaydı. Yine de oynak bir dünya petrol pazarına bağımlılık Japon halkını bir uluslararası ticaret ve sanayi bakan yardımcısının ifadesiyle, “fazla evhamlı” yapmıştı.

Hükümet sanki bu yaklaşımı haklı çıkarmak istercesine, İran Devrimi sırasında baş gösteren ikinci petrol şoku üzerine sabaha kadar süren gece hayatıyla ünlü Ginza bölgesindeki ışıkların söndürülmesini emretti.

Taichi Sakaiya—daha önce anlattığımız gibi siyasi macera romanı *Yudan!*’ın yazarı—Yeni Enerji ve Sanayi Teknolojisi Geliştirme Örgütü NEDO’nun başında elektrik üretiminde petrole birlikte kullanmak için petrole alternatif yeni kaynaklar bulma ve geliştirmeye yöneldi. Güneş fotovoltaiklerinin gelişimine itki verecek ve sübvansedecek ulusal girişim buydu.¹⁴ Devlet kaynaklarının Sunshine (Güneş Işığı) Projesi çerçevesinde araştırmalara akmasıyla birlikte, Japonya küresel PV geliştirme çalışmalarının merkezi haline geldi. Sanayi tam Japonlara özgü bir şekilde ilerledi: Belli başlı şirketler bir yandan kendi aralarında şiddetli bir rekabet sürdürürken, bir yandan da ulusal stratejik hedef etrafında birleştiler.

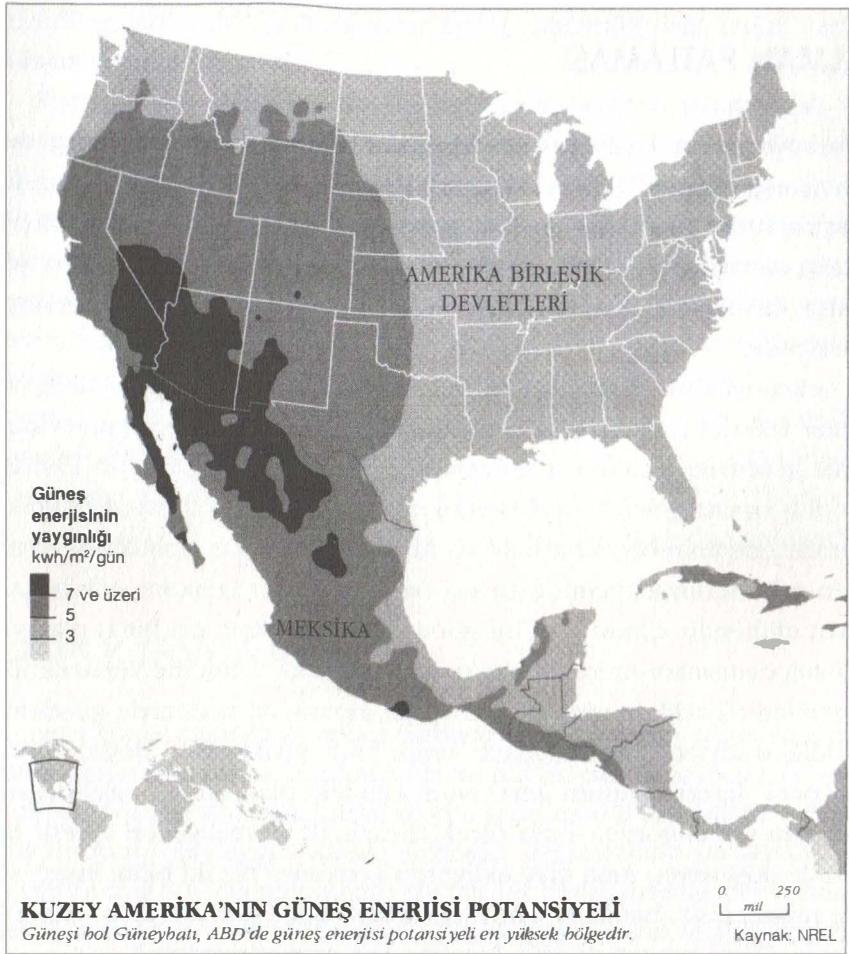
Japonların ürettiği hücreler kısa bir süre sonra her yerde boy göstermeye başladı: Evlerde kullanılan enerji kaynağı olarak değil, yüksek hacimli elektrik akımı gerektirmeyen cihazlara takılı “piller” halinde. Örneğin elektrikli kol saatleri; ancak en bilinen cihaz bir Sharp icadıydı: kısa sürede ucuzlayan ve girmedik yer bırakmayan güneş enerjili, hesap makinesi.¹⁵

1990'larda Sharp, Kyocera ve Sanyo gibi şirketler tüketicilerin devlet sübvansiyonları ve Yeni Güneş Işığı Projesi sayesinde satın alabildiği fotovoltaik çatı sistemleri üretiyorlardı. Bu sübvansiyonlar—dünyanın



en yüksek elektrik fiyatları, düşen maliyetler ve ölçek verimliliğiyle birleşince—Japon güneş enerjisi imalatçısını küresel fotovoltaik üreticileri arasında ön sıraya yerleştirdi. Japon güneş enerjisi ürünleri imalatçıları birbiri ardına küresel fotovoltaik üreticileri arasında birincilik iddiasında bulundular. 2001 sonunda Japonya'da 77.503 “güneş enerjili çatı” ortaya çıktı.

Japonlar PV'yi özel amaçlı cihazların ötesine taşıyarak en azından kitle pazarının başlangıç noktasındaki gerçek bir işe dönüştürdü. 1990'ların sonunda bir Amerikan PV şirketinin bir yöneticisi Japonya'yı ziyaret etti. Sharp'ın ileri derecede otomatikleştirilmiş fotovoltaik imathanesini gezdi. “Ne kadar gelişkin olduğunu görünce şoke oldum”



dedi. “Bana sanki imalatla Japonların bir kuşak gerisinde kalmışız gibi geldi.” Japonya kentlerde belli bir miktarda güneş enerjisinin sübvansiyonlar olmadan da neredeyse geleneksel yöntemle üretilip şebekeye verilen elektrikle rekabet edebileceği noktaya ulaşmıştı.¹⁶

Yine de genel görünüme bakmak gerekiyor. Güneş enerjisi Japonya’da kullanılan elektriğin sadece yüzde 1’ini sağlıyor. Eğer Japonya’nın 2020’ye kadar yeni yapılacak evlerin yüzde 70’inin çatısını güneş hücreleriyle donatma hedefi gerçekleşirse, güneş hücreleri sıradan bir elektrik kaynağı olmaktan çıkacaktır. Bir Japon yetkilisinin dediği gibi, “Güneş enerjisi ciddi boyutlara ulaşacak, ama esas dayanak olmayacak.”

ALMAN PATLAMASI

Kuşkuya yer bırakmayacak şekilde açık olan bir şey var: Japonya güneş enerjisi gömleğini 1980'lerin başında giydi ve onu yirmi birinci yüzyılın başına kadar taşıdı. Bir emektar güneş enerjisi şirket yöneticisi “2004’e kadar sanayiye onlar hâkim oldu” diyor. “Ama fark etmedikleri bir şey vardı, hemen arkalarından çok daha büyük bir programla, Almanya geliyordu.”

Almanya’daki değişikliği başlatan, daha önce sözünü ettiğimiz, aslında 1980’lerin sonlarında yenilenebilir enerjiye yatırım yapmayı kârlı hale getirmek amacıyla uygulamaya konan tarife garantisiydi. 1999’da o yıl iş başına gelen Sosyal Demokrat ve Yeşil Parti koalisyonu yenilenebilir enerjinin önünü açmak ve Almanya’nın enerji politikasını yeniden şekillendirmek için çalışmaya başladı. Reiner Lemoine adlı bir Alman mühendis elinde yeni bir güneş hücresi şirketi için bir iş planıyla strateji danışmanı Anton Milner’ın kapısını çaldı. Lemoine yenilenebilir enerjilerin kirlilik kaygısı ve teknolojik inovasyon nedeniyle gündeme geldiğini söyledi. O güne kadar kimse fotovoltaiklerden “doğru dürüst bir para” kazanamamıştı ama, onun elindeki plan bunun nasıl başarılabacağını gösteriyordu—hızla ölçek kazanarak ve maliyetleri agresif biçimde düşürerek. Ama diye ekliyordu Lemoine “biz iki bilim insanı ve bir mühendisiz, bankalar bizim yüzümüze bile bakmaz” diye dertleniyordu. “Hiç paramız da yok, kimseye beş para veremeyiz.”

Milner o gece iş planını okuyunca, ikna edici bulduğuna kendisi de şaşırdı. Aslında son derece ikna ediciydi. Milner şirkete danışman olmak yerine doğrudan katılmayı tercih etti ve kendisini çok küçük bir şirketin CEO koltuğunda buldu. İnternet patlamasının uçlarında bir yerlerde bir miktar para kazanabildiler ve fabrikalarını eski Doğu Almanya’nın geri kalmış bir bölgesinde kurmayı kabul edince bir miktar devlet yardımı da buldular. 2001’de üretime geçen şirket toplam 19 çalışanıyla ayakları üzerinde duruyor ve iş yapıyordu. Şirketlerine yüksek performans ve yüksek “kalite” anlamında Q-Cells adını verdiler. Bu alanda dünyadaki tek gerçek pazar Japonya’daki niş pazardı. Ancak tam o günlerde Almanya’nın iyice güçlendirilen yeni tarife garantisi

yürürlüğe giriyordu. Ve bu konvansiyonel elektriğin beş katına varan sübvansiyonlar demekti.

Sonraki birkaç yıl Q-Cells süreçlerini yeni baştan tasarlayarak ve üretimini otomatikleştirerek maliyetini yüzde 50'ye kadar düşürdü. 2003 ile 2004 yıllarında—bütün diğer hücre imalatçıları gibi—o da iyi iş yaptı. 2007'de dünyanın bir numaralı fotovoltaik hücre üreticisi oldu. Milner birkaç yıl önce “PV’ler sübvansiyonla edilen bir niş ürün olarak gayet iyi gidebilir ve tomarla para kazanılabilirdi” demişti. “Ama bizim işimiz bunu değiştirmek, PV’leri ana akım elektriğe karşı sübvansiyonla edilmeden rekabet edebilir düzeye getirmektir. Daha oralara gelemedik.”¹⁷

Ancak, Almanya dışındaki, daha düşük maliyetli diğer PV imalatçılarıyla rekabet etmenin daha zor olduğu ortaya çıktı. Sonuçta Q-Cells’in pazar payı azaldı. Hisse senedi piyasası değeri de: 2007’de 15 milyar dolardan 2011’de 500 milyon dolara. Yeni rakipler doğudan geliyordu.

ÇİN’İN PİYASAYA GİRİŞİ

Küresel güneş enerjisinin çekim merkezi Çin’e kaymıştı; güneş modülü imalat kapasitesi açısından dünyanın en büyük payı ve güneş modüllerinin en popüler tipi olan kristal silikon solar modül üretiminin yarıdan fazlası onun elindeydi. Ülkede sektörün gelişmesinde en büyük rol oynayan kişi Shi Zhengrong’dü. Shi’nin bir güneş enerjisi devi olması kendi ifadesiyle “rastlantı eseri”ydi: “Bizim kuşağımızın seçme özgürlüğü yoktu. Bize verileni kabul etmek düşerdi.”¹⁸

Shi Kültür Devrimi sırasında kapatılan üniversitelerin yeniden açılmaya başladığı 1979 yılında üniversiteye gitme şansı buldu. Deng Şiao Ping, Mao sonrası reformlarını başlatmaya hazırlanıyordu. Birkaç yıl sonra Shi ABD’de öğrenim için burs kazandığını öğrenince sevinçten havalara uçtu. Ama hemen ardından bürokratik bir hata yüzünden Amerika yerine Avustralya’ya gideceği bildirildi. Shi “Amerikan rüyasının peşinden gitmek istiyordum” diye anlatıyor. “Amerikan aksanıyla İngilizce öğrenmeye çalışıyordum. Canım sıkıldı.” Çok geçmeden kendini Sydney’de New South Wales Üniversitesinde buldu.

Dersler başladıktan sonra ekstra çalışma talebiyle Profesör Martin Green’e başvurdu. Güneş hücreleri araştırmalarında efsane bir isim

olan Green, Shi'ye kendisiyle çalışmak için akademisyenlik önerdi. Shi doktorasını tamamladıktan sonra Green'in laboratuvarından türeyen bir şirkette araştırma müdürü olarak görev yaptı. Burada etkileyici bir patent portföyü oluşturdu. Genç Çinli araştırmacı Avustralya vatandaşlığına geçerek gayrimenkul toplamaya başladı. Kısa bir süre sonra kendi adına üç eve sahip olan Shi ömrünün geri kalanını Avustralya'da geçirmeye karar verdi.

Derken bir gün Sydney'de bir öğle yemeği sırasında, Çin'den kendisini ziyarete gelen bir arkadaşından anavatanında işlerin değişmekte olduğunu öğrenir. Çin iş dünyası girişimciliğe açılmaktadır. Shi 2000 yılında gelişmeyi kendi gözleriyle görmek için Çin'e gider. Tanık olduğu değişim hızından başı dönen Shi oturup birkaç gün içinde Çin'de kurulacak bir güneş hücresi şirketi için 200 sayfalık bir iş planı hazırlar. Ancak bunun için gereken parayı bulması 10 ayını alır. Sonunda bir yerel hükümetten 6 milyon dolar almayı başarır. Bu parayla Suntech adlı bir şirket kurar. Şirket 2001'de Q-Cells'le aynı tarihte faaliyete geçer.

Shi "Bir daha Çin'e döneceğimi hiç düşünmüyordum" diyor. "İş adamı olabileceğimi hiç aklımdan geçirmiyordum. Kariyerimin izleyeceği yol çok net gibi görünüyordu. Profesör olacaktım."

Ama işadamı oldu. Sürekli "düşük maliyetli genişleme" ve imalat maliyetlerini aşağıya çekmeye odaklandı. Kullanılmış ekipman satın aldı, en ucuz malzemeleri aradı. Ve anlamlı gördüğü anda bir adım geri attı. Bazı işlemlerin pahalı makineler yerine Çinli işçilerin ucuz el emeğiyle yapılırsa daha ucuza mal olabileceğini fark edince, işin kimi parçalarını "otomasyondan çıkardı". "Yenilenebilir enerjinin önündeki tek engel maliyet" dedi. "Yenilenebilir enerjide en önemli nokta maliyetleri aşağıya çekmek. En acil olan bu. İşin yüzde 30'u teknoloji, ama yüzde 70'i de imalatın etkinliği".

Shi, Suntech'i kurduktan sadece dört yıl sonra şirketini New York Hisse Senedi Borsasında halka açtı. 2010'a gelindiğinde cirosu 3 milyar doları geçmişti.

Shi'nin başarısı yenilenebilir enerji işinin küreselleşmesine de bağlanabilir. Çünkü şirket gelişimini Çin pazarına değil, düşük maliyetleri sayesinde Suntech ve diğer Çin firmalarının kapmayı başardıkları iş olanakları yaratan Avrupa'daki tarife garantisi ile Japonya'daki süb-

vansiyonlara borçludur. Shi özellikle Alman fiyat garantisine şükran duyduğunu söylüyor. “Çok şanslıydım” diyor. “Almanya 2004’te dünya pazarını yarattı.” Bugün Suntech ve Yingli Green Energy adlı diğer bir Çinli güneş enerjisi firması toplam gelirinin yüzde 95’ini Çin dışındaki pazarlardan elde etmektedir.

Shi “Çin’de muazzam bir ivme var” diyor. “Hep Amerikan rüyasının peşine düşerdik. Şimdi herkes Çin rüyasının peşinden gidiyor. Bugün Suntech’in Çin’de bir sürü rakibi var. Tam bir rekabet dünyasında yaşıyoruz. Dikkat etmezsem, her an geriye düşebilirim. İnovasyona hiç ara vermemek zorundayız.”¹⁹

Çin’in avantajları düşük maliyetli imalatın da ötesindedir. Çin’deki teşvikler ABD, Avrupa ve Japonya’daki gibi yalnız iç pazarın talebini karşılamayı değil, imalat ve ihracatı da kapsıyor. Dolayısıyla Çinlilerin dışındaki imalatçılar rekabet güçlerini koruyabilmek için, imalatlarının giderek artan bir bölümünü Çin’e kaydırıyorlar. Bu sırada Pekin’in ve yerel hükümetin güneş enerjisi ürünleri imalatına verdiği desteğin boyutları Çin ile Batı arasındaki yeni bir ticari sorun olarak gündemde yer etmiştir.

İNCE FİLM

Güneş hücresi sanayinin çarpıcı biçimde doğuya, Çin’e kaymasına rağmen dünyanın en büyük—ve düşük maliyetli—güneş paneli üreticisi Arizona’daki bir Amerikan şirkettir: First Solar. 1990’ların sonunda Walmart’ın kurucusu Sam Walton’un oğlu ve Walton servetinin mirasçısı John T. Walton bu girişimin en büyük destekçilerindendi.

First Solar yıllar boyunca sürekli geliştirdiği ince film teknolojisi-ne dayalı yenilikçi bir imalat süreci sayesinde bu kadar ucuza güneş hücresi üretebiliyor. Endüstri ölçeğinde en tutulan imalat teknolojisi Solarex’le birlikte gelen kristal silikondur. İnce film üretimi silikon dışı malzemeler kullanılan bir seri imalat işlemidir. Genelde ince film hücrelerinin etkinliği kristal silikon hücrelerden daha düşüktür, ancak çok daha ucuza mal edilebilmektedir.

Gerçekten de First Solar maliyeti o kadar aşağıya çekmeyi başardı ki, bu tekniği konvansiyonel elektrik üretiminin bazı türleriyle rekabet

etme noktasına getirdi. PV talebinin giderek artan küresel niteliğini yansıtan First Solar üç kıtadaki fabrikalarında üretim tesislerine sahiptir: ilk işletmesi Ohio Toledo'da, biri Almanya'da, üçüncüsü ise Malezya'da.

First Solar çekirdek işini PV'lerden, güneş projeleri geliştirme yönünde genişletiyor. 2009'da First Solar, Çin'in İç Moğolistan eyaletinde altmış beş kilometrekarelik (Manhattan'dan az büyükçe) bir bölgede 2 gigavatlık yoğun bir güneş çiftliğiyle dünyanın en büyük güneş tesisini inşa etmek için bir sözleşmeye imza attı. Anlaşma açıklandığı sırada First Solar'ın CEO'su görevinde bulunan Michael Ahearn ondan “nükleer enerji boyutlarında bir iş” olarak söz ediyordu. First Solar'ın 2019'a kadar tamamlanması planlanan projeye güneş hücresi sağlamak için Çin'de bir fabrika kurması bekleniyor.²⁰

GÜNEŞ ENERJİSİ MENÜSÜ

Albert Einstein'ın Zürih'teki patent bürosunda fotovoltaiik prensibini ortaya attığı günlerin üzerinden bir yüzyıldan fazla zaman geçti. Fakat fotovoltaiiklerin uzak yerleşimlerin ötesinde gerçek anlamda kendini göstermeye başlaması yirmi birinci yüzyılda mümkün oldu.

Maliyetlerin düşmesi, kapasitenin artması ve devlet sübvansiyonlarının desteğiyle birlikte yıllık PV pazarı 2003'te 0,6 gigavattan, 2010'da 20 gigavata çıktı. 2010'a gelindiğinde çoğu son birkaç yılda olmak üzere, 40 gigavatlık güneş hücresi monte edilmişti. 2010'da dünya çapında güneş fotovoltaiikleri işine yapılan yatırımın tutarı 75 milyar doları buldu. Bundan sonraki gelişmenin boyutları devlet desteğinin derecesine ve PV maliyetlerinin aşağıya çekilme oranına bağlı olacaktır.²¹ Gerçi yine de sanayinin gelişimi yenilenebilir enerji sektörünün diğer ayaklarına göre bile daha oynak bir seyir izlemiştir. Panel üreticileri ile yatırımcıların ruh halleri—büyük ölçüde getirilen teşviklerin (ya da değişiklikler ve kademeli olarak kaldırma uygulamalarının) etkisiyle—hızla ileri geri sallanıp durmuştur.

Güneş hücresi endüstrisi büyüdükçe, risk sermayecilerinin yatırım arzusu ve fon desteği de köklü bir artış göstermiştir. Bugün şirketler—gerek köklü kuruluşlar, gerekse yeni risk sermayedarlarının fon sağladığı

yeni girişimler—arasında, bir sürü farklı teknoloji kullanarak, maliyetleri aşağıya çekmek ve etkinliği yükseltmek için şiddetli bir yarış var.²²

PV alanındaki teknolojiler menüsü hayli zengindir. Bu teknolojilerin her birinin maliyet-etkinlik karşıtlığı şeklinde özetlenebilecek bir karşıtlığı vardır. Bazı PV tiplerinin üretimi diğerlerine göre daha ucuza mal olur, ancak güneş ışığını enerjiye dönüştürme bakımından verimleri daha düşüktür. Diğerleri ise daha pahalıya mal olmakla birlikte, enerji yaratma yönünden daha verimlidirler.

Menüde, yarı iletkenleri kristal formundaki silikondan, yani kristalin silikondan yapılan güneş hücreleri yer alır. Bu tür PV'lerin üretildiği imalat işleminin başlıca iki tipi olan tekli kristalin ve çoklu kristalin ilk olarak Solarex'in geliştirdiği sürecin benzeridir.

Bundan başka yarı iletkenlerin ince film imalat işlemiyle üretildiği güneş pilleri var; bu işlem sırasında çok ince bir fotovoltaiik malzeme uygulanır. Bunlarda en azından maliyeti çok aşağıya çekme potansiyeli vardır. Bir yaklaşımda, kristalin silikon sürecindeki gibi işlemler gerektirmeyen şekilsiz silikon kullanılır. Ancak etkinlik diğer yaklaşımlara oranla daha düşüktür. Diğer bir ince film teknolojisinde ise hiç silikon kullanılmaz, onun yerine fotovoltaiik etkisini yaratmak için kadmiyum tellürid kullanılır. First Solar'ın PV imalinde kullandığı teknoloji budur. Bol miktarda yatırım çeken üçüncü bir ince film teknolojisi de CIGS'dir: bakır, indiyum ve galyum di selenid. Yapı malzemeleriyle kolayca bütünlleştirilebilen esnek malzemeler şeklinde üretilebilirler.

Bilim insanları güneş hücresi imalinde yeni inovatif süreçler üzerinde çalışmaya devam ediyorlar. Bazıları mürekkep ya da boya gibi uygulanabilecek daha verimli malzemeler geliştirmek için nanoteknoloji uygulamaları deniyor. Çatı kaplama malzemelerinin, hatta duvarların içine fotovoltaiik yerleştirmeye olanak veren sistemler geliştirme yönündeki bir araştırma üzerinde özellikle duruluyor: "Entegre PV Yapımı."

Gerçekten de hepsi aynı amaç peşinde koşan şirket ve teknolojiler arasında dolu dizgin bir yarış sürüyor. BP Solar'ın baş bilim sorumlusu David Carlson "Hedef daha düşük maliyetle daha yüksek verim" diyor bu yarışla ilgili olarak. "Bütün oyun bunun çevresinde dönüyor." Carlson, 1974 yılında RCA Laboratuvarlarında şekilsiz silikonla ince film yöntemini bulan kişi kendisi olduğu için, bu sorulara eşsiz bir pers-

pektif getirebiliyor. “Gelişmenin büyük bir hızla yol alacağını düşündüğümüz günlerde ben de oradaydım. Ama zemini yaratmak zaman alıyor. Moore Yasasından ötürü hızın on sekiz ayda bir ikiye katlandığı bilgisayar ve entegre devreler sektöründe değiliz.” “Fotovoltaikler daha da kaotik. Güneş ışığından yararlanmanın daha verimli yolları var; pek çok farklı yaklaşıma tanık oluyoruz, ama açıkça galip gelen birini göremiyoruz. İnsanlar tümüyle yeni yaklaşımların ne kadar uzun süre isteyebileceğini hafife alıyorlar. Önce bilimsel temeli inşa etmek gerekiyor, ardından mühendislik tabanını, sonra da tüm altyapıyı.²³

Rekabet dürtüleri ve yoğunluğu içinde, çeşitli yaklaşımlar üzerinde çalışan bilim adamları ve mühendisler kendi süreçlerinin erdemlerine inanıp, rakiplerinkine burun kıvrarak, rekabetçi bir tutum izliyorlar. Bir risk yatırımcısı, rakip PV teknolojilerini destekleyen portföyündeki iki şirketin CEO’sunu aralarında bir yumuşama sağlamak amacıyla nasıl bir araya getirdiğini anlatır. Toplantı son derece samimi bir havada geçer, ama sonradan ikisi de ortak sermayedarlarına, diğerinin tuttuğu yolun kısır bir yol olduğunu ve kendisini kesin bir başarısızlığın beklediği yönündeki derin kanaatini belirtmeden edemez.

GÜNEŞİ YOĞUNLAŞTIRMAK

Güneş enerjisinden yararlanmanın tek yolu fotovoltaikler değildir. Güneş enerjisinin diğer formlarına da emek ve para yatırılmaktadır—özellikle de yoğunlaştırılmış güneş enerjisi çalışmalarına. Bu süreç konvansiyonel elektrik üretimine yakındır. Bunları, girdisi kömür, doğal gaz ya da uranyum değil, güneş ışığı olan üretim tesisleri olarak düşünün. Yoğunlaştırılmış güneş sisteminde güneş ışığı çeşitli tipte dev aynalarla tutulduktan sonra, odaklanır. Bu şekilde iyice şiddetlenen ısı boruların içindeki sıvıyı çok yüksek bir sıcaklığa getirir; böylece buharlaşan su bir türbini harekete geçirerek elektrik üretir. Parabolik aynalı bir İsrail tasarımı olan ilk yoğunlaştırılmış güneş enerjisi tesisi 1984’te Mojave Çölünde kuruldu. Ancak tam o sırada doğal gaz başta olmak üzere enerji fiyatlarının düşüşe geçmesi üzerine teknoloji de, ona olan ilgi de söndü.

Ama yoğunlaştırılmış güneş enerjisi sonradan, enerjinin içi sıvı dolu borular üzerinde iri oluklu ayna sıralarıyla yoğunlaştırıldığı oluklu sis-

temler; sıvıyı çok yüksek ısılara çıkarmak için güneş ışığının odaklandığı enerji kuleleri ve çanağın merkezindeki küçük bir stirling motorunu çalıştırmak için güneş ışığının bir çanakta yansıtıldığı stirling motoru sistemleri gibi bir dizi farklı tasarımla yeniden hayata döndü. Ayrıca melez yoğunlaştırılmış güneş ışığı yaklaşımları da kullanılıyor. Yani güneş ışığını çok daha yoğun bir şekilde tutup büyük fotovoltaiik pil dizileri üzerinde odaklamak için yoğunlaştırma tekniğinden yararlanılıyor. Bir sıvıyı ısıtan bu yoğunlaştırılmış tesislerin güneş hücrelerine göre şöyle bir üstünlüğü var: depolama. Yani ısıyı eriyik tuz içinde depolayarak, azami yüke ulaşmak için çalışmaya devam edebilir ve elektrik üretebilir.

Bu arada Kuzey Afrika için çok daha büyük bir ölçüde yoğunlaştırılmış güneş projesi planlandı. Desertec adındaki proje elektrik üretmiyor. Amaçlanan Sahra Çölünde dev güneş çiftlikleri kurmak ve üretilen enerjiyi Akdeniz üzerinden Avrupa pazarına ulaştırmak. Hedefler çok büyük boyutlu. Fiyatı da öyle. Böylesine devasa bir projeyi finanse etmek büyük iş, üstelik yoğunlaştırılmış güneş hâlâ geleneksel enerji üretim biçimleri üretimine göre daha pahalıya mal oluyor. Politik belirsizlik de büyük bir engel.

Genelde yoğunlaştırılmış güneş tesisleri önünde birtakım temel sıkıntılar var: arazi, erişim, iletim ve maliyet. Sadece güneşli sıcak bölgelerde kullanılabiliyor. Tipik tasarımda ciddi miktarda su kullanmak gerekiyor; bu da, yoğunlaştırılmış güneş projeleri için en uygun bölgelerin sıcak ve kurak yerler olduğu düşünüldüğünde, durumu zorlaştırıyor.

Yine de son yıllarda Kaliforniya çölünde ya yoğunlaştırılmış güneş enerjisi tesisleri ya da enerji tesisi ölçekli güneş paneli dizileri kurulacak yerler için arazilere yönelik bir akın var. Bu geniş boyutlu güneş tesisleri şaşırtıcı sayılabilecek bir engele tosladı: seyrek yerleşimli çöl bölgelerini geliştirme girişimlerinden korumaya kararlı çevre gruplarının muhalefeti.²⁴

ŞEBEKE PARİTESİ Mİ?

Hangi teknoloji söz konusu olursa olsun, pek çok kişiye göre şebeke paritesi açılımı artık ufukta görünmüştü. Bu kavramın çıkış tarihi 2000-2001'dir. Buna göre, güneş enerjisi er geç yerel enerji kuruluşunun

elektriğiyle kafa kafaya yarışabilecek ve gittikçe ucuzlayacak ya da en azından aynı düzeyde seyredecekti. Sahiden de gerçekte bire bir kıyaslama söz konusu olmayacağından şebeke paritesini hesaplamak kolay değildir. Bir kerelik bir yatırımla—elektronlar bedavaydı nasıl olsa—yerel hizmet kuruluşunun ayda bir kestiği fatura nasıl karşılaştırılabilirdi?

Güneş hücrelerinin üretim ve kurulum maliyeti ile şimdiki ve sonraki enerji fiyatlarını hesaplamak gerektiğinden, şebeke paritesinin hesabı karmaşıktı. Ve tabii güneş ışığı sorunu da kritik önem taşıyordu: değişik mevsimlerde belli bir bölgeye ne kadar güneş ışığı düştüğü, dolayısıyla bir yıl içinde güneş panelinin kaç saat çalışabileceği. İtalya'ya yılda saat olarak Almanya'nın iki katı güneş ışığı vuruyor; tek başına bu etmen bile şebeke paritesini etkiler.

Başka bir komplikasyon daha var: PV'ler bir enerji santralinden sevk edilen elektrik gibi sevk edilebilir bir enerji değildir. Rüzgâr gibi PV'ler de fasıllı işler. Bulutlu günlerde ya da geceleri pek fazla elektrik üretemez. Rüzgâr karşısındaki üstünlüğü, elektrik talebinin tavan yaptığı sıcak güneşli günlerde verimli olması ve bu sayede ancak enerji dağıtım kuruluşlarının yoğun talep durumunda başvurdukları pik kapasite yaratma gereksiniminin karşılanmasına yaramasıdır.

Bu fasıllı çalışma özelliği yatırım gereksinimini de etkiler. Bir gigavat kurulu PV kapasitesi, bir gigavat kömür veya nükleer enerji kapasitesiyle aynı değildir, çünkü kurulu PV'ler geceleri ya da güneş çıkmadığı zamanlarda çalışmaz. Bu yüzden PV'den söz ederken, rüzgârda olduğu gibi, kurulu kapasite ile fiilen üretilen elektrik arasında ayırım yapmak gerekir. Ancak kule tipi yoğunlaştırılmış güneş enerjisi sevk edilebilirlik taahhüdünü yerine getirebilmektedir.

Kimileri şebeke paritesi kavramının yalnız tüketicinin dolaysız maliyetlerine baktığını—fasıllı çalışma özelliğinden ileri gelen destek enerji ek yatırımı ve ek iletim ek yatırımı ihtiyacını, ayrıca sübvansiyonlar ve teşvikler gibi—sisteme getirdiği toplam maliyeti dikkate almadığını ileri sürüyor. Sonuçta enerji sistemine yeni bir maliyet ve karmaşıklık katmanı daha eklenmiş oluyor. Bir çalışmada belirtildiği gibi, yakıt—güneş (ya da rüzgâr)—bedava, ama tüm maliyet bir şekilde “pazar ve son tahlilde de faturayı ödeyenler tarafından karşılanmak zorunda”.

Şebeke paritesinin başka bir kavramla daha bağlantısı var: net ölçüm. Bu, bir enerji müşterisine, güneş enerjisiyle üretim sayesinde şebekeye

verdiği elektrik miktarını, şebekeden aldığı elektrik miktarından düşme olanağı sunuyor. Elektrik fiyatlarının yüksek olduğu bazı pazarlarda şebeke paritesi, en azından tüketici açısından, yaklaşmış olabilir, ancak henüz bu noktaya erişemedik. Başkan Carter'ın yürürlüğe koyduğu devlet güneş enerjisi programını yöneten Paul Maycock'un gözlemine göre "tüm şebeke bağlantılı pazarlar sübvansiyon edilmektedir. Eğer sübvansiyon varsa, pazar henüz gerçek bir pazar olmamış demektir."²⁵

BÜTÜN ÇATILAR MI?

Hans Ziegler 1958'de Vanguard uydusuna güneş hücreleri konmasını savunan tutkulu fotovoltaiik taraftarıydı. Yarım yüz yıl önce "kentlerde ve kasabalardaki bütün binalarımızın çatıları"nın fotovoltaiiklerle donatılması öngörüsünü dile getirdiğinde, yalnız çok erken değildi, üstelik açıkça söylemek gerekirse, bir hayli gerçeklikten uzaktı. Yarım yüzyıl sonra bu öngörü ya da sadece bir bölümü—ABD'de, Avrupa'da ve Asya'da—üzerine ciddi iddialara girilen bir beklenti haline geldi. Bu sistemin kaydedeceği büyümeye ve ileride ulaşacağı kurulu kapasiteye ilişkin tahminlerin bir kısmı çok yükseklerden uçuyor. Kimileri ise yirmi birinci yüzyılın ortalarında dünyanın elektriğinin önemli bir bölümünü güneş pillerinin sağlayacağına inanıyor.

Fotovoltaiiklerin parlayan güneş ışığını elektriğe dönüştürmesi bir simya olayı gibi görünebilir. Ancak dünyanın elektrik enerjisi sisteminin boyutları ve güneş enerjisinin bugünkü maliyeti düşünüldüğünde, bunların sihrinden eser kalmıyor. Ne garip ki, güneş hücrelerinin önde gelen kadim savunucularından biri de hayli temkinli yaklaşıyor. Paul Maycock fotovoltaiiklerin gelişimi konusunda dünyadaki en deneyimli kişilerdendir. Kendi sözleriyle, kırk yıldan uzun bir süre "güneş hücreleriyle yatmış kalkmış, onlarla yemiş içmiş"tir; bunca yıl hep onları savunmuştur. "1970'lerde enerji bakanlığında üzerinde çalıştığımız bütün projeler gerçekleşiyor. Sadece birkaç on yıl sonra." Ama yine de "insanların PV'lerin sekiz ya da dokuz yeşil seçenekten sadece biri

olduğu halde, *tek* yeşil seçenek olduğuna karar vereceğinden korktuğunu” belirtiyor.

Maycock “2050 yılında toplam elektriğin yüzde 10’unu PV’lerden temin etme noktasına ulaşabilirsek, bu çok büyük bir başarı olacaktır” diye ekliyor. “Teorik olarak depolama teknolojisinde bir atılım olmazsa er geç yüzde 15 ila 20 düzeyini yakalayabiliriz. Dünya elektriğinin yüzde 15’i çok büyük bir rakamdır. Bu yüzde 15’e ulaşmak için trilyonlarca dolarlık yatırım gerekir. Bugün yılda altmış milyar dolar ciro yapan bir iş için, doğrusu bu oldukça zorlu bir hedef.”²⁶

RÜZGÂRIN GİZEMİ

Deneyim Philip Marlowe'a Los Angeles Havzasında çölden esen rüzgârlara çok dikkat etmesi gerektiğini öğretmişti.

Malum geceyi anlatırken “o gece bir çöl esintisi vardı” diye söze başladı. “Dağ geçitlerinden gelip insanın saçlarını dalgalandıran, sinirlerini oynatıp derisini kaşındıran şu sıcak ve kuru Santa Anas rüzgârlarındandı. Her an her şey olabiliirdi.”¹

Fakat ne kurgu roman kahramanı detektifin, ne de yaratıcısı Raymond Chandler'ın aklına Kaliforniya rüzgârlarının küresel bir işin kurulmasına vesile olacağı gelirdi.

Yine de eyaletin sert rüzgârları, bugün dünyada en büyük ve en hızlı büyüyen yenilenebilir enerji kaynağının rüzgâr olmasındaki temel nedendi. ABD'de rüzgâr enerjisi on yılda on kat arttı. Almanya'da son on yılda toplam yenilenebilir enerji kapasitesine eklenen miktarın yüzde 60'ı rüzgârdan sağlandı.

Rüzgâr enerjisi büyük bir iş sektörüne dönüştüyse de, bugün ABD'de halen üretilen toplam elektriğin yüzde 2'sini sağlayan küçük bir iş dalıdır. Ayrıca maliyeti sürekli düşmesine karşılık, yine de diğer kaynaklardan daha pahalıdır.

Ancak rüzgârın gelecekteki gelişimiyle ilgili umutlar hayli yüksektir. ABD'de enerji bakanlığı 2030'a kadar ülkenin toplam elektriğinin yüzde 20'sinin rüzgârdan elde edilmesini ulusal hedef olarak belirledi. Başka bir araştırma ise dünya çapında rüzgârın 2030'a kadar toplam

elektrik arzının yüzde 22'sini sağlayabileceğini öngörüyor. Bu iddialı hedefler gerçekleştirilebilir mi?²

Kaldı ki, rüzgâr enerjisinin önünde kimi engeller var. Rüzgâr ne kadar başarılı olursa—yani rüzgâr elektrik sistemine ne kadar çok girerse—onu mevcut sisteme entegre etmek o kadar zorlaşır. Rüzgâr devamlı esmez, ayrıca şiddeti sürekli değişir. Bu da ona kesikli bir nitelik kazandırır, yani istediğiniz her an elinizin altında bulamayabilirsiniz. Sonuç olarak güneş gibi, rüzgâr da daimi temel yük üretmeye pek uygun değildir. Yeterli rüzgâr esmediği zaman başka bir şey bulmak gerekir. Bu başka şey için arayı kapatacak klasik enerji üretimine yönelik ek yatırım—ve ek maliyet—gerekir. Rüzgârın fasıllı oluşu aynı zamanda şebekenin bütününe yönetmek ve farklı enerji kaynaklarını dengelemek gibi yeni karmaşıklıklar yaratır. Dahası rüzgâr kaynakları genelde dağınık ve insanlardan uzak yerlerde bulunur, dolayısıyla da elektriği ulaştırmak için ciddi miktarda yeni iletim sistemine gerek duyar.

Bugün kullanılan rüzgâr türbinleri basit cihazlar değildir, üstelik çok da hacimlidirler. Enerji elektroniği, bilgisayar kontrolleri ve 25 katlı bina yüksekliğindeki modern bir rüzgâr türbininin imali karmaşık olsa da, temel konsept karmaşık değildir. Enerji kaynağı—rüzgâr—bedavadır, Doğa Ananın hediyesidir. Rüzgârı meydana getiren dünyamızın dönmesi, gezegenimizin yüzeyindeki girinti çıkıntılar (dağlar, vadiler ve okyanuslar) ve güneş ışınlarıdır. Güneşin ısıttığı hava genişler, hafifler ve yükselir, onun bıraktığı boşluğu doldurmak için soğuk hava akın eder. Bu akın hafif bir meltem üretecek kadar yavaş ya da fırtına koparacak kadar şiddetli olabilir. Güneşin havanın ısısı üzerindeki bu doğrudan etkisi, rüzgârın güneş enerjisinin bir biçimi olarak kabul edilmesine de gerekçe oluşturur.

Geleneksel yel değirmeni rüzgârın hareket gücünü—yani kinetik enerjiyi—tutup mekanik enerjiye çevirir. Elektrikli bir türbin kullanıldığında, bu mekanik enerji bir jeneratör yardımıyla elektriğe dönüştürülür. Büyük bir rüzgâr türbini aslında küçük bir enerji santralidir. Rüzgâr bedava olsa da, büyük hacimli kullanım amacıyla şebekeye aktarılması ve tüketicilere ulaştırılması için gereken sistemler konusunda aynı şey söylenemez. Peki, ne kadar maliyet ister? Diğer kaynaklarla desteklemek için ne kadar bir ek yatırım ister? Bu kısıtlılıklar rüzgârdan bek-

lentimizi sınırlar mı? Bütün bunlar tartışmaya açık konulardır ve hepsi de rüzgârın gizeminin—ne ölçüde büyüyebileceğine ve ileride elektrik gereksiniminin karşılanmasında ne kadar önemli bir rol oynayabileceğine ilişkin gizeminin—bir parçasıdır.

“RÜZGÂRIN SUNDUĞU KARŞILIKSIZ YARAR”

Rüzgârdan en eski yararlanma şekli, kürekçilerin gayretlerine yardımcı olması ve teknelerin yelkenlerini şişirerek suyun üzerinde yürütmesiydi. Karada yel değirmenlerinin geçmişi bin yılın öncesine kadar gider. Değirmenler iki önemli uğraş için gereken mekanik enerjiyi üretmek amacıyla kullanılırdı: buğday öğütmek ve su yönetimi, yani pompalama, sulama ve drenaj. Bu sayede insanlar, tahılı elle döverek öğütmek ve insan gücüyle su taşımak gibi yıpratıcı ve çok zaman isteyen işlerden büyük ölçüde kurtuluyordu.

Onuncu yüzyılda, belki daha da önceleri İran'da ilkel yel değirmenleri kullanılıyordu, oradan Müslüman dünyasına ve Çin'e yayıldı. Yel değirmenleri Avrupa'da görülmüştür. Ortaçağ İngiltere'sinde köy girişimcileri dönemin yetkililerini atlatmak için kullanıyorlardı. Soylular ve kilise nehir kıyılarını yalnız kendi tahıl öğüten su çarkları için kullanma haklarını büyük bir kıskançlıkla koruyorlardı. Bu tekeller bir zenginlik ve güç kaynağıydı. Çünkü bir kadının bir su değirmeninden tahıl alabilmesi, onu ailesi için elle tahıl öğütmek gibi saatlerce sürecek zahmetli ve sıkıcı bir işten kurtarıyordu.

On ikinci yüzyılda İngiltere'nin Suffolk bölgesinde Bury St. Edmunds manastırından korkunç Abbot Samson diye biri kendi su değirmenlerinin çalıştığı yakındaki nehir kıyısını kontrolü altında tutuyordu. Abbot'un tekeline kırmak isteyen, adının Herbert olduğunu bildiğimiz yaşlı bir papaz derme çatma bir rüzgâr değirmeni inşa eder. Tahıl öğütme tekeline kafa tutmaya kalkan bu girişime öfkelenen Abbot Samson değirmenin yıkılmasını emreder. Herbert unutulmaz bir savunma yapar: “Rüzgârın sunduğu karşılıksız yarar kimseden esirgenemez.” Ne yazık ki bu özgürlük çılgılığı Abbot Samson'u daha fazla kızdırır. Herbert'in rüzgâr değirmeni yerle bir edilir.³

Ama teknolojinin önüne geçilemez. İngiltere'nin her yanında ve de Avrupa'da yeni rüzgâr değirmenleri—binlercesi—pıtrak gibi biter. San-ço Panza'nın "bunlar kesinlikle yel değirmeni" şeklindeki itirazlarına aldırmayan Don Kişot'un elinde mızrağıyla "30 küsur canavar dev" in karşısına dikildiğini biliyoruz. Cervantes'in soylu şövalyesini yere yıkan bu karşılaşma "yel değirmenlerine saldırmak" deyimini yaratmıştır.

Yel değirmenleri yalnız tahıl öğütmek için değil, bataklık ve gölcük-leri kurutmak, böylece yeni dikilen setlerin ardında tarım yapılabilecek alanlar açmak için de kullanıldığı Hollanda'da doğal manzaranın bir parçası haline gelmiştir. Avrupa'da yel değirmenleri zeytin kırmaktan barut yapımına ve fırın körüklerini çalıştırmaya kadar pek çok alanda kullanılmıştır. Su değirmenleriyle birlikte yel değirmenlerinin yayılması, bir tarihçinin yazdığına göre, "insanın güç için hayvanlara ya da bitkisel güç kaynaklarına bel bağlamak zorunda olduğu geleneksel dünyanın yıkılmaya başladığının işareti olmuştur. Bu Sanayi Devriminin uzak ilanıydı." 1300 ile buhar ve kömürün devreye girdiği on dokuzuncu yüzyıl arasındaki dönemde Avrupa'nın toplam endüstriyel enerjisinin dörtte birinin rüzgârdan sağlandığı tahmin ediliyor.⁴

RÜZGÂRIN ELEKTRİFİKASYONU

1883'te Edison'un Pearl Street'teki istasyonunun açılmasından bir yıl sonra, insanlar rüzgârın elektrik enerjisi üretmek açısından kömürle rekabet edip edemeyeceğini merak etmeye başladı. *Scientific American* şöyle yazıyordu: "Böylesine hazır ve güçlü bir unsurun pratikte tümüyle kullanım dışı kalması inanılmaz geliyor." Ardından şöyle ekliyordu: rüzgâr "tek biçimlilikten tamamen uzak...kimi zaman gözü dönmüşçesine esip gürleyen...kimi zaman var mı yok mu belli olmayan, ama her zaman istikrarsız ve kaprisli"ydi. Ve hâlâ son derece kilit nitelik taşıyan bir soruna parmak basıyordu: kesintili oluşu. "Gündüz ya da gece, pazarları ya da hafta içi bir gün gelebilecek olan, ihtiyacımız yokken toplayacağımız ve ihtiyacımız olana kadar koruyup saklayacağımız bir enerjiyi nasıl *depolayacağız*? Sorun bu."

Ve *Scientific American* soruyordu: "Bunu çözecek adam nerede?"

Bu adamın Edison'un en büyük rakiplerinden Charles Brush olduğu anlaşıldı. Dış aydınlatmada kullanılan Brush lambaları Edison'un ampulünün başlıca rakibiydi. 1880 yılında 6000 kadar Brush lambası ülkenin dört bir yanındaki şehirleri aydınlatıyordu. Bu da Brush'ı oldukça zengin bir adam yapmaya yetiyordu.

1887'de Brush, Cleveland'deki Euclid Avenue üzerindeki—cadde—deki Milyonerler Sırasında dünyanın en önde gelen petrol devi John D. Rockefeller'den hemen sonra—avlusunda rüzgârla elektrik arasındaki problemini çözmeye uğraşıyordu. Bodrumda bir dinamo ile bir pil şebekesine bağlı 20 metre uzunluğunda bir yel değirmeni imal etti. Bununla tüm konağını aydınlattı. Brush'ın bu makinesi, ilk kez rüzgârdan pratik bir şekilde elektrik üretimini gerçekleştirmişti. *Scientific American* Brush'ı övgüye boğarken, okurlarını da rüzgârdan elde edilen aydınlatmanın “rüzgârın bir maliyeti olmadığı için ucuz olacağını” sanmamaları yönünde uyardı ve ihmal etmedi. “Aksine tesisin maliyeti öyle yüksek ki, devindirici gücün ucuzluğunu rahatlıkla telafi etmeye yeter.” Sonunda Brush da rakibi Edison'un öncülüğünü yaptığı elektrik sisteminin çekiciliğine teslim olur ve evini merkezi olarak üretilen kent elektriğine bağlar. Daha pratiktir. Ama Brush rüzgârın da bir elektrik enerjisi kaynağı olabileceğini kanıtlamıştır.⁵

Merkezi olarak üretilen elektriğin kentler ve kasabalarda hızla yaygınlaşması rüzgârdan elde edilen elektriğe talep olmadığını ortaya koyuyordu. Aslında bu, Amerika'nın uzaklarda kalan yalıtlanmış durumdaki tarım ve hayvancılık çiftlikleri açısından geçerli değildi.⁶

Mühendis kökenli girişimciler bunların gereksinimlerini karşılamak amacıyla enerji depolamak üzere akü sistemleriyle birlikte, elektrik üreten küçük rüzgâr değirmenleri geliştirdiler. Geleneksel yel değirmenleri geleneksel bir amaçla, su basmak için kullanılıyordu. Rüzgârdan elde edilen elektrikle daha fazla şey yapılabiliyordu. Çiftçilere ve hayvan besleyenlere—eşleri ve çocuklarına da—ışık sağlıyordu ve sürekli tekrarlanması gereken yorucu bedensel işleri azaltıyordu.

Kuzey Dakota çiftliklerinden Jacob kardeşler adlı iki genç önderlik etti. Kardeşlerden Marcellus uçurmayı öğrendiği küçük uçaklarda

pervanelerin nasıl çalıştığını gözlemleyerek, kanatların tasarımını yaptı. Reklamları her yere yayıldı: “Rüzgâr! Dünyanın En Ucuz Enerjisi Her Çiftlik Evinde Kolayca Kullanılabilir.” Kardeşler buzdolabından tutun da waffle makinelerine kadar Jacobs markalı çeşitli cihazlar da pazarladılar. Başka imalatçıların yüz binlerce türbinine ek olarak yaklaşık 30.000 Jacobs rüzgâr türbini satıldı.⁶

Ne ki Franklin Roosevelt’in Yeni Anlaşma politikası, sonunda Amerikan çiftliklerinde dönen pervane kanatlarından çoğunu susturdu. 1930’ların sonlarında yeni kurulan Köyleri Elektriklendirme İdaresinin (REA) desteğiyle kablolarını ve şebekelerini uçsuz bucaksız arazilere döşemeye başlayan köy elektrik kooperatifleri üstün kaliteli elektrik getirdiler ve yirmi yıllık bir süre içinde Amerikan hayvan ve tarım çiftlikleri enerji kaynağı olarak rüzgârdan arındırıldı.

PALMER PUTNAM’LA GRANDPA’S KNOB TEPESİNDE

1941’in kış ve bahar aylarında içlerinde her biri sekiz ton ağırlığında iki pervane kanadının da bulunduğu 500 tonu bulan ekipman ve parçayı taşıyan kamyon konvoyları son derece keskin virajlarla dolu çetin bir patikadan tırmanıp, Vermont’un Rutland kentinden 20 kilometre kadar uzaklıktaki Grandpa’s Knob adı verilen bir dağın tepesine ulaştı. Bu uzak dağ başındaki bunca sanayi faaliyetinin amacı, o günlerde neredeyse hayal etmesi bile olanaksız bir rakam olan 1,5 megavat elektrik üretecek bir rüzgâr değirmeni kurmaktır.

Sorumlu kişi Palmer Putnam, G.P. Putnam’s&Sons yayıncılığın kurucusunun torunuydu. Putnam yayınevinde kısa bir süre başkanlık görevinde bulunduydu da, akıllı mühendislikteydi. MIT’te gördüğü eğitim sonrası Belçika Kongosunda jeolog olarak çalışmıştı. Sonra da Cape Cod’da kendine bir ev inşa ettiği dönemde “hem rüzgâr hem de elektrik fiyat tarifesini inanılmaz ölçüde yüksek” bulmuştu. Putnam’ın kafasında çözüm belliydi: rüzgâr enerjisi.⁷

Aralarında Amerika’nın en önde gelen bilimcileri ve elektrik mekanizmalarına yardımcı olan General Electric gibi başı çeken şirketler de olmak üzere birinci sınıf bir ekip oluşturdu. Hayli yalıtlanmış ve erişimi

zor bir konumda bulunan Grandpa's Knob'un seçilmesinin nedeni rüzgârının kalitesiydi.

1941 sonbaharında Putnam'ın 53 metre uzunluğundaki rüzgâr değirmeni elektrik ürettiyordu. Bu türbin belli bir çiftliğe doğrudan enerji iletmiyor, ürettiği elektriği, tıpkı kömürle çalışan bir santralin yaptığı gibi kablolardan akan anonim elektronların arasına kendilerinininkini de katarak, Vermont Merkezi Kamu Hizmetleri şebekesine veriyordu. Bu düşünce—rüzgâr sisteminin bağımsız işletilmeyip, genel şebekeyi beslemesi—Putnam'ın temel katkılarından biridir. Rüzgâr mevcut sistemle yarışmaktansa, onunla bütünleştirilebilirdi.⁸

Palmer'ın türbini bir mekanik arıza sonucu kapatıldığı İkinci Dünya Savaşının ortasına kadar gayet güzel çalıştı. O tarihte Putnam planlanan Normandiya istilasında kullanılacak amfibik çıkartma gemisinin tasarımıyla uğraşüyor ve Pasifik'teki amfibik savaş stratejisi üzerinde çalışıyordu. Rüzgâr türbininin onarımı 1945'e kadar mümkün olmadı. Birkaç hafta sonra gevşeyen sekiz tonluk pervanelerden biri yerinden çıktı ve dağın bir yamacını ezdi. Bu olay çalışmalara nokta koydu. Bundan sonra onarım için ne para ne de irade gücü bulunabildi.

Yine de Grandpa's Knob'daki 53 metrelik kule, olanaklı olanı kanıtlayarak, onlarca yıl yol işareti işlevi gördü. Bir bilim adamı 1974'te kongre komisyonuna verdiği ifadede Putnam'ın rüzgâr türbinini, "bugün yürütülmekte olan tüm rüzgâr çalışmalarının müjdecisi" olarak tanımladı.⁹

MODERN SANAYİ

1970'lerin ortalarında petrol ambargosu sonrası, alternatif enerji arayışları sırasında rüzgârdan elde edilen elektrik ciddi bir konu olarak gündeme geldi. Ancak rüzgâr sanayi, bugün de olduğu gibi, doğuşunu yalnız OPEC'e değil onun yanında iki başka şeye daha borçludur: Danimarka tarım makineleri işi ve Kaliforniya vergi kredileri. Bu ikisinin birlikteliği olmadan bugünkü sanayi düzeyine asla ulaşamazdı. Ancak işler böyle başlamadı.

1973 petrol krizi sonrasında federal hükümet enerji araştırma-geliştirme faaliyetine fon ayırmaya başladı. Rüzgâr enerjisinin enerji firmala-

nına cazip gelebilmesi için büyük ölçekli makineler gerekecekti; bunun üzerine hükümet büyük savunma sözleşmelerine yöneldi. Çünkü jet ve bombardıman uçağı, helikopterler ve pervaneli motorlar yapabilirlerse, o zaman kesin olarak pervane benzeri döner kanatları olan yüksek kuleler de yapabilirlerdi. Pek çok şirket bu problem üzerinde çalışma başlattı; bu firmaların başında Boeing, McDonnell Douglas, United Technologies, General Electric ve Alcoa geliyordu. Fakat bu erken rüzgâr makinelerinin performansı genelde zayıftı. Bir hükümet Ar-Ge yetkilisi şu sonuca varmıştı: “Yel değirmenleri bin yılı aşkın bir süredir kullanıldığından, sanki gözlerimiz körleşmiş gibiydi. Teknolojinin orada durduğunu ve bizim onu alıp yirminci yüzyıla taşımamız gerektiğini sanıyorduk.”¹⁰

Reagan döneminde yapılan büyük program kesintileri federal fonlarla yürütülen rüzgâr enerjisi Ar-Ge programına nokta koydu.

“KALİFORNİYA’DA RÜZGÂRA AKIN”

Federal Ar-Ge harcamaları rüzgâr enerjisinin geliştirilmesini sağlayamadan sonlandırılmış olsa da, başka geçerli devlet politikaları da—düzenlemeler ve vergiler—vardı. İlki daha önce söz ettiğimiz dağıtım firmalarını dağıtımcı olmayan küçük üreticilerden enerji satın almaya zorlayan Kamu Hizmeti Kuruluşları Düzenleme Esasları Yasası PURPA’ydı. Bunun dışında vergi kredileri, hayli cömert vergi destekleri vardı. Federal hükümet rüzgâr enerjisine vergi kredisi veriyordu; aynı desteği Kaliforniya eyaleti de, üstelik çok az elektrik üreten, hatta hiç üretmeyen projelere bile sağlıyordu. Gerçekten de önemli bir fark yaratan ve rüzgâr enerjisinin gelişimine en büyük desteği sağlayan bir isim varsa, o da Kaliforniya valisi Jerry Brown’dır. Geliştirmeciler ayrıca rüzgâr varlıklarına karşılık hızlandırılmış yıpranma desteği alıyorlardı, bu da tüm yatırımı neredeyse tamamen risksiz bir hale getiriyordu. Cazip bir unsur olarak Kaliforniya rüzgâr enerjisi geliştiricilerine şebekeye satacakları elektrik karşılığında ödeme yapılacaktı; zira eyaletin cömert PURPA’sı yenilenebilir elektrik için tarife uygulamaktan “kaçınıyordu”.

Sonuçta Kaliforniya’da olağanüstü bir rüzgâra akın başladı. Tutkulu rüzgâr enerjisi savunucuları, ciddi geliştiriciler, becerikli mühendisler

ve pratik vizyonerler arasına dolandırıcı çığırkanlar, vergi avantajı tüccarları ve köşe dönme simsarları da katıldı. Modern rüzgâr sanayi işte böyle dünyaya geldi.

Bu çılgınlık kritik bir inovasyon getirdi. Palmer Putnam'ınki gibi devasa bir makine yerine daha küçük türbinlerden oluşan kümeler meydana getirilerek, tek bir makine gibi çalışmalarını sağlayacak bir bilgisayar ağına bağlandı. Bu ağa bağlı rüzgâr türbinlerine rüzgâr çiftliği adı verildi. Bu uygulamanın şöyle bir yararı da vardı; eğer bir iki makine arıza yaparsa sistem çalışmayı sürdürüyor ve taahhüt edilen elektriğin önemli bir kısmı şebekeye akmaya devam edebiliyordu.

Muazzam rüzgâr kaynaklarına sahip üç dev rüzgâr sahası bulunan Kaliforniya bir süre için rüzgâr enerjisinin Suudi Arabistan'ı oldu. Bunlardan biri eyaletin kuzey kısmında, San Joaquin Vadisi ile San Francisco Körfez Bölgesi arasında kalan Altamont Geçidi'ydi. Diğerleri ise Bakersfield'in güneyindeki Tehachapi Geçidi ve Palm Springs yakınındaki San Gorgonio Geçidiydi.

Geliştiriciler arasında bir yer kapma yarışı baş gösterdi. En uygun yerlerin çoğu erişim olanağı olmayan noktalardaydı ve kullanılır hale getirilmeleri için büyük zahmetler, beceri ve biraz da cesaret istiyordu. Ama geliştiriciler rüzgârın ne kadar vahşi, şiddetli ve kestirilemez—ve de ondan yararlanmaya çalışmanın ne kadar göz korkutucu—olabileceğini asıl makinelerini inşa etmeye başladıkları zaman anladılar.

Makineler her gün çalışacakları gerçek koşullar altında test edildiler. Bir keresinde bir mühendis şöyle demişti: Rüzgâr “sizi gün be gün dövüyor. Hiç ara vermiyor. Gözlerinizi şişiriyor... Vücudunuzu rüzgâra bıraktığınızda, sizi rahatlıkla tutabiliyor.” Birçok türbin baskıya dayanamadı. Kanatlar ya kırıldı ya da yerlerinden fırlayıp gitti, kuleler devrildi, elektronik sistemler çöktü. Çoğu yapımcıların vaatlerinin çok altında elektrik üretti. Güvenilirlik ve performans ana sorun haline geldi.

Rüzgâr hayatına girmeden önce Palm Springs'in 16 kilometre batısına düşen küçük yerleşim yeri Cabazon esas olarak çölden dönüş yolu üzerinde susayan yolculara satılan lezzetli içeceğiyle ünlü, yaygın meyve mağazaları ağı Hadley'nin memleketi olarak bilinirdi. Derken Cabazon'da büyük umutlarla bir rüzgâr parkı inşa edildi. Çünkü Cabazon Mojave Çölü ile Los Angeles Havzası arasında kalan San Gorgonio Geçidi

dinde yer alıyordu. Amansız rüzgârlar Cabazon türbinlerini kısa sürede çalışmaz hale getirdi. Rüzgâr makineleri hemen hiç enerji üretemediler. Türbinler “çirkin görünümlü kırılıp çarpılmış kanatlar”a dönüştüler.¹¹

Öncüler arasındaki en önemli ve kendini adanmış isimlerden biri de James Dehlsen'di. Şirketi Zond adını kısmen Almandaca “derinliğine araştırma” anlamına gelen Arjantin'in And dağlarından esen *zonda* rüzgârından almıştı.

Dehlsen Kaliforniya'da rüzgâr işindeki diğer herkes gibi ekonomik dayanağının kısmen vergi kredisi olduğunu anlamıştı. İş arkadaşlarıyla birlikte 1981 yılbaşı gecesini Tehachapi Geçidindeki tehlikeli bir sırtta azgın bir fırtına altında, gece yarısı dolacak olan o yılki vergi kredisi hakkında yararlanabilmek amacıyla türbinleri yeni yıla girmeden önce dikmek için çırpınarak geçirdi.

Dehlsen yaşadıklarını şöyle anlatıyor: “Türbinleri çalıştırmaya başlar başlamaz, dağılıveriyorlardı. Ertesi gün bütün parçaları geri topladık. En iyisi bir an önce daha iyi bir teknoloji bulmamız gerektiğine hükmettik.”¹²

SAĞLAM DANİMARKALILAR

Dehlsen böyle bir teknolojiyi Avrupa'da arama düşüncesiyle, Hollanda'ya doğru yola çıktı. Ailesine ait bir tarım ekipmanları imalat şirketi bulunan Finn Hansen adında Danimarkalı bir mühendis, Dehlsen'in Danimarka yapımı türbinler almayı düşündüğünü duymuştu. Küçük pervaneli uçağıyla alelacele Hollanda'ya uçup Dehlsen'i buldu ve onunla birlikte Danimarka'ya ailesinin yanına Vestas'a uçtu.

Finn Hansen bundan birkaç yıl önce Danimarkalıların on dokuzuncu yüzyıla kadar giden rüzgârdan elektrik elde etmeye yönelik ilgisini dayanak alarak, türbin üzerindeki çalışmalarında aile şirketinin becerilerinden yararlanmaya karar vermişti. Danimarka iki dünya savaşında da konvansiyonel enerji sistemindeki aksamaları, elektriğinin çoğunu denizden esen rüzgârlardan elde ederek aşmıştı. İkinci Dünya Savaşından sonra rüzgâr artık merkezi olarak üretilen ucuz elektrikle boy ölçüşemez oldu. Ancak 1970 petrol krizi ona olan ilgiyi yeniden alevlendirdi. 1979'da Vestas ilk rüzgâr türbinini imal etti. Başka Danimarkalı

şirketler de kendi rüzgâr makinelerini yapmaya başlamıştı. Yeniden doğan Danimarka endüstrisi köklerini ziraat makinelerinden alıyordu; aslında ilk rüzgâr şirketlerinin bir bölümü Demirciler Loncasının üyesiydi. Danimarka tasarımlarında dayanıklılık, güvenilirlik ve sağlamlık ağır basıyordu; bunlar tarım makinelerinde çok değer verilen özelliklerdi.¹³

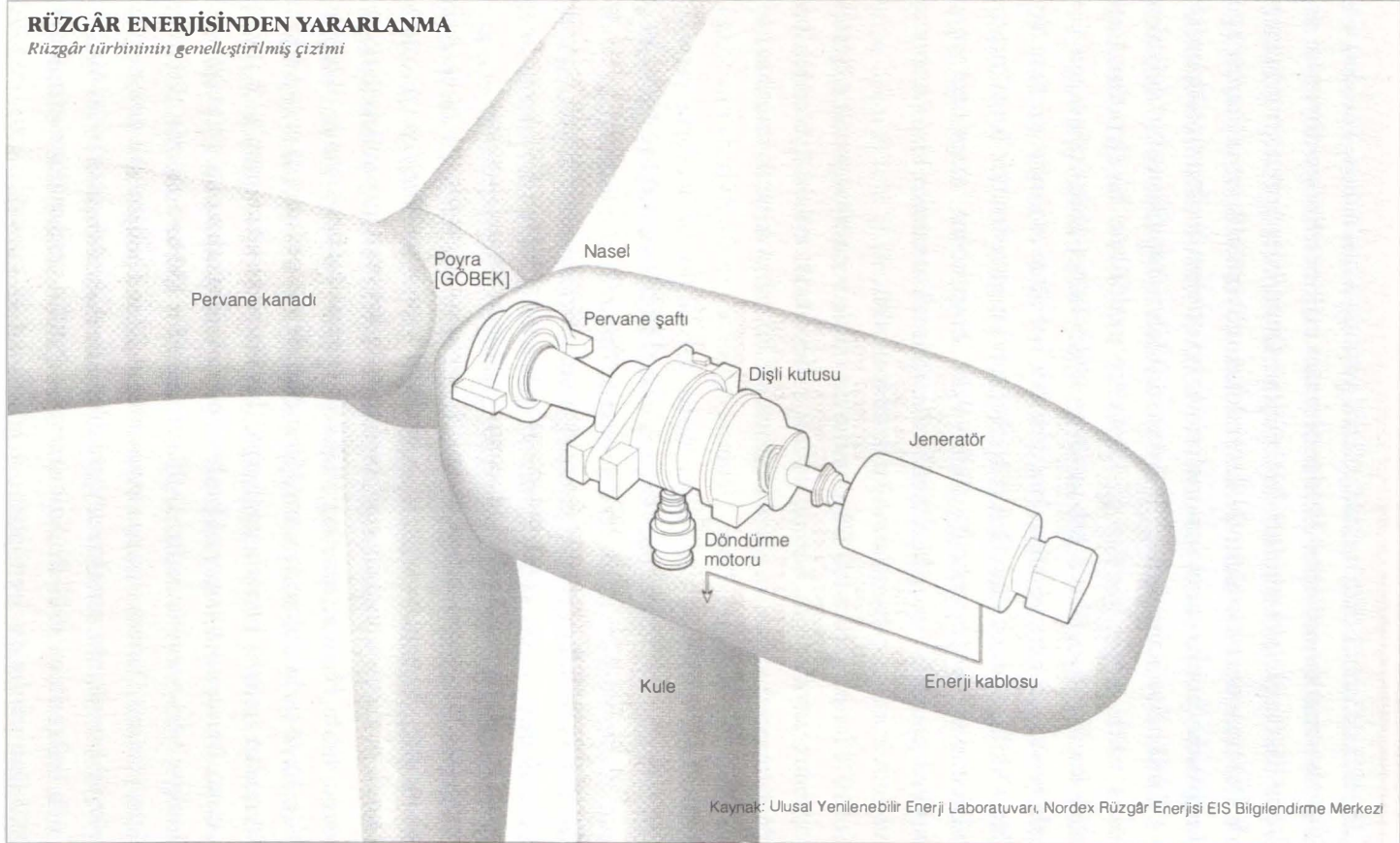
Danimarkalıların kritik bir önem taşıdığını kanıtlamış bir değerleri daha vardı: Kopenhag'dan 65 kilometre uzaklıktaki bir fiyordun üzerine kurulu Riso Ulusal Laboratuvarı. Riso İkinci Dünya Savaşını Los Alamos'ta geçiren ve atom bombasının babaları arasında sayılan Nobel Ödüllü Danimarkalı fizikçi Niels Bohr'un gözetiminde kurulmuştu. Savaşın sona Kopenhag'a dönen Bohr, hayali olan "atom enerjisinin toplum yararına barışçıl kullanımını" sağlamak amacıyla Riso Laboratuvarının kuruluş çalışmalarına başkanlık etmişti.

1970'lerin ortalarında Danimarka'da nükleer enerjiye verilen destek öylesine zayıfladı ki, Riso'nun reaktör departmanındaki üyelerden bazıları araştırmalarını rüzgâra kaydirdılar. Rüzgârın kinetik enerjisini incelemekten başlayıp, önce Danimarka'nın sonra da Avrupa'nın rüzgâr kaynakları haritasını çıkarmaya kadar yapılabilecek ne varsa yaptılar. En önemlisi de, türbin tasarımlarını test ettiler. Riso Danimarka sanayinin güçlenmesinde kritik bir rol oynadı. Danimarka hükümetinin verdiği sübvansiyonlar da öyle. Ancak Danimarka pazarının büyük bölümü ilk başlarda, "çoğu kolektiflerde ve alternatif çiftliklerde yaşayan uzun saçlı aktivistler" diye tarif edilen bir kesimden oluşuyordu.¹⁴

James Dehlsen'in gelişiyle durum değişecekti. Hansen'le birlikte sahaya gidip kurulu ve çalışır durumdaki Vestas makinelerini inceledi. Bunların Kaliforniya sırtlarındaki azgın rüzgârlara dayanabileceği sonucuna vardı. Hemen oracıkta Vestas'ın o güne kadar üretmiş olduğundan hayli fazla miktarda, tam 150 türbin sipariş etti. Zond on yıl içinde Vestas'ın hemen hemen imal ettiği bütün makineleri satın aldı. Dehlsen'in Danimarka sanayini besleyen ölçek piyasasının oluşturulmasına katkısı herkesten fazladır. Dehlsen ile daha sağlam rüzgâr türbinleri için yüzünü Danimarka pazarına dönen diğer Kaliforniyalı geliştiriciler rüzgâr enerjisinin sarsılan saygınlığının onarılmasına da büyük bir katkıda bulundular. 1987'de Kaliforniya'da kurulu yeni makinelerin yüzde 90'ı Danimarka'da üretilmişti.

RÜZGÂR ENERJİSİNDEN YARARLANMA

Rüzgâr türbininin geliştirilmiş çizimi



Kaynak: Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı, Nordex Rüzgâr Enerjisi EIS Bilgilendirme Merkezi

Kaliforniya'nın modern rüzgâr endüstrisinin doğum yeri haline gelişi işte böyle oldu. 1980'lerin ortalarında ABD'deki rüzgâr yatırımının yüzde 96'sı Kaliforniya'daydı, dünya çapında ise rüzgâr enerjisi geliştirme faaliyetinin yüzde 90'ı Altın Eyalet'te gerçekleşiyordu.¹⁵

Ancak birtakım güçlükler ortaya çıktı. Dönen pervanelerin kuşlara ve yarasalara zarar vermesi çevre ve hayvan hakları aktivistleri arasında şiddetli bir karşıtlığa yol açtı. Altamont Geçidindeki pervanelere çarparak ölen yırtıcı kuşların—Altın Kartal da dahil avcı kuşlar—kaydını tutarak raporlar yayınladılar. Vınlama ve çınlama gibi rahatsız edici sesler yüzünden, özellikle rüzgârların devirdiği makinelerin ve dağılmış parçalarının bulunduğu yerlerde göz zevkini bozduğu ve doğal görünüme zarar verdiği gerekçesiyle karşı çıkanlar oldu. Palm Springs tatil kentinde yaşayan çok sayıda vatandaş görünüm alanlarında pıtrak gibi çoğalan rüzgâr kuleleri yüzünden öfkeye kapıldılar. Palm Springs valisi gösteri sanatçısı Sonny Bono (Cher'in eski kocası) Palm Springs'in San Gorgonio Geçidinde dikilmesi planlanan yeni rüzgâr türbinlerine karşı atağa geçti. Washington'a "Don Kişot gibi, yel değirmenleriyle savaşılmaya" gideceğini söyledi. Ne ki bütçe sıkıntısına düşünce fikrini değiştirdi ve onun yerine sorunlu arazi vergisi gelirlerini çoğaltmak amacıyla yakındaki çiftlik alanlarını kendi yetki bölgelerine sokmak için komşusu Desert Hot Springs'le savaşılmaya başladı.¹⁶

ANİ DÜŞÜŞ

Patlama fazla sürmedi. 1990'ların başında Kaliforniya'daki rüzgâra akın çöküşe geçti. Jerry Brown artık vali değildi ve federal vergi kredilerinin vadesi gelmişti.

Gerçekten de ortalıkta vergi kredilerini hedef tahtasına oturtmaya yetecek kadar düzenbazlık dönmüştü. Kaliforniyalı bir kongre üyesi burnundan soluyordu: "Bunlar rüzgâr çiftliği falan değil! Vergi çiftliği." Enerji fiyatları düşünce, rüzgâr enerjisinin fazla albenisi de kalmamıştı. Dahası fiyatlar düşük olunca zengin "kaçınılan maliyet" sözleşmeleri de ortadan kalktı.¹⁷

Rüzgâr sektörü derin bir düşüşe geçti. *Washington Post* 1991'de türbinler için şöyle yazıyordu: "Çok fazla göze batıyorlar ve çok çirkinler.

Rüzgâr enerjisi elektrik enerjisi için olsa olsa ancak bir ek kaynak olabilir.” Amerikan rüzgâr şirketlerinin çoğu ve onlarla birlikte Danimarka Vestas firması da topu attı. U.S. Windpower’ın halka açık şubesi Kenetech tüm Amerikan rüzgâr firmaları arasında en büyüğü ve en ünlüsüydü. Kollarını Arjantin, Yeni Zelanda ve Ukrayna’ya kadar uzatmıştı. Sonunda 1996’da Kenetech de iflas etti. Onun batışı ABD rüzgâr sektörünün cenaze çanı gibi görünüyordu.

James Dehlsen “gerçekten iç karartıcı bir haldeydik” diyor. “Tepe-mizde bir tehdit dolaşıyordu.” Zond’u ayakta tutan geliştirdiği her projede ufacak da olsa kendine bir pay almış olmasıydı; bu sayede bir gelir akışını sağlama almıştı. “Yeni bir döneme kadar ayakta kalabilirdik.”

Dehlsen Kenetech’in iflasından önce geliştirdiği önemli bir yeniliğe sahip çıktı: değişken hız teknolojisi. Bu, Dehlsen’e göre, “Sanayinin başından beri elde edilen en önemli teknik ilerlemeydi.” Gelişkin enerji elektroniğiyle gerçekleştirilen değişken hız, türbinlere kendisini çok yavaş ve çok hızlı tempolara ayarlama, böylelikle de elektrik üretimini istikrarlı düzeyde sürdürme olanağı veriyordu; bu sayede şebekenin genel istikrarına katkı yapıyordu.¹⁸

RÜZGÂRIN DÖNÜŞÜ

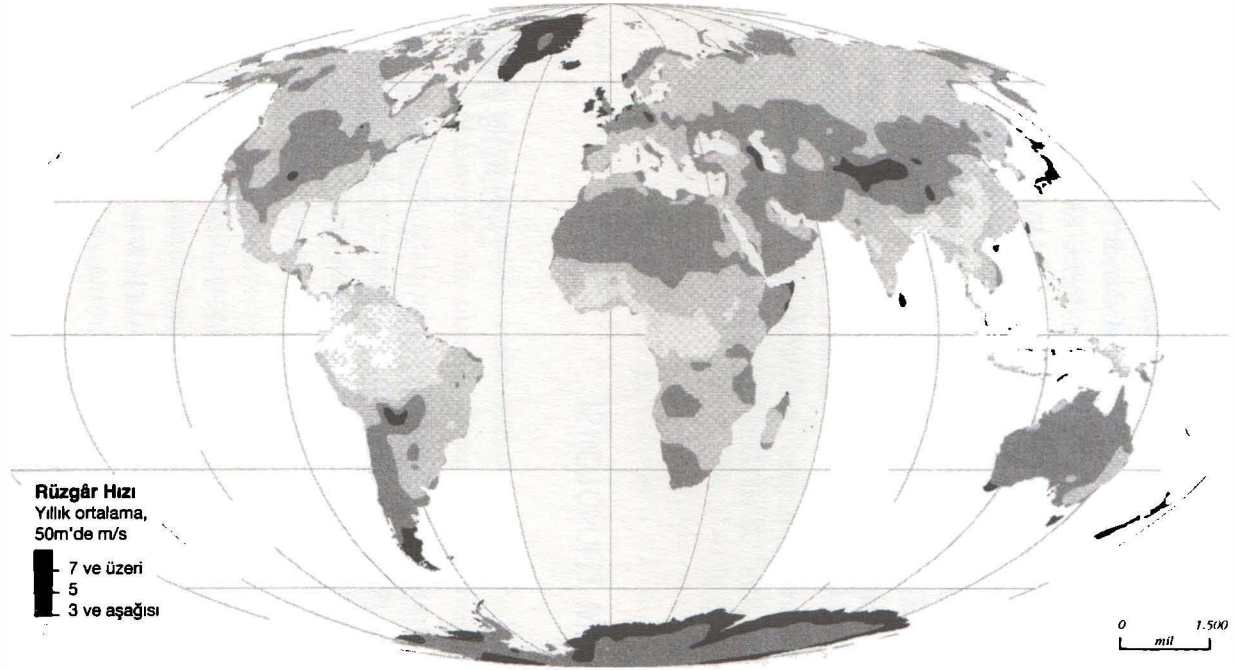
1990’ların ortalarında tam rüzgâr endüstrisinin son demlerini yaşadığı düşünülürken, geleceğe dönük açınımlarda bir iyileşme baş gösterdi. İnovasyonlar makinelerin hem etkinliğini hem de güvenilirliğini artırıyordu. Çevre kaygıları öne çıkarken, rüzgârın hiç karbon salımı yapmamak gibi bir üstünlüğü bulunduğu keşfedildi. 1991 Körfez Savaşı sonrasında Washington’da enerji konusunda bir an önce “bir şeyler” yapma dürtüsü kaçınılmaz bir kimliğe bürünmüştü; bunun etkisiyle 1992 Enerji Politikası Yasası çıkarıldı. Yasa, rüzgâr enerjisi için vergi kredilerinin, ancak bu kez önemli bir farkla, yeniden getirilmesini öngörüyordu. Yenilenebilir enerji alanına tanınan yeni üretim vergi kredileri, önceki uygulamada olduğu gibi imal edilen yeni türbinleri değil çalışma süresini, türbinlerin fiili elektrik üretimini ödüllendiriyordu. 1990’ların sonlarında eyaletler birer birer belli bir miktar kurulu yenilenebilir enerji üretimini şart koşan yenilenebilir portföy standartları getirmeye başladı.

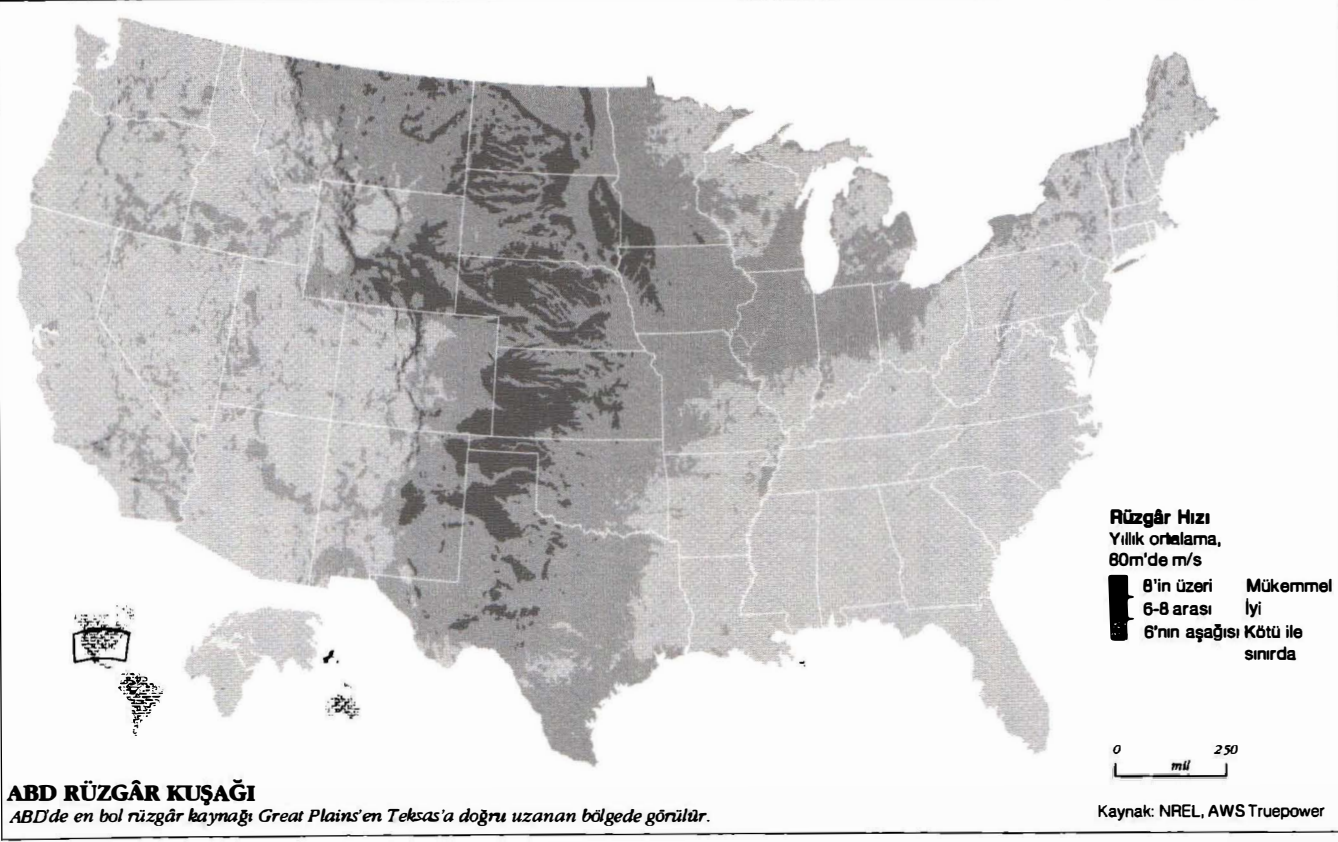
ABD rüzgâr sektörünü hayata döndüren esas olarak, bir zamanlar enerji sektöründe yenilikçiliğiyle ün salan gözü yükseklerdeki gaz ve elektrik şirketi Enron'dur. Harvard'da iktisat doktorası yapan West Point Askeri Akademisi mezunu Robert Kelly, Enron'un Avrupa şubesini beş yıl yönettikten sonra Houston'a geri döndü. Henüz ne yapacağına karar vermemiş olan Kelly bir öğleden sonra Enron'un CEO'su Kenneth Lay'le görüşüyordu. "Bundan sonra önümüze çıkacak ilk fırsatın ne olacağını konuşuyorduk" diye anlatıyor. "Nedense, kafamıza niye yenilenebilir enerjiye el atmıyoruz sorusu takıldı. Burada gerçek bir gelecek olabileceğini seziyordum. İngiltere'deki elektrik santralimize gaz bulmakta ne kadar zorlandığımızı kendi gözlerimle görmüştüm. Bir de ortada giderek büyüyen küresel ısınma sorunu vardı. Rüzgâr doğal gaz fiyatlarının patlama yapmasının önüne geçebilirdi." Enron, Zond'un bir bölümünü satın aldı. Ya da Kelly'nin deyişiyle, "Zond'u uçurumun kıyısından çekip aldık."¹⁹

BİR ANAAKIM TEKNOLOJİSİ

Enron birkaç yıl sonra vites kutusu teknolojisine sahip bir Alman şirketi olan Zond'un geri kalan kısmını da satın alır. Yeteneklerin birleşmesi yeni adıyla Enron Wind'e daha büyük ve daha iyi çalışan rüzgâr türbinleri yaparak, rüzgâr ekonomisini iyileştirme ve lider rüzgâr enerjisi şirketi olarak kök salma olanağı sağlar. Ancak bir süre sonra hesap sah-tekârlıkları Enron'u baş aşağıya getirir ve sonunda 2001 sonbaharında inanılmaz bir iflasa sürükler.

2002'de General Electric devreye girer ve rüzgâr endüstrisini bataktan çıkarır. Bu adımın bedeli 328 milyon dolardır. Ama bu sadece işin peşinatıdır: Türbinleri GE'nin titiz standartlarına getirmek ve güvenilirliği sağlamak için büyük çaplı bir yatırıma ve know-how geliştirmeye gerek vardır. GE'de rüzgâr geliştirme sorumlusu Victor Abate şöyle anlatıyor: "Sanayi tamamen dağılmış durumdaydı. Baştan sona elden geçirmemiz ve bir anaakım teknolojisi haline getirmek için özenle yeniden yapılandırmanız gerekiyordu." Böylelikle rüzgâr üretiminin kapasite etmeni ciddi ölçüde yükseltildi.²⁰





O tarihlerde Avrupa'da rüzgâr enerjisi patlamaya başlamıştı. Daha 2000'de Avrupa'da kurulu kapasite, vergi kredilerini yenileme konusunun tekrar tekrar iç çekişme gündemine geldiği ABD'nin beş katı kadardı. Lider ülkeler cömert tarife garantileriyle Avrupa'nın rüzgâr kapasitesinin yüzde 70'ini besleyen Almanya ile İspanya'ydı.

Fakat 2005 aynı zamanda yenilenebilir portföy standartlarının verildiği itkiyle, ABD'de rüzgârın ciddi ivme kazandığı bir yıl oldu. 2005 ile 2009 arasında kurulu kapasite ortalama yıllık yüzde 40 hızla büyüdü. Tam kapasite açısından bu büyüme yirmi beş yeni nükleer reaktör kurulmasıyla eşdeğerti (ama fiili elektrik üretimi açısından dokuz nükleer enerji santraline denk geliyordu).²¹

Çin rüzgâr enerjisi işine sonradan girenlerdendi. Ancak yeni kapasite ekleme yönünden hemen ilk sıraya fırlayıverdi ve önümüzdeki yıllarda da rüzgârdan enerji üretme anlamında en hızlı büyüyen ülke olması bekleniyor. Çin Devlet Enerji Şebekesi Kurumu başkanı Liu Jen-ya'nın belirttiği gibi, Çin birkaç tane daha "rüzgâr Three Gorges'i" (Üç Boğaz Barajı-çn.) inşa etmeyi planlıyor. Bu demektir ki, Çin'in rüzgâr enerjisini yaygınlaştırma kararlılığı, Üç Boğaz Barajı mega hidroelektrik projesinden bile kat kat ileri boyutlarda.²²

Çin'in rüzgâr enerjisine verdiği desteğin nedeni, ülkenin her tür yeni elektrik enerjisine duyduğu muazzam gereksinim ve büyüyen bir sektör olarak temiz enerjiye güçlü bir siyasi taahhütte bulunmasıdır. Aynı zamanda kömüre olan bağımlılığını en azından görece düşürerek, kirliliği azaltmanın da bir yoludur. Çin bu taahhüdünü gerçekleştirmek için özellikle kuzeybatıda İç Moğolistan gibi önemli rüzgâr kaynaklarına sahiptir. Çin Ulusal Enerji İdaresinden Wu Guihui "Çin'in pek çok bölgesi çok kuvvetli rüzgârların etkisi altındadır" diyor. "Önceden bu rüzgârlar halkın gözünde bir doğal felaketti. Şimdiyse çok değerli bir kaynak oldu."²³

Rüzgâr dünya ölçeğinde gerek finansal gerekse fiziksel anlamda esaslı bir büyüme sergileyen bir sanayiye dönüştü. 2009'da rüzgâr ekipmanlarının dünya çapındaki cirosu toplam 64 milyar dolara ulaştı. Bugün standart bir türbin 1980 yılındaki bir türbinin yüz katı elektrik üretiyor.

Rüzgâr devlerinden Vestas ile GE küresel lider konumundadır. ABD'de toplam pazarın yarısını elinde bulunduran GE birinciyken, dünyanın diğer kesiminde ise Vestas öndedir. Batıda pazarın diğer önemli aktörleri arasında Siemens, İspanyol Gamesa, Alman firması Enercon, Japon Mit-

subishi ve 2010'da United Technologies'in satın aldığı James Dehlsen'in sonraki şirketi Clipper Windpower yer almaktadır. Bu arada gelişmekte olan ülkelerde de büyüyen hatırı sayılır şirketler bulunmaktadır.²⁴

Tulsi Tanit Hindistan'ın kuzeybatısındaki Gujarat eyaletinde geleneksel Hint giysisi sari için polyester ipliği üreten bir işin sahibi. 1990 yılında kayınpederinin ziyaretine gittiği bir gün bir derginin sayfalarını karıştırırken bir rüzgâr türbini resmi görür. Daha önce hiç böyle bir şey görmemiştir; fotoğraf bir mekanik mühendisi olan Tanit'in ilgisini çeker. Ama sonra unuttur gider. Buna karşılık, Hindistan'a özgü bir sorun olan güvenilir, düzenli bir elektrik enerjisine sahip olamamanın işi için yarattığı büyük sıkıntıları hiç unutamaz. 1993 yılında bir gün aklına gördüğü fotoğraf gelir; işin geleceğinden duyduğu endişeyle, kardeşlerine "Gelin bir türbine yatırım yapalım" der. Bir Vestas bayiinden bir türbin satın alırlar, ama onu kurup işyerine adapte etme işinin kendilerine kaldığını görürler. Bu süreçte pek çok şey öğrenirler.

Tanit düzenli elektrik kesintileri yüzünden günün bir bölümü kapalı kalan ve yüksek fiyatlar karşısında korunmaya ihtiyacı olan diğer Hint fabrikalarına rüzgâr enerjisi tedarik etmeyi bir iş fırsatı olarak görür. 1995'te Suzlon'u kurar. Bir Alman şirketinin bir bölümünü satın alarak, çok geçmeden türbin imalatına başlar; yüzlerce tekstil fabrikasına bu türbinleri kendisi kurar. Üstelik onlara ürettikleri fazla elektriği şebekeye geri satma olanağı da sağlar. Ayrıca Hint hükümetinden vergi teşviki koparmak için lobi faaliyetlerine girer. Sonunda Tanit türbin imalatının sari ve giysi üretimini gölgede bıraktığını görerek, 2000 yılında tekstil işinden tamamen çıkar. 2011'de otuz iki ülkede faaliyet yürütme noktasına ulaşır. Tanit'e göre "Rüzgâr enerji maliyetini azaltıyor. Rüzgârın güzelliği burada." Suzlon'un gelişimiyle ilgili olarak da, şöyle der: "Her zaman en iyi fikirler baskı altında ortaya çıkar."²⁵

Dünyanın en büyük beş rüzgâr şirketinden ikisi Çinlidir: Goldwind ve Sinovel. Çin rüzgâr şirketleri küresel rekabet sürecinde gerek cömert devlet desteğinden, gerekse ülkedeki düşük maliyetli imalat koşullarından yararlandılar. Devletin rüzgâr türbinlerine yüzde 70 "yerli malzeme", yani Çin yapımı şartı koyması yurtiçindeki büyümeyi teşvik etti. Batılı rakipler, Çin firmalarının tıpkı güneş enerjisinde olduğu gibi, gelecek birkaç yılda düşük maliyetli küresel tedarikçiler olarak ne ölçüde gelişme göstereceklerini görmek için hazır bekliyorlar. Ancak Çin

henüz önemli bir ihracatçı olamadı. Çin şirketleri hayli iri olsalar da, henüz dünya çapında Batılı rakipleriyle aynı düzeyde bir güvenilirlik ve hizmet güvencesi kazanmaya ihtiyaçları var. Ve yüzlerce ton ağırlığa ulaşabilen rüzgâr türbinlerini nakletmek hiç de kolay değil.

“EŞİKTE”

Türbin imalatı ayrı bir iştir. Rüzgâr çiftliği oluşturmak—yer bulup satın almak, gerekli yasal onayları almak, türbinleri bulmak, enerji dağıtım firmalarıyla alım sözleşmelerini bağlamak—ise başlı başına farklı bir iş. Dünyadaki dört büyük geliştiriciden üçü İspanyol şirkettir: Iberdrola ile komşu Portekizli Acciona ve EDP Renovaveis.²⁶

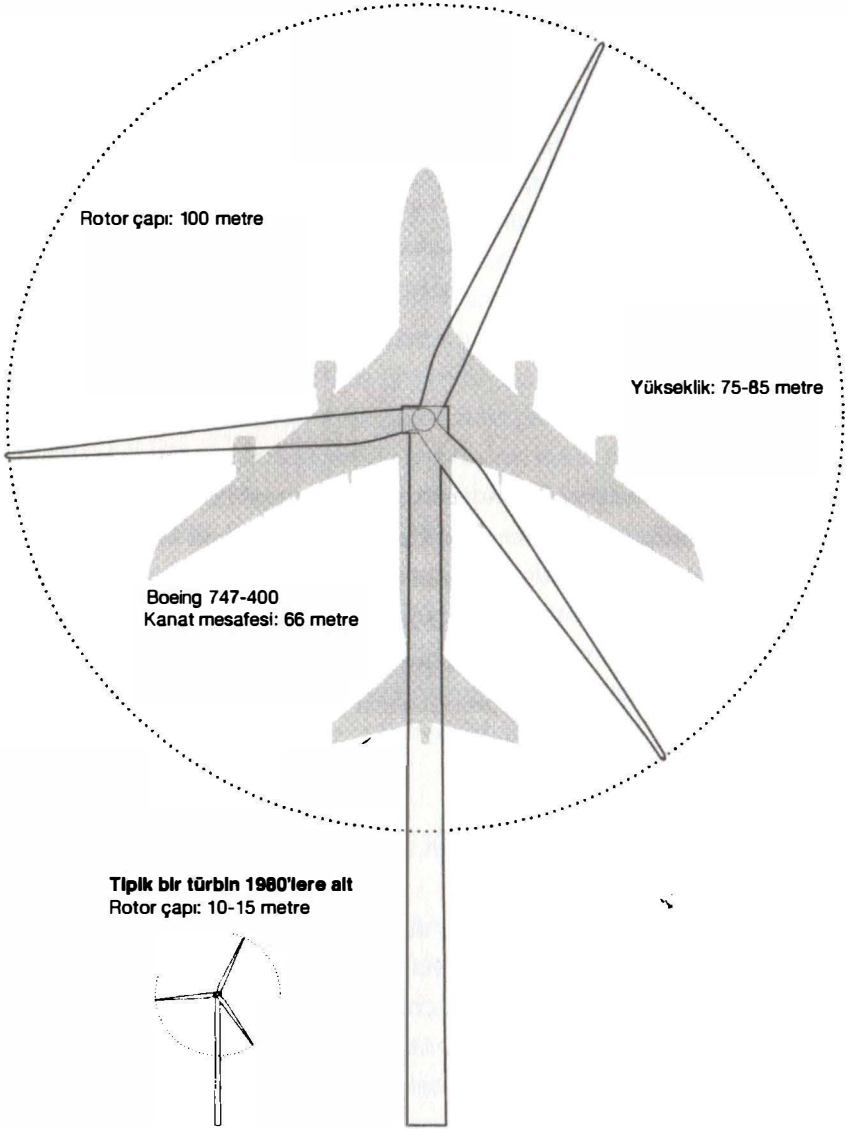
Kuzey Amerika’nın en büyüğü ise—dünyanın ikinci en büyüğü—eski adı Florida Power&Light (FPL) olan NextEra Energy Resources’dır. Merkezi, Miami’yi de kapsayan bir hizmet alanında en büyük konvansiyonel enerji dağıtım işini de yürüttüğü Florida eyaletindedir. Rüzgâr sektöründeki işi 26 eyaleti ve Kanada’yı kucaklamaktadır. NextEra’nın rüzgâr işine giriş nedeni pek açık değildir. Zira Florida ülkenin rüzgâr kaynakları açısından en zayıf eyaletidir. Anlaşılan, rastlantılar stratejinin önüne geçmiştir.

1980’lerin sonunda o zamanki adıyla FPL genel bir çeşitlendirme programı çerçevesinde rüzgâr projelerine bir miktar para yatırdı. Rüzgâr sektörü aniden gerileme sürecine girince, bu projelerden bazıları battı. FPL hayretler içinde, rüzgâr çiftliklerinin gururu haline geldiğini gördü. Aynı zamanda bu işten para kazanılabileceğini de fark etti. Sonuçta rüzgâr enerjisini yönetmek için gerekli teknik becerileri geliştirdi.

Gelgelelim, 1990’ların sonunda kimse rüzgâr işine girmeye yanaşmıyordu. En cazip iş doğal gazla çalışan tüccar enerji santralleriydi; hayli geç de olsa, NextEra da bu kervana katıldı. Lew Hay III’ün anlattığına göre, şirketin rüzgâr geliştiricileri kendilerini “boğazlanmış” gibi hissediyorlardı. “Tam eşğine geldikleri kanaatindeydiler.” Hay doğal gazdan üretilen enerji işinde para kazanmanın giderek zorlaştığını ortaya koyan bir stratejik değerlendirme hazırladı. Kıyaslandığında, rüzgârın geleceği daha parlak görünüyordu.

HİZMETE UYGUN ÖLÇEKLİ RÜZGÂR ENERJİSİ: BÜYÜME SÜRECİNDE

2,5 megavattlık rüzgâr türbini



Kaynak: GE, Boeing

Kısa bir süre sonra doğal gazla üretimdeki dev yükseliş devasa bir çöküşe dönüştü, çok sayıda enerji işletmesi iflasa sürüklendi; NextEra'nın sektöre girmekte işi ağırdan alması hayrına sonuçlandı. Şirket süreci büyük ölçüde hasarsız atlattı; tek istisnaıyla: General Electric'in 30 küsur gazla çalışan türbin siparişi üzerinde kalmıştı. Ama yine tam zamanında araya başka bir olay girdi. General Electric Enron'un rüzgâr işini yeni almıştı ve rüzgâr enerjisi müşterisi arayışı içindeydi. Hay GE'yi gaz türbini siparişlerini rüzgâr türbinine çevirmeye ikna etmeyi başardı. Aslında bu GE'nin de işine geldi, çünkü rüzgâr türbini tedarikçisi olarak ilk büyük çaplı siparişlerinin çoğunu yerine getirmiş oldu.

NextEra rüzgâr işine artık ciddi biçimde sarılmıştı. CEO koltuğuna oturan Hay "Diğer şirketlerin yaptığı işlerle kıyaslandığında, çok garip görünüyorduk" diye tarif ediyor durumu. "Wall Street analistleri bize kuşkuyla bakıyorlardı. Yatırımcılar aynı şeyi sorup duruyorlardı: 'Siz ne iş yapıyorsunuz?'" Hele şu soru Hay'i iyice çileden çıkarıyordu: "Bu bir hobi mi yoksa?" NextEra 2010'da toplam kurulu rüzgâr enerjisi kapasitesinin yüzde 20'sini geçerek, ABD'nin en büyük ikinci rüzgâr enerjisi operatörü konumuna geldi. NextEra açısından rüzgârı iyi bir iş yapan şey, CO₂ ve havayı kirleten diğer öğelerden yoksun oluşunun ötesinde, temeldeki ekonomik yapısıydı. Hay'ın deyişiyle "Yakıt bedava"ydı. Bu sözleri on ikinci yüzyıldaki, parasız rüzgâr gücünün öncü savunucusu İngiliz din adamı Herbert'i hatırlatıyordu.²⁷

PEKİ AMA NE KADAR BÜYÜK?

Peki ama rüzgâr daha ne kadar büyüyebilir? 2030 yılında elektrikteki payının yüzde 20'ye ulaşması halinde, nükleer enerjinin bugünkü katkısı ayarında olacak. ABD'nin çok bol miktarda rüzgâr kaynağına sahip bulunduğu şüphe götürmez. Ortabatıdan doğru devasa bir rüzgâr koridoru vizyonunu savunanlar var. 1930'larda bu koridor üzerinden gelen güçlü rüzgârlar toprağın yüzeyini sıyrıp kaldırarak Toz Çanağı denilen olaya yol açtı ve yoksulluğa mahkûm ettiği milyonlarca insanın yerini yurdunu terk edip yollara düşmesine neden oldu. Bugün bu rüzgârlar—aktarma sağlanabildiği takdirde—büyük bir doğal kaynak, doğanın bahşettiği bir armağan kabul ediliyor.

Ama ölçek sorun oluşturuyor. Rüzgâr türbinlerinde yükseğe çıkma ve genişleme yönünde sürekli bir dürtü var. Ne kadar büyük olursa o kadar iyi, çünkü boyutla birlikte elektrik üretimi de artıyor.

Koca bir türbini kurulacağı yere taşımak başlı başına bir sorun. Türbin fazla büyük olursa kamyonu sığmıyor; 25 katlı bir kuleyi yana yatırıp, önünde bir polis eskortuyla otobanda götürmek hiç de kolay değil. Sonra ayağa dikip sağlamlamak ayrı bir mesele. Türbinler daha da büyürse kamyonların geçtiğı yolları güçlendirmek gerekecek. Ayrıca dev kanatlara ve diğer parçalara binen baskı da endişe kaynağı. Şu anda tipik bir türbin 2,5 megavat gücünde. Pek çok kişi salt lojistik açıdan bunun daha büyüğünü, 3 megavatlığını en azından toprak üzerinde tutmanın olanaksız olduğı görüşünde. Bugün çabalar pervane kanadı tasarımı, enerji elektroniğı ve genel verimliliğı iyileştirmek ve daha hafif ve sağlam malzemeler geliştirmek ve kullanmak noktasında yoğunlaşıyor.

Diğer bir engel de maliyet. Daha düşük kaliteli rüzgâr kaynaklarını değerlendirebilmek için ya türbin maliyetlerinin daha da aşağıya çekilmesi ya da teknolojinin daha fazla rüzgâr enerjisini tutmanın bir yolunu bulması gerek. Rüzgâr bedava, ama rüzgâr gücüyle elektrik üreten sistemler değil. Elektrigi tüketiciye ulaştırmak pahalıya mal olabiliyor. Ek destek üretimin maliyeti de hesaba katıldığında, rüzgâr rakip kaynaklardan daha pahalıya bile çıkabilir ve sonu gelmeyen sübvansiyonlara muhtaç kalabilir.

“KESİNTİLİLİK” SORUNU

Bu dengesizliğin bir nedeni elektrik talebi ile rüzgârdan elektrik üretimi arasındaki ilişkiden kaynaklanır. Elektrik talebi sürekli dalgalanma halindedir: insanlar ışıkları ve bilgisayarlarını sürekli açıp kaparlar, fabrikalar motorlarını çalıştırır, hava sıcaklığına göre klimalar devreye girer, vb. Bu talep değişikliklerine anında karşılık verebilmek için şebeke sanayi jargonuyla, sevk edilebilir enerji kaynaklarına gerek duyar. Yani saniyeler içinde devreye girip enerji iletebilir durumda olmalıdır. Üretim kapasitesinin büyük bölümü yüzde 95 güvenceyle sevk edilebilir vasıftadır.

Ancak rüzgâr bu vasma sahip değildir. Fasıllı oluşu onu diğer kaynaklarla karşılaştırmada zora sokar. Güneş hücrelerindeki gibi bir megavat

kurulu rüzgâr kapasitesi bir megavat kömürden elde edilen kapasiteyle aynı miktarda değildir. Kesinti özelliği yüzünden bir rüzgâr türbininin fiili elektrik üretimi—net kapasite faktörü—itibari kapasitesinin sadece üçte biri kadardır. Rüzgâr kaynağının gayet iyi olduğu yerlerde bile türbinler genelde zamanlarının yüzde 30 ila 40'ında elektrik üretebilir, bu oran çok az bölgede yüzde 50'ye kadar çıkabilir. Dahası rüzgâr profili ile genel talep her zaman çok iyi denk düşmez. Pek çok yerde rüzgârlar geceleri ve ilkbahar ile sonbahar aylarında kuvvetli eser. Oysa elektrik en çok gündüzleri ve yaz ile kış aylarında kullanılır. Kaliforniya'daki bir sıcak dalgası sırasında Kaliforniya Enerji Komisyonu itibari kapasitesinin yalnız yüzde 6'sının fiilen erişilebilir olduğunu saptadı.²⁸

Bu aralıklı çalışma sorunu gelecekte rüzgâr enerjisinin büyük ölçüde gelişimi açısından ciddi bir sıkıntı kaynağıdır. Xcel Energy'nin kolu olan Colorado Public Service Company şu anda ülkedeki dağıtım şirketleri arasında toplam elektriği içinde en yüksek oranda rüzgâr kaynaklı elektrik bulunan firmadır: yaklaşık yüzde 15 oranında. Bu rüzgâr kaynaklı elektriği, kömür gibi diğer enerji kaynaklarını kullanma şeklini değiştirerek, rüzgârı dengelemek için onları aşağı yukarı oynatarak ek yedek enerjiye gerek kalmadan sisteme katabileceğini fark etti. Ancak Colorado, yerleşim merkezinden fazla uzakta olmayan son derece kaliteli rüzgâr kaynakları gibi bir nimete sahiptir.

Kimileri kesintili işleyişin ciddi olumsuzluklarını giderecek ölçüde büyük rüzgâr çiftlikleri kurmanın olanaksız olduğunu ileri sürüyor. Kaliforniyalı bir dağıtım şirketinin yöneticisi sorunu şöyle özetliyor: “Rüzgâr ona ihtiyacımız olmayan zamanlarda, örneğin geceleri de esmeyi sürdürüyor. Ama sıcaklar bastırıldığında da, esmiyor.” Pek çok enerji dağıtıcısına göre her bir megavat rüzgâr enerjisi için başka bir enerji kaynağından yüklü miktarda yedekleme yapmak gerekiyor. ABD'de bu, her rüzgâr kaynaklı üretim sistemine genelde paralel bir gazla üretilen elektrik sisteminin eşlik etmesi gerektiği anlamına geliyor. Tabii bu da ciddi bir maliyet unsuru. Çin'de rüzgâr enerjisinin gelişmesiyle birlikte, kesintililik özelliğinin yaratacağı sorun da büyüyecek. Bu nedenle Çin Devlet Şebekesinin başkanı Liu Jenya inşa edilecek olan birçok “Rüzgâr Üç Boğaz Barajı”nın doğal gaz, kömür ve nükleer enerji kaynaklarıyla bir “harmanlama” halinde gerçekleştirileceğini belirtiyor.²⁹

İkinci bir yüksek maliyet kaynağı da entegrasyon maliyetidir. Rüzgâr çiftlikleri doğaları gereği çok geniş bir alana yayılırlar ve de çoğunlukla uzak yerlerde bulunurlar. Büyük türbin üreticilerinden birinin yöneticisi şöyle diyor: “Wyoming harika bir rüzgâr cenneti, ama eyaletin nüfusu 500.000’den ibaret ve Kaliforniya bir hayli uzak.” Sonuçta rüzgârı şebekeye verip tüketicilere ulaştırmak ve aynı zamanda yükün değişkenliğini dengelemek için büyük miktarda iletim hattı ek yatırımına gerek var. Bu, yüz milyarlarca dolar yeni yatırım ve muazzam boyutlarda yasal işlemler, geçiş hakkı mücadeleleri ve farklı nakil hatları sahiple riyle ihtilaflar demek.³⁰

Şebekeyi çalıştırırken birinci sıradaki öncelik onu istikrarlı tutmaktır. Aksi halde şebeke dediğimiz tüm karmaşık yapı çöker, birçok bölge karanlığa gömülür ve insanlar enerji bulamaz. Rüzgâr istikrarlı bir kaynak değildir, bu yüzden de şebekeye bağlanması durumunda ek sorunlar yaratır, bunların giderilmesi ek maliyet yükü getirir.

Buna karşılık, bu kesintilik ve entegrasyon engelinin genişletilmiş ve iyileştirilmiş bir nakil sistemiyle etkili biçimde giderilebileceğini ve daha esnek bir şebekenin birbirine bağlı yüksek kaliteli rüzgâr kaynaklarından yarar sağlayabileceğini ileri sürenler de var. James Dehlsen “coğrafi dağınıklığı rüzgârın güvenilirliğini artırmaktadır” demişti. FERC başkanı Jon Wellingshoff ise şöyle diyor: “Rüzgârın kıyı boyunca dağılması” ABD’nin “hemen hemen devamlı rüzgâr temin edebileceği” anlamına geliyor.³¹

Bir sorun daha var: Çevreci muhalefet. Pek çok çevreci grup rüzgârı kuvvetle destekliyor. Ama desteklemeyen gruplar da var. Federal topraklarda ve yaban hayatı bölgelerinde rüzgâr çiftlikleri kurulmasını istemiyorlar. Yaşamlarına müdahale eden bu yeni kulelerin görüntüsünü de, pervanelerin vınlama gürültüsünü de sevmeyen yerleşik halk da karşı çıkıyor.

Rüzgâr enerjisine karşı yerel muhalefet uluslararası boyutlarda. Almanya rüzgâr türbini kurmaya çok açık bir ülke. Ama Britanya değil. Avrupa’nın en iyi rüzgâr kaynakları kendisinde olduğu halde Britanya’da görüntü ve ses gerekçesiyle topraklarına rüzgâr türbini dikilmesine çok güçlü bir muhalefet var. Avrupalı bir rüzgâr geliştiricisi “Britanya’da beş yıldan beri bir proje hayata geçirmeye uğraşıyorum. Ama tam bir cehenneme düşmüş gibiyim” diyor.³²

Kimileri fazla zorlanırsa rüzgârın (ve de diğer yenilenebilir enerjilerin) getireceği ek maliyetin bir tarife şokuyla sonuçlanabileceğinden ve bunun yenilenebilir kaynaklara karşı bir ters tepkiye yol açabileceğinden endişe ediyorlar. İspanya gibi bazı ülkeler yenilenebilir enerjiye sağlanan sübvansiyonların yüksek maliyetinden ötürü böyle bir fiyat tarifesi şoku yaşadılar.

Şurası kesin ki, maliyetler inovasyonla değiştirilebilir; en çok çabayı buna harcamak gerek. Ayrıca karbona bir maliyet yükü bindirmek de enerji piyasasında görece ekonomik koşullara kesinlikle rüzgârdan yana bir değişim yaratacaktır. Kimi ülkeler ise aradaki maliyet unsurunu, giderek daha fazla miktarda karbonsuz elektrik üretmek için üstlenebilecekleri bir şey olarak da görebilirler. Ancak arada önemli bir ayrım var: Karbonsuz demek kesinlikle maliyetsiz demek değildir.³³

“DENİZE UYGUN HALE GETİRMEK”: OFFSHORE CEPHESİ

Maliyet sorunu en çarpıcı biçimiyle, yeni rüzgâr teknolojisi cephesi offshore ele alınırken gündeme geliyor. Okyanusta türbin kurarak daha kuvvetli ve daha sık aralıklı rüzgâr enerjisi elde etmek mümkün. Akışı kesebilecek bir engel yok; ne bir dağ, ne bir vadi, ne bina ne de ağaç. Avrupa Birliği deniz rüzgârlarını “2020’ye kadar yüzde 20” yenilenebilir enerji hedefine ulaşmak için asli bir unsur olarak benimsemiş bulunuyor. 2010’da dünyanın en büyük offshore rüzgâr çiftliği—toplam 300 megavat kapasiteye sahip 100 türbinlik 1,2 milyar dolar değerinde bir proje—Britanya’nın Kent sahillerinin açığına kuruldu. Şu anda Avrupa’nın toplam rüzgâr kapasitesi içinde deniz rüzgârlarının payı oldukça küçük, ancak hedefler büyük. Britanya 2020’ye kadar 33 gigavat, Almanya ise aynı dönemde 10 gigavat offshore rüzgâr kapasitesine ulaşmayı hedefliyor.³⁴

Deniz türbinleri, yollarda taşımak gerekmediğinden, çok daha büyük boyutlarda imal edilebiliyor. Tıpkı petrol platformları gibi tersanelerde imal edildikten sonra, dubalar üzerinde yüzdürülerek kurulacakları yere götürülüyorlar. Bu nedenle karada kurulacak bir türbin için sınır üç megavat iken, denizde yedi megavata, hatta on megavata kadar çıkılabilir. Şu sırada tasarlanan bazı türbinler o kadar büyük ki, üzerlerinde helikopter iniş platformu bile bulunacak.

Ancak AB hedeflerinin önünde devasa bir zorluk duruyor. Maliyetlerin karadakinin iki ila üç katı arasında çıkacağı öngörülüyor. Ayrıca çevre koşulları çok çetin olduğundan, teknik zorlukların da kat kat artacağı kesin.

Bu dev kuleleri deniz yatağına güvenli biçimde oturtmak hiç de kolay bir iş değil. Deniz koşullarında çalışabilmesi için türbinleri yeniden tasarlamak, yeni jargonla “marinize etmek” (denize uygun hale getirmek) gerekiyor. Dalgaların ve gelgitlerin, tuzun, rüzgârın kendisinin ve üzerine acımasızca çullanıp yere yıkmaya çalışacak fırtınaların hiç dinmeyen amansız baskısına dayanabilmeleri gerek. Korozyon da başlı başına büyük bir sorun. Suyun aralıklardan sızıp elektronik cihazlara zarar verme riski de yüksek. Üstelik arızaları onarmak da çok daha zor. Çalkantılı bir denizde arızalanan bir dişli kutusunu tamir etmek altı haftayı bulabilir, bu da ciddi bir üretim kaybı demektir. Bir türbin üreticisi “İroniye bakın” diyor, “Bulabileceğiniz en rüzgârlı yeri ararsınız. Ondan sonra da üzerinde çalışabilmek için rüzgârın dinmesini ve havanın düzelmesini beklersiniz.” Entegrasyon maliyeti de daha yüksektir. Bütün türbinlerle bir alt trafo ve kara arasına son derece dayanıklı kablolar döşemek gerekir. Bu kablolar karadakilerden çok daha sağlam olmak zorundadır; bu da entegrasyon maliyetini artırır.³⁵

Offshore rüzgâr endüstrisinin deniz koşullarında faaliyet yürütmek için beceri ve yeteneklerinden yararlanabileceği yer, onlarca yıldır rüzgârların, dalgaların ve fırtınaların saldırılarına karşı ayakta durmasını öğrenmiş olan offshore petrol ve gaz endüstrisidir. Sahiden de offshore rüzgâr çiftlikleri kurmak için yeni tür taşıyıcılar üretilmesine başlanmadan önce, petrol platformlarının inşasında kullanılan taşıyıcılar epeyce bir süre işlerine yaradı.

Deniz üzerindeki ilk rüzgâr çiftlikleri dalgasının faaliyet deneyimi zorlukların boyutlarını ortaya koydu. Ama Avrupa yılmadı. Karadaki elverişli mekânlar tükendikçe, iklim değişikliği hedefleri başka bir seçenek bırakmıyor. Gerçi Avrupa’nın offshore rüzgâr enerjisiyle, özellikle planlanan süre içinde genel hedeflerinin yanına bile yaklaşması pek kolay olmayacak gibi görünüyor. Fakat offshore rüzgâr enerjisini geliştirmek amacıyla düzenleyici politikaların yanında, yüksek tarife garantileri ve benzeri teşvikler de uygulanacaktır. Uzun süredir Avrupa’da rüzgâr geliştiriciliği işiyle uğraşan biri şöyle diyor: “Offshore rüzgâr işi mutlaka olacak. Hükümetin iradesi bunu olduracak.”³⁶

ABD'de gelecek açınımları da az gelişkin ve daha belirsiz görünüyor. Cape Cod, Martha'nın Bağları ve Nantucket arasında kurulması önerilen 130 türbinli rüzgâr parkı Cape Wind etrafında dönen mücadele bunu çok net bir biçimde göz önüne seriyor. Çeşitli çevreci grupların iki taraf arasında bölündüğü toprak sahipleri, denizciler, yerli kabileleri ve yöre halkı ile karşı cephede geliştiriciler ve temiz enerji savunucuları arasındaki bu savaş hem Massachusetts'te hem de Washington'da on yılı aşkın bir süredir devam ediyor. Projeye muhalefet merhum Massachusetts senatörü Ted Kennedy'den beri sürüyor. 2010'da eyaletin kıdemli senatörü John Kerry bu projenin "Massachusetts için iş ve temiz enerji" anlamına geldiğini açıkladı; eyaletin genç senatörü Scott Brown ise Cape Wind projesinin "Cape ekonomisi için can alıcı sektörler zarar verebileceği...[vel] uçuş güvenliği ile yerli kabilelerin haklarını ihlal edebileceği" endişesini dile getirdi.³⁷

Bu aşamada ana offshore cephesi Avrupa sularında kalıyor.

Otuz yılı aşkın bir süredir onca gelişmeye ve öğrenilen onca şeye karşın, rüzgâr enerjisinin ölçeklendirilebilir bir sanayi haline gelmesi için hâlâ erken. Ama hükümetler ve kamuoyu karbonsuz elektrik üretimi arayışını sürdürdüğü sürece payının artacağı kesin. Bugün net bir biçimde elektrik tedarik edebilen alternatiflerden biri. Yeni araştırma programlarıyla teknolojik gelişmeyi ilerletecek, operasyonları ve imalatı iyileştirecek, şebekeyle ilişkisinde esnekliği artıracak ve maliyetleri aşağıya çekecek yollar aranıyor.

Sürecin oldukça uzun bir zaman aldığı kesin. Ama bugün rüzgâr artık elektrik enerjisi endüstrisinin bir parçası. Gerçekten de şu anda olan pek çok şey var—öncülerin bir kısmı bundan üzüntü duyabilir, hatta belki de çok sevimsiz bir iltifat olarak kabul edebilir—rüzgâr artık gerçekten bir "alternatif" olamayacağı bir aşamaya gelmiştir. Birtakım sınırlılıkları ve sorunları olan, hâlâ görece küçük, ama elektrik enerjisi dünyasında görünürlüğü gitgide artan ve kesinlikle hâlâ hızlı bir büyüme rotasında seyreden bir "konvansiyonel" enerji kaynağına dönüşme noktasındadır.

BEŞİNCİ YAKIT-ETKİNLİK

Hepsinin içinde bir enerji kaynağı var ki, en azından önümüzdeki birkaç yılda en büyük etkiyi yapma potansiyeline sahip. Rasyonelliği bakımından en basiti gibi görünse de, aslında insan aklının alması en zor olanı. Kaldı ki, ne öyle borudan akıp giden sıvıya benzer, ne de kablodan geçen elektronlara. Pompayla arabanıza dolduramayacağınız gibi, bir tanka da depolayamazsınız. Ne 25 kat yüksekliğindeki bir rüzgâr türbininin heybetli boyutlarına sahip, ne de bir enerji santralinin alımlı görüntüsüne. Onda elektrikli arabanın afili havasından da eser yoktur, yenilenebilir enerjilerin uzun erimli vaatlerinden de.

Kimileri ona “beşinci yakıt” diyor. Çoğu kişi onu bir yakıt ya da enerji kaynağı olarak bile görmez. Ama etkisi açısından kesinlikle öyledir. Farklı isimlerle anılır: *korunum*, *enerji etkinliği*, *enerji verimliliği*. Ona *enerji zekâsı* bile denebilir; daha akıllıca tüketmek, enerji kullanımına daha akıllıca yaklaşmak, yani aynı ya da daha fazla etki elde etmek için daha az kullanmak anlamında. Hangi isim verilirse verilsin, gelirlerin yükseldiği, hareketliliğin arttığı ve nüfusun çoğaldığı bir dünyada yüksek kaliteli bir kaynaktır. Ama onu ele geçirmek hiç de kolay değildir. Hele bedava hiç değildir. Gerek zamanla gerekse parayla ölçülen yatırım ister.

Yıllar boyunca korunum bir ceza gibi, ağır bir maliyet yükü, yaşam standardında bir kesinti, azalma, bir tür kendini yadsıma gibi görüldü. Gelişmekte olan ülkeler zaman zaman kendilerinin daha yüksek bir

yaşam standardı fırsatından men etmek için bir bahane olarak kullanıldığından kuşkulandılar. Ama artık bunların hepsi değişti. Enerji etkinliğinin kilit—ve de vazgeçilmez—rolü ve boyutları üzerinde küresel bir konsensus oluşmakta. Buna tavırlardaki “C-change” deniyor (toplumda tavır ve davranış değişimi-çn.).¹

Korunuma vurgu yapılmasının geleneksel nedenleri arasında maliyet ve yüksek fiyatların yanı sıra, enerjiyi çoğaltmak ve çevre üzerindeki baskıyı azaltmak da vardı. İyi mühendislik uygulamalarında etkinlik artışı ayrılmaz bir yere sahipti.

Ancak son birkaç yıldır bu C-change'i pekiştiren iki yeni zorunluluk boy göstermişti. Biri iklim değişikliği idi. Enerji ne kadar etkin kullanılırsa, atmosfere salınan karbon miktarı o kadar az olur. Diğeri de doğrudan ekonomik gelişmenin kendisiydi. Yeni gelişmekte olan pazar ülkelerinde hızlı ekonomik genişleme dünyadaki enerji tüketiminde ciddi bir artış getirdi ve böylelikle enerji kaynaklarına talebi yükseltti. Oluşan yeni konsensusa göre, dünya enerji arzına ve yatırımları zamanında yapabilme kapasitesine sürdürülebilir olmayan yükler bindirmeden bu ekonomik gelişmeyi sürdürmek için enerji etkinliğini iyileştirmek gerekiyor.

Bu etmenler sonucu dünya ölçeğinde bir C-change olgusu yaşanıyor. Çin enerji verimliliği meselesini enerji politikasının baş sırasına koyarak, verimliliği iki katına yükseltme hedefine kilitlendi. Avrupa Birliği 2020'ye kadar yüzde 20 iyileşme hedefliyor. Rusya devlet başkanı Dimitri Medvedev ise 2020'ye kadar Rusya ekonomisindeki enerji yoğunluğunu yüzde 40 oranında azaltma hedefini açıkladı. ABD'de Obama yönetimi ekonomik büyümenin motoru olarak enerji etkinliğine yönelik yatırımlara odaklandı. Başkan Obama şöyle diyor: “Ekonomimizi daha güçlü ve temiz hale getirmenin en hızlı, en kolay ve en ucuz yolu onu daha etkin kılmaktır.”²

REEL ETKİNLİK KAZANIMLARI

Enerji etkinliği potansiyeline güven duymamızın bir nedeni, şu ana kadar pek çok kişinin farkına vardığından çok daha fazla şeyin başarılmış olmasıdır. ABD 1970'lerde GSYİH'sinin her bir birimi için harcadığı

enerjinin yarısından daha azını harcıyor bugün. Bu alanda sağlanan iyileşmenin önemli bir kısmı kesinlikle saf etkinlik artışıdır. 1970'li yıllarda yeni bir araba ortalama 1 litre benzinle 3,8 km yol gidiyordu. Bugün genel ortalamada yeni bir araba 1 litreyle 12,6 km'den fazla yol alabiliyor. Yeni inşa edilen konutlarda yalıtım ve ısı denetimi önceki dönemlere göre çok daha etkindir. Bu kazanımın bir kısmı da ABD ekonomisinde yapısal değişiklikleri yansıtmaktadır. Alan Greenspan'ın deyişiyle, ekonomi "hafiflemiştir". "Bugün bir birim ürün çıktısı için, önceki kuşağa oranla daha az fiziksel malzeme kullanılmaktadır." Ekonomideki—böylelikle ölçülebilir GSYİH içindeki—enerji yoğun imalat yapan kesim daralmış ve bu süreçler kendi içlerinde çok daha verimli hale gelmiştir. Ekonominin daha büyük bölümü, çoğu 1970'li yıllarda hiç var olmayan hizmet ve enformasyon teknolojileri ile daha hafif sanayi dallarına kaymıştır. Bu yapısal değişimin bir yanı da enerji yoğun imalatın düşük maliyetli ülkelere kaydığını ortaya koymaktadır. ABD'nin demir ve çelik üretimi son otuz yılda neredeyse yarı yarıya azalmıştır.³

Ancak çeşitli araştırmalar enerji oranındaki değişimin yarısı ila üçte ikisinin reel enerji kazanımına (ekonomideki yapısal değişikliklerden ayrı olarak) işaret ettiğini ortaya koyuyor; yani enerji kullanım zekâsı arttıkça, ister insanları taşımak, ister konutları ısıtmak, isterse hidrokarbonları kimyasala ve plastiğe dönüştürme işi olsun, belli faaliyetleri yerine getirmek için gereken enerji miktarı azalıyor.⁴

Bu küresel bir oluşumdur. Japonya, başlangıçta çok daha enerji etkin bir ülke olarak yola çıktığı halde, aynı dönemde enerji etkinliğini iki katına çıkardı. Avrupa da, her ne kadar ABD kadar iyi yüzdeler tutturamadıysa da, iyi bir ilerleme sağladı. Ama o da yine Japonya gibi daha etkin bir noktadan işe başlamıştı.

Bugün dünyanın en büyük ikinci ekonomisi durumuna gelen ülke için işler biraz farklı. Çin ekonomik reform sürecinde ilk kez yirmi yıldır daha enerji etkin konuma doğru yol alıyor. Ne ki, yüzyılın başında dünyanın atölyesi olmasından ötürü vites yükselttiği ve sanayileri küresel pazarı beslemek için üretime aşırı yüklendiği için, etkinlik düzeyi daha düşük kalmıştı. Gerek bu nedenlerle, gerekse enerji tüketimindeki mutlak büyüme nedeniyle, Çin yönetimi enerji korunumunu ulusal öncelik derecesine yükseltti. Gerek Çin ekonomik karar merkezlerinin

gerekse Çin halkının dikkatlerini bu hedefin önemine odaklamak amacıyla, başbakan Wen Jiabao şu başlıklı konuşmasıyla konunun önemini vurgulamak için özel bir gayret sergilemektedir: “Enerji Korunumu ve Salımı Azaltma Çabalarını Uygulama ve Güçlendirmeye Daha Fazla Önem ve Daha Yakın İlgi Göstermek.”⁵

JIENENG JIANPAI

2004’te Çin yönetiminin önüne dehşet verici bir hesaplama geldi. Rakamlar Çin’in ABD’yle aynı düzeyde petrol tüketmeye devam etmesi halinde, 2030 yılında tüm dünyada üretilen petrolden fazlasını kullanma noktasına geleceğini gösteriyordu. Bu durum, etkinliğin önlenemez aciliyetini fark etmelerini sağladı. 2006’daki 11. Beş Yıllık Plan *Jieneng Jianpai*—“*Enerji Tasarrufu Yapın! Salımı Azaltın!*”—sloganını ekonomik gelişmenin temel direği olarak benimsedi ve enerji korunumuna yönelik sıkı hedefler koydu. *Jieneng Jianpai* tüm kamusal mekânları—metro istasyonları, otobüsler, gazeteler, dergiler ve televizyonlar—kapladı. Ama yine de tüketim doludizgin devam ediyordu. 2007’de Çin’in toplam talebi 2000’dekinin iki katına çıktı.⁶

Bu trend öyle endişe verici boyutlara varmıştı ki, o yıl yayınlanan bir eleştiri ülkenin enerji ve çevre performansını yerden yere vuruyordu: “Yüksek enerji tüketen ve fazla çevre kirliliği yaratan sanayi sektörleri fazlaca hızlı büyüdüler. Ekonomik kalkınma ile kaynaklar ve çevre arasındaki çelişki keskinleşti.” Eleştiri “Kitlelerin çevre kirliliği bakımından da yakınacakları çok şey var” sözleriyle sona eriyordu.⁷

Bu eleştiri bizzat başbakan Wen’e aitti. Reform baskıları pek çok yönden geliyordu: artan petrol talebi ve ithalat artışı, yükselen kirlilik, karbon salımı konusundaki uluslararası eleştiriler, yerel hareketler riski, ayrıca günden güne büyüyen orta sınıf ve bizzat parti kadrolarının gittikçe yükselen endişe sesleri.

Hükümet enerji talebini hafifletme ve kirliliği azaltma politikalarını eşzamanlı uygulamaya çalışıyor. Buradaki amaç hem enerji hedeflerine ulaşmak, hem de başbakan Wen Jiabao’nun sözleriyle “yeni bir endüstri sisteminin”—Çin’i “yeşil enerji” lideri yapacak düşük karbon teknolojilerine dayalı rekabetçi yeni sanayiler—temellerini atmaktır.⁸

Çin önüne, ekonomisini 2020'ye kadar dörde katlamak gibi bir ulusal hedef koydu, ancak enerji talebindeki büyümeyi iki katla sınırladı. Bu son derece zor bir hedef; çeşitli şekillerde uygulanmaya çalışılıyor. “Öncelikli 1000 Program”, kendi başına ülkenin tüm enerji tüketiminin üçte birini gerçekleştiren Çin’in en büyük enerji tüketen işletmelerinde enerji tüketimini kısmayı amaçlıyor. Bugün Çin’in taşıtlarda uyguladığı yakıt etkinliği standartları ABD’den daha sıkıdır.⁹

Fakat Pekin talebi düşürmek için fiyat mekanizmasını kullanmakta ikircikli davranıyor. Çin’in neden perakende petrol fiyatlarını denetlemeyi sürdürdüğü ve tüketicileri dünya fiyatları karşısında kısmen koruma altında tuttuğu sorulan bir üst düzey yönetici basit bir gerekçeyle yanıt verdi: “Çiftçiler, ordu ve taksiciler için.” Başka bir deyişle, Pekin çoğu en alt gelir diliminde bulunan Çin köylüsü üzerindeki fiyat yükünü hafifletmek istiyor, böylelikle taşrada hoşnutsuzluk ve şiddet olaylarının patlak vermesine fırsat yaratmamaya özen gösteriyor. Ordunun enerji maliyetinden kaynaklanan ek külfeti hoş karşılamayacağı kesin. Taksicilere gelince, aslında bu petrol fiyatlarındaki tırmanışın kentlerde tetikleyebileceği protestolardan korkulduğunu anlatan bir metafor sadece. Böylece fiyat denetimini bırakma yönündeki hareket kademeli ve eksik kalmış oluyor. Enflasyon korkusu yüzünden, elektrik fiyatlarının kömür fiyatındaki artışı karşılayacak düzeye yükseltilmesinden de çekiniliyor; sonuçta elektrik temininde aksamalar yaşıyor.

Enerji talebinin yeni baştan şekillendirilmesinde, merkezi yönetimin politikalarını hayata geçiren, dolayısıyla da ekonominin biçimlenmesi üzerinde muazzam etkisi bulunan eyalet ve yerel yönetim yetkilileri oldukça kritik bir konuma sahiptir. Yerel liderler bölgelerindeki ekonomik büyümeye ve yaratılan istihdama göre derecelendirilir. Ancak bugün aynı zamanda enerji etkinliği ve çevre koruma konularında elde ettikleri ilerlemeye göre de değerlendiriliyorlar. Sekiz milyon nüfuslu bir şehrin valisi şöyle bir yorumda bulunuyor: “Bugün valiler büyük bir baskı altında.” Valinin büyük bir Çin kentinin başı olmaktan kaynaklanan işlevi dünyanın başka yerlerindeki aynı düzeydeki meslektaşlarının çok ötesindedir. Sorumlulukları arasında istihdam ve iş alanları yaratmanın yanında, geçim düzeyi ve maaşları yükseltmek ve gelir eşitsizliğini azaltmak da vardır. Tüm bu hedeflere ulaşmayı sağlayacak

mekanizma, hızlı ekonomik büyümeyi körüklemektir. “Ekonomik gelişmenin devamlılığını sağlamak zorundayım, ama öte yandan enerji tüketiminin azaltılmasıyla da ilgilenmem gerekiyor.” Gerçi kendi deyişiyle “yönetimin idari önlemleri”ni devreye sokarak onlardan yardım alabilir. Yani örneğin enerji etkinliğini yükseltmek için bölgesindeki 300’ün üzerindeki kâğıt imalatçısını birleştirip 20 imalatçıya kadar düşürme yetkisine sahip.

2010 yılında başbakan Wen, enerji etkinliğini iyileştirmenin son derece kritik bir mesele olduğunu, dolayısıyla hükümetin gerekirse “demir yumruk” kullanabileceğini belirten sert bir açıklama yaptı. Bunun hemen ardından hükümetin enerji etkinliği bakımından en zayıf olan çoğu çelik, çimento işletmesi ve benzeri fabrikadan oluşan 2000’in üzerinde işletmeyi kapatma kararı geldi. Ayrıca eyaletlere enerji yoğun sanayilere indirimli elektrik verilmesini durdurmayı emretti. Bazı yerlerde şirketlere enerji tasarruf tedbirlerine uyulabilmesi için hafta içi bazı günler işi durdurma talimatı gönderildi.¹⁰ 2011 Martında kabul edilen 12. Beş Yıllık Planda enerji tasarrufu hedefleri pekiştirildi.¹¹

SANAYİ: MEYVESİ NE KADAR AZ?

Avrupa, Japonya ve Kuzey Amerika’da ekonominin daha enerji etkin hale gelecek şekilde en iyi örgütlü kesimi sanayidir. ABD’de toplam enerjinin üçte birini bu sektör tüketmektedir. Şirketlerin yaptıkları en temel iş maliyetlerini anlayıp yönetmeye ve yatırımlarının getirisini hesaplamaya çalışmaktır. Bu özellikle, hammaddeleri sanayi ürünü haline getirdikten sonra, insanların satın aldıkları mallara dönüştürmek gibi oldukça ağır bir iş yapan büyükçe ve daha enerji yoğun şirketler için geçerlidir. Belli bir ölçeğe ve örgütlülüğe sahip bulunan bu şirketler için enerji gibi büyük maliyetlerle başa çıkmak acil bir gereksinimdir. Enerji kullanım düzeylerinin üzerine gidecek esneklik ve kapasiteden yoksun durumdaki küçük şirketler ya da ilgilenmeyi gerektirecek ölçüde enerji yoğunluğu bulunmayan kuruluşlar için bu o kadar geçerli değildir.

Son birkaç on yılda endüstriyel enerji etkinliği açısından kayda değer kazanımlar elde edildi. Süreci 1970’lerdeki fiyat şokları başlattı. Ar-

dından 1980'lerde hayatımıza giren yeni bilgisayar sistemleri, şirketlerin süreçleri eskisinden daha etkin biçimde yöneterek, enerji kullanımını azaltmalarına olanak sağladı. Enerji, maliyetlerin yeniden yükselmeye başlamasıyla birlikte, 2000'li yıllarda yine odak noktasına yerleşti.

Son yıllarda sanayinin etkinlik düzeyi bir hayli yükselmiş olmakla birlikte, hâlâ ciddi bir tasarruf potansiyeli var. Bir kere, teknoloji durağan değil ve teknolojik değişim her daim yeni fırsatlar üretiyor. Örneğin gelişkin sensörler ve yeni bilgisayar denetim sistemleri “1980'de hayal bile edilemeyecek fırsatlar” sunuyor.¹²

Operasyonlar ve bakım alanındaki değişiklikler az bir yatırımla mayalandığında düşük maliyet açısından kazanımlar sağlayabilir. Kimi tasarruf alanları ise yeni ekipman, yeni tesisler ya da mevcut bir tesisin yenilenmesi—yani modernleştirilip güncellenmesi—için daha büyük sermaye yatırımı gerektirebilir. Sanayide etkinlik potansiyeli çok büyük olabilir. Ancak oynaklık—fiyatların hızla yükselip alçalması—ciddi bir sorun yaratabilir. Şirketler fiyatların maliyetlerine ve bilançolarına hatırı sayılır bir etki yapacak kadar yüksek olacağına inanırlarsa, gereken parayı ve çabayı yatırıma—ve gereken kararlılığı sergilemeye—yanaşırlar.

“ÖZLEMLER”

Dow Chemical—ABD'nin en büyük kimya firması ve dünyanın en büyük enerji tüketicisi—neler başarılabileceğini gösteren klasik bir örnektir. Firmanın yıllık enerji ve besleme kaynakları faturası 30 milyar dolar dolayındadır. Günde bir milyon varile eşdeğer enerji tüketir. 1995 ile 2005 arasında Dow enerji kullanımını bir pound (453 gram) üründe yüzde 25 oranında azalttı. Bu çok büyük bir tasarruf rakamıdır; bu miktardaki enerjiyle Kaliforniya halkının bir yıl boyunca elektrik ihtiyacı fazlasıyla karşılanabilirdi. Dow'un bakışına göreyse, elde edilen sonuç bu çabaya fazlasıyla değmiştir; 1 milyar dolarlık yatırım karşılığında 9 milyar dolar tasarruf sağlanmıştır. Peki, ama bu nasıl başarılabildi?

1990'ların ortalarında Dow üst yönetimi enerji kullanımını on yıl içinde yüzde 20 düşürmeyi hedefleyen bir karar alır. Bizzat Dow'un CEO'su Andrew Liveris bu kararı pek dikkatli hesaplanamamış anlamına gelecek

şekilde “özlem içeren bir hedef” diye tanımlamıştı. Aslında buradaki mesaj daha çok “haydi görelim bakalım” anlamına geliyordu. “Sistemin her yönü mühendisi, tesisteki adamı, araba ve demiryolu filosunu idare eden kişiyi enerji tasarruf etmenin yollarını bulmaya teşvik ediyor ve bunun için ödüllendiriyor. DNA’mızın bir parçası olup çıktı.”¹³

Ama önlerinde iki büyük engel vardı: Birincisi örgütsel—etkinliği başlı başına önemli bir konu olarak almak gerekiyordu, iyi bir koruyucu bakımın yan ürünü olarak değil. Bunun için örgütsel tasarımda yenilemeye gitmek gerekiyordu. İşe bir Küresel Etkinlik Lideri atanarak başlandı; bu kişi, şirketin küresel düzeyde agresif enerji korunu planları uygulama yetkisine sahip Teknoloji Sorumlusuna dönüştü. Bu lider şirket bünyesinde fırsatları gören, sonra da bunlardan nasıl yararlanılacağını bulan çeşitli ekipler ve ağırları destekledi. Fabrikalar hedeflerin gerçekleştirilmesinden sorumlu tutuldular ve “enerji etkinliği anlayışı” denilen bir kampanya başlatıldı.¹⁴

İkinci olarak, şirket enerji kullanımını ölçmek için istikrarlı yollar bulunmadığını gördü, dolayısıyla ortak ölçütler geliştirilmesi gerekiyordu. Dow’un enerji programı sorumlusu Richard Wells bunun “şirketin her tarafında fikir üretimi desteklenerek” gerçekleştirildiğini söylüyor. “Elimizde sihirli değnek yoktu, her şeyi tıkanıklıklarla karşılaşp çözerek öğrendik.”

Bu yüzde 25’lik kazanç çok geniş bir proje yelpazesıyla elde edildi. Isı ve enerjiyi birlikte üreterek, etkinliği artıran ve enerji gereksinimini azaltan büyük ortak üretim tesisleri kuruldu. Bir kısmı pek çok küçük şeyi harmanlayarak birikim etkisiyle sağlandı. Dow kimyasal üretiminde bol miktarda buhar kullanmaktadır. Wells “tek bir buhar kapını büyük bir şey sayılmaz” diyor. “Ama hepsini birlikte düşündüğünüzde çok büyük bir rakama ulaşır, hele şirket düzeyinde aldığınızda, gerçekten devasa boyutlara varır.”

Dow şimdi yeni bir hedef belirledi: 2015’e kadar enerji etkinliğini bir yüzde 25 daha iyileştirmek. “Önümüzdeki on yılda daha fazla teknoloji gerekecek. Değişimin molekül düzeyine ulaşması gerek.”

Yeni yüzde 25’lik hedefi koyanlardan biri de Andrew Liveris: “Bunu davranışınızın ayrılmaz bir parçası olarak kurumsallaştırmanız gerekiyor. Bir sinyal geldiğinde, büyüleyici şeyler olabilir.”¹⁵

Uluslararası Enerji Ajansı dünyanın enerjisinin üçte birini tüketen ve karbon salımının yüzde 36'sından sorumlu olan dünyadaki sanayi sektörünü analize tabi tuttu. Sektör tüketiminin dörtte birinin “etkisi kanıtlanmış teknolojiler ve en iyi uygulamalar” kullanılarak azaltılabileceği sonucuna vardı. Enerji tüketiminin azaltılması dünyadaki tüm CO₂ salımını yüzde 12 dolayında düşürecek. Bu enerji tasarrufu Japonya'nın tüm enerji tüketiminin bir buçuk katına denk olacak. Ancak bu araştırma henüz geniş ölçüde kullanıma girmeyen yeni teknolojileri içermiyordu. Bunun etkisi ne ölçüdedir? Endüstriyel enerjide yüzde 25'lik bir azalma “imalat sanayi sektöründe enerji tasarrufu ve CO₂ salımını azaltma teknik potansiyelinin alt erim öngörüsü” olarak düşünülmelidir. Dünyanın bazı bölgelerinde daha da yüksek olabilir.¹⁶

“KURAL DEĞİŞTİRİCİ”

Gerçekten de enerji tasarrufu yapmak isteyen bir sektör varsa, o da havayolu taşımacılığıdır. Son yıllarda yakıt bu sektörün başlıca maliyet unsuru oldu; toplam maliyetinin yüzde 25 ila 35'i. Gerçekten de bir uçak biletinin içerdiği en büyük maliyet kalemi yakıttır. Bu nedenle, zaten kâr sınırında dolanan, sahiden de çoğunlukla çok ufak kârlarla yetinmek zorunda kalan bu sektörde bu imaliyeti denetleme arzusu çok artmıştır.

United Airlines CEO'su Jeffery Smisek “jet yakıtı kullanımının etkinliğini artırmak bizim açımızdan inanılmaz önemli” diyor. “Bir sonraki maliyet kalemi olan işgücüne harcadığımızın kat kat fazlasını yakıtı veriyoruz. Fiyatların durmadan inip çıkması bizi mahvediyor. Bu oynaklığı fiyata yansıtamıyoruz.”

Havacılık sektörü 1970'lerden beri yakıt etkinliğini yükseltme arayışı içinde ve o günlerden günümüze jetlerdeki yakıt etkinliği iki katın üzerinde arttı. Yeni jetler aynı miktarda yakıtla aynı miktarda yolcu ve kargoyu eskilerinin iki katı uzak mesafeye taşıyabiliyorlar. Bu kazanım çeşitli yollardan sağlandı. Uç kanatçıkların—kanat uçlarındaki küçük kıvrık parçalar—geliştirilmesi, sürtünmeyi azaltarak yakıt tasarrufu getiriyor. Bu kanatçıklar sayesinde 737'ler aynı miktarda yakıtla yüzde 6 daha fazla mesafe kat edebiliyor. Uçaklara can yelekleri konması nedeniyle,

New York-Miami, Dallas-Miami ve Los Angeles-Cancun gibi rotalarda kıyı boyundan ayrılmama zorunluluğu kalmayan uçaklar doğrudan suyun üzerinden giderek yakıt tasarrufu sağlayabiliyor. Yakıt fiyatları tırmandığı zamanlar en ufak bir yük fazlası ciddi ölçüde can yakabiliyor. Dolayısıyla uçaklar şimdi daha az içme suyu, daha hafif yemek servisi arabaları ve daha az dergiyle—hatta hiç dergisiz—yola çıkıyor. Uçakların dış yüzeyleri daha pürüzsüz hale getirilerek sürtünme etkisi azaltılıyor ve dış boyada koyu renk yerine daha açık renkler seçilerek iç ısı ayarlama maliyeti düşürülüyor. Piste devamlı alçalarak yaklaşma (CDA) daha uzun süren, daha kademeli yaklaşımlara oranla yakıt tasarrufu sağlıyor. Bugün ABD'deki hava trafiği kontrol sistemini yirmi birinci yüzyıla uygun bir sistemle değiştirmek için en az 60 milyar dolarlık bir harcama gerekiyor. Bu değişim ciddi bir tasarruf getirecek, çünkü artık uçaklar inişlerde yerden kumandalı yönlendirme araçlarını izleyerek zikzak çizmek zorunda kalmayacaklar, daha direkt rotalar üzerinde uydu sinyalleriyle yönlendirilecekler. Bu zaman döngüsünü azaltacağı gibi, alçalmaları da daha isabetli hale getirecek. Hepsi de yakıt tasarrufu kazandıracaktır.¹⁷

Ancak kazanımların en büyüğü yeni kuşak uçaklardan beklenmektedir.

HANGİ “YÜZDE 20”?

Boeing bundan sonraki ilk uçak serisi kuşağına karar vermek üzere 59 havayolu firmasının temsilcilerini müşterilerin istekleriyle ilgili bir oylama için Seattle'a çağırdı. Şirket iki farklı yeni uçak kuşağı tasarımı üzerine Ar-Ge çalışması yürütüyordu. Her iki tasarım da yüzde 20 tasarruf vaat ediyordu, ama farklı açılardan. Biri, Sonic Cruiser ses sınırına yakın bir hızda (mach 98) yol alarak, mevcut jetlerden yüzde 20 daha yüksek hıza erişebiliyordu. 7E7 modeli ise yüzde 20 yakıt etkinliği sağlıyordu. Sonic Cruiser *zaman* tasarrufu getiriyordu. 7E7 ise—buradaki *E* etkinliği ifade ediyordu—*yakıt* tasarrufu sunuyordu, bu sayede işletme ekonomisinde ciddi bir iyileşme elde edilecekti.

O gün gizli oylama yapılmadı. Toplantı New England kent meclisinde düzenlenmişti. Bütün havayolu firmalarının temsilcileri şirket

amblemını eline alıp salonun karşı yanına doğru gidecek, ya Sonic Cruiser ya da 7E7 maketinin üzerine iğneleyecekti. Sonuçta Sonic Cruiser tarafında tek bir amblem yoktu; 7E7 tarafında ise tam 59 amblem duruyordu. *Yakıt etkinliği, Zamanı* 59'a 0 yenmişti.

Bugün bu sonuç 787 olarak biliniyor. Kısmen tedarik zincirinin karmaşıklığı yüzünden, hayli gecikmeli de olsa—havayolu filomuza katıldığında—787 göklerin en yakıt tasarruflu uçağı olacak.

Yakıt etkinliği alanında iyileşmenin ana kaynağı uçağın iskeleti ya da ana gövdesidir. Bu alanda 1950'lerden beri ticari uçakların değışmez yapı malzemesi olan alüminyumdan kompozit ya da karbon laminat denilen daha hafif, daha sağlam bir maddeye geçerek sonuç alınacak. Daha hafif daha az ağır demek, bu da daha az yakıt sarfiyatı anlamına geliyor. Karbon laminat tenis racketlerinde kullanılan bir malzeme. Ama tenis raketi başka, tam yüklü 245.000 kg ağırlığa ulaşan 270 koltuklu bir uçak boyutu başka; bunun için çok büyük teknolojik ileri hamleler gerekiyor.

Gecikmesine karşın Dreamliner pek çok havayolunun önündeki gelecek büyüme dönemine uygun düşen bir uçak. Hava yolculuğı, özellikle uluslararası hava yolculuğı bugün keskin bir yükselişte. Bir tahmine göre 2026'ya kadar dünya çapında faal durumdaki ticari havayollarının sayısı ikiye katlanarak 18.200'den 36.400'e çıkacak. Bu büyüme gelir artışı, küreselleşme ve açık pazarların çoğalmasının sonucu olarak gerçekleşecek. Bu da yakıt etkinliğini artırma zorunluluğunu pekiştiriyor. Ancak Jeffery Smisek'in işaret ettiğı gibi, bizzat yakıt fiyatları da hava yolculuğunun boyutları üzerinde etkili olacak. "Yakıt maliyetlerimiz yüksek olursa, daha sınırlı rota ağına sahip daha az sayıda havayolumuz olur. Yakıt maliyetlerimiz düşük olursa, daha geniş ağlara sahip daha çok havayolumuz olur."¹⁸

Şurası kesin, ucuz tarifeli havayolu firmaları yolculuk fırsatlarını daha geniş kesimlere yaydıkça, bir ters tepki ortaya çıktı. Britanya başta olmak üzere bazıları kendilerince "ahlaki" gerekçelerle hava yolculuğına karşı çıkıyorlar: küresel ısınma. Perhiz yemini edip uçmayı reddediyorlar. Rough Guide seyahat kitaplarının kurucusu kişisel uçak yolculuklarına son vererek Britanya içinde kalacağını, yaz tatillerinde de treni tercih edeceğini açıkladı. Ayrıca Rough Guides'a "uçak yolculuğunun olumsuz etkileri" başlıklı bir bölüm eklenmesini önerdi. Raki-

bi Lonely Planet rehberi de onunla dayanışma sergileyerek aynı doğrultuda adımlar atmaya karar verdi. Londra Anglikan Başpiskoposluğu tatilde uçağa binmenin “bir günah işareti” kabul edileceğini duyurdu.¹⁹

Sivil havacılık dünya üzerinde CO₂ salımının yüzde 2 ila 3’ünü oluşturuyor. Bu bakımdan yakıt etkinliği yalnız bir enerji stratejisi değil, aynı zamanda bir karbon stratejisi. Yakıt etkinliğinde sağlanacak yüzde 20’lik bir iyileşme CO₂ salımında yüzde 20’lik bir azalma anlamına gelecek. Havada dolaşan uçak sayısı çoğaldıkça ve havayolları artan oranda fiili ya da salık verilen ulusal-uluslararası karbon azaltma rejimleriyle karşılaştıkça, bu tasarrufun önemi daha da artacak. Şu anda en büyük etkinlik zorlaması hâlâ uçak müşterilerinden—uçak yolcularından değil, dolaysız müşterilerden, yani uçakları satın alan ve işletenlerden—geliyor.

Onlar için yakıt etkinliği bir ekonomi meselesidir. Üstelik mesele yalnızca işletme ekonomisi değil, varlık yokluk ekonomisidir.

KIRMIZI KURDELE

Dünya sermaye stoku—binalar, taşıtlar, ekipman ve fabrikalar—üzerinde döndüğü sürece, etkinlik artacaktır, çünkü bunlar daha yüksek etkinlik standardının simgesi olacaklardır. Korunum giderek daha büyük ölçüde bir rakip enerji kaynağı olarak görüldükçe, başka yatırımlarla karşılaştırılacaktır. Birçok olayda korunumun ekonomik örnekliği son derece cazip olacaktır.

Yine de bu söylenenlere karşın, etkinliğin iki büyük dezavantajı var. Heybetli ve sesi gür çıkan bir taraftar kitlesi yoktur. Ve elinizi uzatıp erişilebilecek bir şey değildir.

Andris Piebalgs eski Sovyetler Birliği’nde fizik eğitimi almıştı. Sovyetler Birliği’nin dağılmasından sonra şimdi bağımsız Baltık ülkesi Letonya’nın diplomatı oldu. Daha sonra AB Enerji komiseri, yani tüm Avrupa’nın enerji bakanı seçildi. Bundan sonraki beş yıl AB’yi oluşturan 27 ayrı ülkenin karmaşık ve çekişmeli enerji politikası oluşturma süreçlerinin merkezinde bulundu.

Bir gece Washington'da AB elçisinin evinde akşam yemeği yiyorlardı. Piebalgs buraya Washington Toplantı Merkezine üç bini aşkın kişiyi dolduran ve ortalığa coşku ve iyimserlik havası yayan bir yenilenebilir enerji konferansı için gelmişti.

Yemekten önceki içki faslı sırasında Piebalgs'a—AB'nin agresif 2020 etkinlik hedeflerine atıf yapılarak—yenilenebilir enerjinin etkinlik karşısındaki görece popülerlik derecesi soruldu.

“Yenilenebilir enerji daha popüler” diye karşılık verdi bakan. “Yenilenebilir enerji işin arz ayağında. Yeni enerji sağlıyorlar. Etkinlik ise karşılığını yıllar sonra alabildiğiniz bir şey. Enerji etkinliği bolca yokuşa sürme, bolca teşvik ve bolca yasal düzenleme içeriyor.”

“Ayrıca ortada kesilecek kırmızı kurdele de yok.” Korunum—enerji etkinliği—maliyet ve çevre sorunları açısından son derece *belirgin* bir çözüm oluşturabilir. Ama bu durumda boy boy resimlerin çekildiği, devlet yetkilileri ile şirket yöneticilerinin birlikte kırmızı kurdele kestikleri açılış merasimleri, kameralara gülümseyerek poz vermeler ve yeni bir devasa tesisin açılışı gibi şeyler olmayacak. Ardından, küresel siyasete derinliğine daldıktan sonra öğrenmiş olduğu en güçlü hayat derslerinden birini düşünerek, başını salladı.

“Kırmızı kurdele kesebilmek çok önemli.”²⁰

KORUNUM AÇIĞINI KAPATMAK

On dokuzuncu yüzyılda insanlar kırlardan kopup kentlerde yoğunlaştıkça kentlerdeki sıcaklık dalgaları zaman zaman aşırı etkiler yapmaya başladı. 1878 yılında ABD'nin bazı bölgelerini tehdit eden sıcak dalgası üzerine gazetelerde şöyle manşetler yer aldı: "Kıran Korkusu", "Bugün Güneşin Doğuşu Tam Bir Dehşet İçinde Bekleniyor." 1901'de ülkeyi vuran en büyük sıcak dalgalarından biri Doğu ve Ortabatıda yüzlerce ölüme yol açtı. Yerel hastaneler sıcak çarpmasına uğrayanları almak için atlı ambulans göndermeyi kestiler, çünkü sıcak atları da yere yıkıyordu. 1901 yılındaki sıcaklar öylesine etkiliydi ki, tarihi boyunca ilk kez New York Menkul Kıymet Borsası, üyelerine ceketlerini çıkarıp yere bırakmaları için izin verdi.¹

Geleneksel olarak binalar insanoğlunun barınma, ısınma, serinleme ve aydınlatma gereksinimi arasında bir köprü işlevi görmek üzere inşa edilmiştir. Güneybatıda Alamo kalesi gibi yerler sıcak günlerde serin, soğuk gecelerde ise sıcak tutan kerpiç duvarlarla inşa edilmişti. Kentlerdeki taş binalar güneşten koruyacak içeri girintili pencereler ve ışık ve hava akımını iç odalara kadar taşıyan orta avlular şeklinde tasarlanmıştı. Ancak insanlar kentlerde toplanıp binaların boyu yükseldikçe sanayi bilgisinin de genişlemesiyle birlikte, bu yapıları yaşanabilir ve üretken kılmak—ve de kentlerin bir bütün olarak işlev kazanabilmesi—için gereken ısınma, serinleme, aydınlatma ve enerjiyi sağlamak amacıyla gittikçe daha gelişkin ve çeşitli enerji kullanım biçimleri ortaya çıktı.

Bugün ABD’de konut ve ticari sektör (binalarda kullanılan elektrik de içinde) ülkenin toplam enerjisinin yüzde 40’ını ve elektriğinin dörtte birini tüketiyor, ayrıca çok ciddi miktarda CO₂ salımı gerçekleştiriyor. Diğer ülkelerde bu oran daha da yüksek: Britanya’da yüzde 50, Çin’de binaların enerji kullanım payı daha az, ama ülke yılda en az 10 milyon yeni konut birimi üretmeye devam ettikçe bu durum büyük bir hızla değişecek. Bugün sorun yalnız yaşanabilir binaları nasıl inşa edeceğimiz değil, onlara sağlanan enerjinin nasıl daha etkin kullanılacağıdır. Bunun için üzerinde durulması gereken konular tasarım, davranış ve etkinlik potansiyeli ile realite arasındaki fark, yani korunum açığıdır.²

PATENT NUMARASI 808897: “MAMUL HAVA”

On dokuzuncu yüzyılda yatırımcılar ve işadamları sanayi süreçlerini sekteye uğratabilecek ısı ve nem kontrolü için bir yol bulmaya uğraştılar. Yüzyılın son on yılında dünyanın domuz kasabı Şikago’daki büyük paketlenmiş et sanayine hijyen getirecek ilkel soğutma sistemleri uygulamaya girdi. 1901’deki sıcak dalgasından sonra New York Hisse Senedi Borsası sonunda yalnız işlem yetkililerine ceketlerini çıkarma izni vermekle yetinemeyeceğini anladı. Bunun üzerine seri soğutma sistemleri sipariş etti. Ama sistem pek iyi işlemedi; elde edilen hava son derece rahatsız edici, yapış yapış nemli bir havaydı. Soğutması yeterli olmadığı gibi, nemi kontrol altına almak gerekiyordu. Ama nasıl?³

Willis Carrier New York’un Angola ilçesinden, mekanik mühendisliğine yatkın, matematik becerisine sahip ve çözümleri kafasında canlandırma yetisi bulunan 25 yaşında bir mühendisti. Buffalo Forge Company için çalıştığı sırada, bir dergi matbaacısının renkli mürekkebin kurumasını önleyerek diğer sayfalara bulaşmasına neden olan nemi giderecek bir yöntem bulmasına yardımcı oldu.

Ancak bulduğu bu çözüm Carrier’in içine pek sinmemişti. Nem—daha somutu, havada belli düzeyde su buharı oluşturma konusu—kafasını kurcalamaya devam ediyordu. Derken bir akşam Pittsburgh’da sis basmış bir platformda tren beklerken, kafasında bir şimşek çaktı. Carrier aşağı yukarı volta atarken sise rağmen havanın kuru olduğunu fark etti. Sis yapısı üzerine düşününce bir “deha ışığı” parlayıverdi.

Bu ışık parıltısı onu 808897 numaralı patente götürdü: ısı ve nemi kontrol altına almak için suyu ısıtan ya da soğutan ve havayı temizlemeye yarayan bir “Hava İşleme Cihazı”. İnsanlar bu fikirle “mamul hava” diye dalga geçmeye kalktılar. Buffalo Forge Company bu belirsiz inovasyonun ismine verebileceği zarardan öyle korktu ki, başmühendisnin adıyla, Carrier Air Conditioning Company diye tamamı kendi mülkiyetinde ayrı bir şube açtı.⁴

Ne ki Patent 808897 pratikte yararlı oldu. Böylece modern klima cihazı icat edildi ve insanoğlunun en çetin yaşam problemlerinden birine çözüm bulundu. 1911’de Carrier klima endüstrisinin Magna Cartası olarak tanınan formülü geliştirdi. 1922’de Los Angeles’daki Grauman’ın Metropolitan Theater binasına iklimlendirme sistemi kurdu. İndirim günlerinde aşırı kalabalık olan mağazada müşterilerin sıcaktan bayılması üzerine Detroit’teki bir firmanın talebiyle, ilk kez 1924 yılında bir reyonlu mağazaya monte edildi. 1930’da hava iklimlendirme sistemi Madison Square Garden’da hem Senatoya hem de Temsilciler Meclisine ve New York ile Washington arasında çalışan bir trenin yemek vagonuna kuruldu. İlk tamamen klimalı çok katlı ofis binası 1920’lerin sonunda Texas’ın San Antonio kentinde inşa edildi. Klima cihazları dünyaya yayılmaya başladı; 1937’de Şam ile Bağdat arasında ilk klimalı otobüs sefere başladı. İkinci Dünya Savaşı sonrasında Houston iklimlendirme sistemi sayesinde yaz aylarının uyuşturucu, boğucu ve bunaltıcı yapışkanlığından kurtulup, “dünyanın petrol başkenti”, bunun etkisiyle de ABD’nin dördüncü en büyük kenti haline geldi. 1950’lerin sonunda ülkenin sıcak yörelerinde klima cihazı konutların standart bir özelliğine dönüşmeye başladı. Klima olmasaydı, bugün tanıdığımız Sunbelt olmazdı.⁵

Savaş sonrası on yıllarda dünyanın pek çok yerinde inşa edilen gökdelenler geçen yarım yüzyılda geliştirilen dev iklimlendirme ve merkezi ısıtma sistemleri olmadan insanların barınmasına uygun hale getirilemezdi. Toplu ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemleri HVAC’lar temiz havayı tüm binaların içinde dolaştırıyor.

Klimaların yaygınlaşması küresel ekonomik gelişmenin seyrini değiştirdi ve dünya ekonomisinin genişlemesine olanak sağladı. Modern Singapur’un kurucusu ve ilk başbakanı Lee Kuan Yew, iklimlendirmeyi “yirminci yüzyılın en önemli icadı” olarak görmesinin nedenini, tropik

iklimlerdeki insanları üretken kılma olanağı sağlamasıyla açıklıyordu. Singapur çevre bakanı biraz daha da ileri gidip, eğer klimalar olmasaydı Singapur işçileri “ileri teknolojiyle donatılmış fabrikalarda çalışmak yerine, büyük olasılıkla hindistancevizi ağaçlarının gölgesinde kaykılmış olacaklardı” demişti.⁶

Enerji ve elektrik, konut ve ticaret sektöründe hizmet ve konforun yaygınlaşmasına olanak sağladı. Maliyet, enerji bulma ya da sera gazı gibi meselelerden endişe etmek için ortada pek bir neden bulunmadığı sürece sorun yoktu. Ama durum değişmişti.

Bugün bazı hesaplamalara göre, binalardaki enerji kullanımında yüzde 15-20 arası iyileşme potansiyeli bulunduğu ileri sürülüyor. Kimileri başka alanlarda daha büyük olasılıklar görüyor: tüm sektörde yüzde 25 ve maliyet etkinliği açısından da yeni binalarda yüzde 50 iyileşme olasılığı. Ancak bunların hiçbiri kolay sonuç alınabilecek şeyler değil.

Bundan yirmi yıl önce MIT’teki inşaat teknolojisi bölümünü kuran profesör Leon Glicksman “pek çok insan işin kolay kısmının daha önce yapıldığı kanısında” diyor. “Bazıları bütün problemlerin çözüldüğünü, artık yapacak bir şey kalmadığını düşünüyor. Şimdiye kadar gördüğüm en muhafazakâr sektörlerden biri bu. Ar-Ge çok az. Çok parçalanmış halde. İnsanları bir araya getirmek çok zor. Herkes kendine ait ufacık parçaya kafasını gömmüş. Ve çoğunluk bir sihirli değnek bulunmadığını anlamıyor.”⁷

Yine de bu sektörde, binaların inşa ediliş biçimini ve çalışma tarzını—hatta belki insanların yaşam şeklini de—etkileyen pek çok değişiklik meydana geliyor.

ANAAKIM HALİNE GELMEK

Değişiklik asıl 1970’lerde enerji arzındaki aksamalar ve enerji fiyatlarındaki sert yükselişlerle birlikte başladı. Fiyatların tırmanması, beklenen etkiyi üretti. Termostatlar kışın düşürülüp yazın yükseltildi. Ev sahipleri koruyucu çift camlı pencereler yaptırdılar. Gerek federal gerekse eyaletler düzeyinde vergi teşvikleri, düzenlemeler ve yükümlülüklerle etkinlik artırıcı hükümet politikaları uygulamaya kondu.

Kaliforniya öncülüğü kaptı. 1973 petrol krizi yalnız araba bağımlılığı yüzünden değil, aynı zamanda enerji dağıtım şirketleri çok fazla petrol tükettiği için de en çok bu eyaleti etkilemişti. Ertesi yıl vali Ronald Reagan tutumluluk ve enerji israfını azaltma tezlerine inanarak, kendi kadrosunu dinlemeyip Kaliforniya Enerji Komisyonunun kurulmasını onayladı. Böylece Ronald Reagan, ABD çapında bir model kimliği kazanan gittikçe daha sıkı enerji etkinliği kuralları belirlemeye koyulan komisyonun hamisi oldu. Onu diğer eyaletler izledi.⁸

Dağıtım şirketleri bilgilendirme programlarıyla ve evlere çatı ve bodrumlarını dolaşarak ve yalıtım durumunu ölçen ve kazanları kontrol eden enerji denetçileri göndererek korunum konusunda ilerleme sağlamaya çalıştılar. Bu gayretler genişleyerek, dağıtım şirketlerinin konut sahipleri ile inşaatçılara tüketimi yönetme ve azaltma konularında yardımcı olmak üzere talep ayağı yönetimi programları oluşturmasını getirdi. Bu arada standart zorunluluğu getirilmesi ve etiketleme koşulu gibi uygulamalarla imalatçıların piyasaya daha etkin cihazlar sürmelerini sağladı. Birbiriyle çelişen eyaletlerin kaotik düzenlemeleri yumağı sonunda tek tip ulusal standartlar halinde birleştirildi. Ardından federal hükümet ortalamanın üzerinde verim sağlayan enerji yıldızlarını ödüllendirme uygulamasını başlattı. Mimarlar ve inşaatçılar daha etkin tasarımlara odaklandılar. Stanford Üniversitesinden Lee Schipper “enerji korunumu genel geçer hale geldi” diyordu. “Otuz yıl önce inşaatçılar pencerelere iki-üç kat cam takılmasını anlamıyorlardı. Ama bugün anlıyorlar.”⁹

CİHAZLARIN ELEKTRİK TÜKETİMİ: GADGIWATT

Ancak bir açmaz var: Korunum genel geçer bir yaygınlık kazandığı halde bugün ABD’de konutlardaki enerji tüketimi 1970’lerin yüzde 40 daha üzerinde, ticari binalardaki tüketim ise neredeyse ikiye katlanmış durumda. Bunun nedenleri büyüme ve inovasyon. Tek aileli konutların sayısı ciddi oranda çoğaldı; klimalı evlerin sayısı da aynı şekilde. Evlerin boyutlarındaki genişleme de çarpıcıdır: 1970’lerden bu yana metrekare bazında yüzde 70 büyüme oldu. 1993’ten beri buzdolabı başına harcanan enerji miktarı yarı yarıya düşüyse de, bir evin buzdolabı için enerji tüketimi pek değişmedi, çünkü pek çok evde artık iki buzdolabı var.¹⁰

Konutlardaki enerji kullanımının önemli artış nedenlerinden biri de “cihaz-vat” (gadgiwatt) denilen 1970’lerde genelde var olmayan çok sayıda yeni cihazın tükettiği enerjidir. O yıllarda evde kullanılan elektriğin yüzde 91’ini yedi ev aleti çekiyordu: soba, iç aydınlatma, buzdolabı, dondurucu, su ısıtıcısı, klima ve ortam ısıtıcılar. Yüzde 9’unu da “geri kalan” cihazlar çekiyordu. Bu “geri kalanlar” kategorisi o tarihten bu yana elektriğin yüzde 45’ini tüketecek ölçüde büyüdü. Bunlar arasında 1970’lerde de kullanılan bulaşık makinesi ve televizyon gibi ev aletleri de yer alıyor. Ama aynı zamanda gündelik yaşantımıza adamakıllı giren ve “cihaz-vat” tüketen bir yığın cihaz ve aygıtı da içeriyor: bilgisayarlar, yazıcılar, video kayıt cihazları, faks makineleri, mikrodalga fırınlar, telefonlar, kablolu hizmetler, düz ekran televizyonlar, DVD oynatıcılar, akıllı telefonlar, tabletler ve şarj edilmesi gereken daha pek çok el aleti.

Aynı enerji ve elektrik açlığı gittikçe daha ileri teknoloji kullanılan, daha çok kablolarla donatılan ofis kulelerinde de gözleniyor. Dahası enformasyon teknolojisi yeni kompleksler ve yeni talepler doğuruyor: tahminen dünya çapında 15 milyonun üzerinde sunucu barındıran binlerce veri merkezi—bu rakamın 2020’de 120 milyonu aşması bekleniyor. Bu merkezler işlemcilere, belleklere ve diğer bilgisayar operasyonlarına enerji sağlamanın yanında, bu sunucuların ürettiği ısıyı gidermek için gereken soğutma işlemine de enerji vermek için büyük ölçüde elektrik çekiyor.¹¹

Binalarda enerji etkinliği tasarruf potansiyelini iktisatçı Lawrence Makovich bir “korunum açığı” olarak yorumluyor. Ancak korunum potansiyelini gerçekleştirmek pek kolay değil. Bir araç filosu 12 yılda yenilenebilir, ama binalar 50, 75 veya 100 yıl ve üzeri yaşayabilir. Bir noktaya kadar yenilenebilirler. Fiyatlandırma, bina sahipleri ile yöneticilerin mevcut yapıları iyileştirmek için harcayacakları zaman ve parayı etkileyecektir. Bu yatırımlar, başka yatırımların getiri oranı ile feda edilen karşılıklarını da içerecektir. Dünya Ekonomik Forumunun bir raporunda şöyle bir gözlem yer alıyor: “Etkinlik sağlayıcı yatırımlarda başka sermaye tahsislerine kıyasla tercih ve feda edilenler unsuru pek dikkate alınmamaktadır. Enerji etkinliğine yapılacak sürdürülebilir yatırımlar için *yatırım derecelendirme* testi uygulanması önem taşımaktadır.” Diğer herhangi bir yatırım gibi, etkinlik de diğer tercihlerle rekabet edebilmelidir.¹²

Etkinliğin önünü tıkayan finansal nitelikte olmayan engeller de var. Bunlardan biri inşaatçı ile son alıcı arasındaki çıkar uyumsuzluğudur. Ya-

lıtımı ve içindeki cihazları koyan, duvarların kalınlığına ve pencerelerin kalitesine karar veren inşaatçılar olduğundan, sonuç şansa kalmıştır. İnşaatçıların odaklandıkları asıl nokta satış şansını yükseltmek için maliyeti aşağıya çekmektir. Öte yandan yeni konut satın alanlar her ay enerji faturalarına daha çok para ödeyeceğinden, enerji etkinliğinin artması onların yararına. Bunu fark ettiklerinde inşaatçı çoktan çekip gitmiş, buna karşılık geride yaptığı tercihler kalmış olacaktır. Aynı şekilde kiralık binalarda da mal sahibini daha enerji etkin cihazlar koymaya teşvik eden bir etmen yoktur, çünkü enerji faturasını ödeyen kiracıdır.

Ev sahipleri etkinlik sağlayıcı yatırımların çabucak geri dönmesini beklerler. Bilgisizlik kronik bir sorundur. Daha düzgün bir yalıtımla ya da termostatı kısarak ne kadar tasarruf elde edebileceğini bilen ev sahibi çok azdır. Bu sorunların bir kısmı imar yasaları ve diğer düzenlemelerle, enerji etkinliğini gösteren cihaz etiketlemeleriyle ve kolay anlaşılır enformasyon ileterek düzeltilebilir. Odaklanma ve ölçümlemeyle ticari binalarda beklenmedik sonuçlar elde edilebilir.

Simon Property Group, Stanford Alışveriş Merkezi ve Kaliforniya'daki Laguna Hills Mall'dan Houston Galleria ile Washington yakınlarındaki Pentagon City'ye ve New York'taki The Westchester'e kadar ülkenin en ünlü bazı merkezlerinin de içinde yer aldığı alışveriş merkezleri idarecilerinin en büyüklerinden biridir. Simon 2003 ile 2009 arasında enerji kullanımını yüzde 25 azalttı. Simon'un enerji etkinliğinden sorumlu müdürü George Caraghiaur bu sonucu şöyle değerlendiriyor: "Bunun yüzde 60'ını en iyi uygulamaları hayata geçirerek, sağduyumuzu kullanarak ve özen göstererek gerçekleştirdik. Yani ışıkları söndürdük, kapıları kapalı tuttuk, tesisin tamamını serinletmedik. Özünde iş merkezi yöneticilerine ana babamızın bize tembihledikleri şeyleri söyledik."¹³

En iyi uygulamalar, ısıtma ve iklimlendirme sistemlerinin düzenli bakımı gibi "pek göze görünmeyen" şeyleri de içeriyor. Geri kalan yüzde 40 ise aydınlatma, daha verimli klima sistemleri ve yönetici denetimleri gibi alanlara yatırım yapılmasını gerektiriyordu. Bu yatırım çok büyük sistemleri de, geceleri mağazada kimse bulunmadığından içecek makinelerini bu saatler içinde çalışmayacak şekilde ayarlamayı da kapsayabilir.

TASARIMDAN GELEN ETKİNLİK

Tasarım aşamasında etkinlik binalara yaklaşımın bir parçası haline gelmekte. Yeşil bina bir yan faaliyet olarak başladığı halde, şimdi artık yaygınlık kazanmakta olan bir girişimdir. Bu anlayış daha şimdiden binaların inşa edilme şeklini değiştiriyor ve Ar-Ge'nin hiçbir zaman önceliğin kıyısından bile geçmediği bir sektörde—inşaat—Ar-Ge'yi teşvik ediyor.

1980'lerde bir dizi örgüt, yapı inşa etme, işletme ve bakımının çevresel yönlerini ölçümleme metodolojileri geliştirmeye—ve böylelikle etkinlik ve korunumu özendirmeye—başladılar. Bunlar arasında en tanınmışları ABD Yeşil Bina Konseyi ve onun Enerji ve Çevre Tasarımı Liderliği (LEED) programıdır. LEED yeni yapılar ve bina yenilemeleri için gerek enerjiyle, gerekse çevreyle ilgili bir dizi yol gösterici rehber ve sertifika çıkarıyor. Bu uygulama “sertifikalı”dan “gümüş”e, “altın”a ve en yükseği “platin”e kadar çeşitli derecelerden oluşan bir puanlama sistemini temel alıyor.

Ancak binaların—ve onunla bağlantılı her şeyin—çevresel etkilerini derecelendiren bir sistem geliştirmek pek kolay değildir. Örneğin bir yapının çevre değerlendirmesi yalnız enerji tüketimi ve karbon salımına mı odaklanmalı, yoksa yeşil alanların sürdürülebilirliği, toksik atıkların tasfiyesi ve kentsel sıklıkla katkısını da içermeli mi? Örneğin su konusuna Arizona'da farklı Maine'de farklı yaklaşmak gerekir. Sözün kısası enerji ve çevre muhasebesi basit bir iş değildir. Sonuç olarak kimi etkinlik uzmanları LEED gibi programların metodolojilerini sorguluyorlar.

Bugün bütünlüklü tasarım, parçalı inşaat dünyasında enerji etkinliği bakımından yüksek düzeylere çıkmanın anahtarı olarak görülüyor. Bu, mimarlar, müteahhitler, mühendisler ve danışmanların ilk tasarımdan inşaatın bitimine kadar birlikte çalışmalarını öngörüyor. Bu işbirliği bir binanın duvarları, ısıtma ve serinletme sistemleri, havalandırma ve aydınlatmasının iyi bir şekilde bütünleştirilmesini sağlamayı—böylece ciddi tasarruf elde edilmesini—amaçlayacaktır. Örneğin üstün performanslı bir kaplama—yani dış duvarlar—pencere yanına ayrı bir ısıtma sistemi koyma gereğini ortadan kaldıracak ve ana ısıtma ve serinletme ekipmanının boyutunu küçültecektir.

Bugün binalardaki en önemli yeniliklerden biri, yirminci yüzyıldan önce, insanların kendi çevreleri üzerinde denetim kazanmaya başlamasından önce—“hava imal etmeye” başlamazdan önce—yapılara ege-men olan ilkelere geri dönüş yapıyor. Ama tabii bugün çok daha ince-likli yollarla, ileri teknoloji ve araçlar kullanarak yakın geçmişte dahi geçerli olmayan bir bilimsellik ve mühendislik anlayışı ilkeleri uyarınca hareket etmeyi gerektiriyor. Tıpkı bir zamanlar o taş duvarlar gibi, şimdi de binanın termal kütlesi geceleri ısı vermek amacıyla gündüzleri enerji depolamak için kullanılıyor.

MIT'ten Leon Glicksman'a göre “Bir bakıma bütün bunlar yıllar içinde evrimleşen çözümlere, ama tabii ileri teknoloji versiyonlarına bir dönüşü ifade ediyor.” Ama diyor ardından bir ihtiyat kaydı koyarak, “Bir bina elli ya da yüz yıl yaşayacak olan bir şeydir. Bazı uygulamalar ilk birkaç yıl işe yarayabilir. Ama ya işe yaramaya devam etmezse ne yaparız? Yeni bir şey deneyip de işe yaratamamak büyük bir risk olmaz mı?”¹⁴

Yapıların enerji kullanım biçimine belirleyici bir etki yapabilen bir etmen de binayı kullananların zihniyeti, tavırlarıdır. Zihniyetin neler başarabileceğini, korunumun politikaya ve gündelik yaşama sinmiş bulunduğ u Japonya'ya bakarak anlayabiliriz.

MOTTAINAI: “İSRAF EDİLEMİYECİK KADAR DEĞERLİ”

Japonya 1970'lerden beri enerji kullanımını ideal düzeye çekme yönünde küresel bir örnekleyicidir.

O yıllardaki krizler hızlı büyüme sürecini bir anda sekteye uğratarak, Japonya'yı derinden sarsmıştı. Bu şoklar Japonlara enerji yönünden ne kadar kırılgan bir ulus olduklarını da anımsattı. Sonuçta yaşanan krizler ulusu birleştirdi. Uluslararası ticaret ve endüstri bakanlığının eski bakan yardımcılarında Naohiro Amaya yıllar sonra şöyle anlatıyor: “Herkes birlikte çalıştı. Japonlar deprem ve tayfun gibi krizlere alışkındır. Enerji şoku gerçekten büyük bir şok olduğu halde, kendimizi duruma uydurmaya hazırдық.” Ardından “topraktaki kaynakları kullanmak yerine, kafamızdaki kaynakları kullanacaktık” diye ekledi.¹⁵

Japonya'nın enerji etkinliği seferberliği böyle başladı. Japonlar hatırı sayılır teknik ve mühendislik yeteneklerini önemli ölçüde enerji yara-

tıcılığına, her birim enerjiden daha fazla değer çıkarmaya odaklayacaklardı. Elbette ortaya atılan her fikirden sonuç alınamadı. 1970'lerin ortalarında yaz aylarında klima gereksinimini azaltmak amacıyla ofis çalışanları arasında yeni bir erkek modası icat edildi: Kısa kollu takım elbise. Model—*shoene rukku*—bizzat başbakana ait olmasına rağmen ne olduysa bir türlü tutmadı.

Yapılan çalışmalar, tüm Japon toplumunun kaynaklarının, enerji operasyonları ve süreçlerinin etkinliğini yükseltmeye yönlendirilmesini sağladı. Burada bu süreç diğer toplumlara oranla çok daha kolay gerçekleşiyordu. Çünkü özünde, toprakları sınırlı ve kaynakları yetersiz bir ülkede yaşamaktan kaynaklanan tarihsel deneyimin şekillendirdiği tutumluluk ve sakınma gibi bir kültürel gelenekle yeniden bağ kuruyordu. Bu yönelim, ferah topraklara ve bereketli kaynaklara, uçsuz bucaksız ve çok daha güven telkin eden bir coğrafyaya dayanan Amerika'nın tarihsel deneyiminin tam tersiydi.

Yoriko Kawaguchi Japonya'nın önce çevre bakanı, sonra da dışişleri bakanı oldu. Bugün Japon parlamentosunun yüksek meclisinde yer alan Kawaguchi, lise değişim öğrencisi olarak ABD'ye ilk gelişinde verdiği tepkiyi anımsıyor: “Noel gecesi idi. Amerikalı ailem hediyelerini açmaya başladı; paketi açtıktan sonra hediye ambalajlarını yırtıp atıyorlardı. Çok şaşırmıştım, çünkü Japonya'da biz ambalaj kâğıtlarını dikkatlice açar, sonra yine kullanmak üzere düzgün bir şekilde katlardık. Biz buna *mottainai* deriz.”

Kawaguchi *mottainai*'nin İngilizceye tercüme edilmesi zor bir anlamı olduğunu söyledikten sonra, “o kadar zor ki,” dedi, bir keresinde Japon dışişleri bakanlığında bu sorunla ilgili bir toplantı düzenlendi, Sonuçta en uygun tercümenin “israf edilemeyecek kadar değerli.” olduğuna karar verildi. “Doğrusu biz hiçbir şeyi bol bulmadığımızdan, *mottainai* bizim olaylara bin yıllık yaklaşım ruhumuzu yansıtır. Bundan ötürü kaynaklarımız konusunda akıllı olmamız gerekiyor. Evde her çocuk gibi bana da tabağında tek bir pirinç tanesi bile bırakmamak öğretilmiştir. İşte bu *mottainai*'dir. Yani israf edilemeyecek kadar değerli.”¹⁶

Bu *mottainai* anlayışı Japonya'nın 1979 Enerji Korunumu Yasasında düzenlenen enerji etkinliğine yaklaşımının temelini oluşturmuştur. Yasa

1998'de Zirveye Yarışan programının uygulamaya konmasıyla genişletildi. Bu sistemde belli bir sınıftaki en etkin cihazı ya da motorlu aracı—yani “zirveye yarışanı”—alıp bütün motorlu araçların ve cihazların belli bir yıl süre içinde bunların etkinlik düzeyini geçmesi için bir talep listesi oluşturuluyordu. Etkinlik yönünden önündekini geçmek için sonu gelmeyen bir yarış başlatılıyordu. Elde edilen sonuçlar çarpıcıydı: 1997 ile 2003 arasında video kayıt cihazlarında ortalama yüzde 74 etkinlik artışı sağlandı. Televizyon cihazlarında bile aynı dönemde yüzde 26 iyileşme sağlandı. Fabrikalar ve binalar için geçerli iyileştirme yasalarında ek değişiklikler yapıldı ve etkinlik artırıcı planları uygulamaları şart koşuldu.¹⁷

Hükümet yeni yatırımları kolaylaştırmak için geniş kapsamlı bir vergi indirimi sistemini devreye soktu. Ayrıca yerine getirilemeyen etkinlik hedefleri için doğrudan para cezası uygulanıyor. Bu para cezaları Amerikan sisteminin kabul edebileceği türden bir uygulama değildir. Ancak değerleri, ülkenin kaynak durumu ve siyasi sistemi; tüm bunlar bu uygulamayı Japonya için kabul edilebilir kılıyor.

2011 yazında baş gösteren yeni enerji krizinde etkinliğe bağlılığın derecesi güçlü bir sınamadan geçti. Fukuşima Daiichi nükleer kazası sonucu Japonya'nın büyük bir bölümü ağır bir elektrik sıkıntısı yaşadı. Bu koşullarda *mottainai* bir tercih meselesi değil, zorunluluk olarak gündeme geldi.

DAHA AKILLI BİR ŞEBEKE

Korunum açığı teknolojiyle—ya da daha çok teknoloji, know-how ve davranışın birleşmesiyle—kapatılabilir. Enerji Tasarrufu İttifakının başkanı Kateri Callahan etkinliğin gerektirdiği altyapıyı şöyle tarif ediyor: “Diğer yakıtlar boru hattı ve nakil hattı gibi ‘katı’ altyapılar gerektirirken, enerji etkinliği ‘kamu politikası desteği, eğitim ve farkındalık ile yenilikçi finansman araçları’ gibi kendine özgü bir altyapı gerektirir. Ayrıca bu altyapıya entegre edilmesi gereken teknolojiler de mevcuttur.

Bütün bunlar, enerji dağıtımının düzenlenmesinde değişiklik yapılarak, korunuma yatırım yapmak için yeni tesisler inşasındaki kadar net teşvikler sağlamayı gerektiriyor. Duke Energy'nin CEO'su James

Rogers'ın sözleriyle “harcanan megavat miktarını azaltmayı, yatırım açısından megavat üretmekle eşdeğer gören bir iş modeli yaratmalıyız.”¹⁸

Ancak on ya da yirmi yıl kadar önce hiç var olmayan ya da çok az gelişmiş olan teknolojilerin de devreye sokulması gerekiyor. Bu, elektriğin üretilmesinden evler, ofisler ve fabrikalardaki son kullanım noktalarına kadar taşıyan sistemin modernize edilmesini kapsıyor. Her şey eninde sonunda gelip “akıllı şebeke”ye dayanıyor. Bu sözcüğün artık girmedığı yer kalmadı, acayip popülerleşti ve değdiği her noktada muazzam bir coşku kaynağı oluşturuyor. “Akıllı şebekeye” kim karşı çıkabilir, kim “aptal şebeke”yi savunabilir ki? Ne ki bu kavramın değişik tanımları var. Dünyanın en büyük enerji kuruluşlarından birinin başının dediği gibi, “akıllı şebeke kavramı çok zengin, komplike ve kafa karıştırıcıdır.” Kaldı ki tek bir teknoloji değil, bir teknolojiler harmanıdır. Yine de şu ya da bu biçimde dijital teknolojinin, çift yönlü iletişim, izleme, sensörler, enformasyon teknolojisi ve internetin büyük ölçüde uyarlanmasına dayanır. Akıllı şebeke aynı zamanda bir hareket niteliği de taşımaktadır ve bu yüzden de federal hükümet, dağıtım firmaları, enerji sektörü ve yatırımcıların giderek artan yüklü yatırımlarını çekmektedir.

En tanınan alt birimi, akıllı ölçüm diye bilinen ileri ölçümleme altyapısı etrafında kümelenmiştir. Bir bakıma Samuel Insull dönemine kadar giden güncel ölçümler ayda bir kez okunmaktadır. Bunun tersine akıllı metreler çok daha fazla kapasiteye sahip çift yönlü cihazlardır. Bilgileri okumak yerine dağıtım şirketine doğrudan geri göndererek, iletilen yükün durumunu gerçek zamanlı olarak ayrıntılı biçimde öğrenme olanağı sağlar. Aynı zamanda ev sahiplerine herhangi bir anda kullandıkları elektrik miktarını öğrenme olanağı sunarak, durumları hakkında farkındalık kazandırır. Bir ev alanı ağı eklendiğinde bu bilgi tek tek cihaz bazına indirilebilir, böylece buzdolabı, televizyon gibi diğer akıllı cihazlar da akıllı ölçümleme sistemiyle bilgi alışverişine girebilir. Tüm bu bilgiler ya bir kumanda tablosuna ya internete ya da cep telefonuna aktarılırsa ev sahipleri tasarruf için gerek duydukları cihazları kısabilir ya da tamamen kapatabilirler.

Akıllı metre, dağıtım kuruluşuna, toplam talep en yüksek noktaya çıktığında, ev içi enerji kullanımını azaltma olanağı da verir. Örneğin bir sıcak dalgası enerji sistemini zorladığında, dağıtım firması insanların evlerinde termostatlara (kendilerinin onayıyla) erişerek ortalama ayar

derecesini 68'den 73'e çıkarır. (Bazı dağıtım kuruluşları saat başı 15 dakika devreye sokarak fasıllı çalıştırma olanağı veren "çağrı" cihazları konusunda ilerleme kaydettiler.) Eğer elektrikli arabalar yaygınlaşırsa akıllı metre şarj işleminin talebin en düşük olduğu gecenin ilerleyen saatlerinde başlamasını ayarlamak açısından da önemli bir rol oynayabilir. Akıllı metre başka bir işe daha yarayabilir: enerji tasarrufunu doğrulamak. Eğer dağıtım firması daha enerji etkin bir tutum almaları için insanlara "para ödüyorsa", bu kaçınılmaz olabilir.

Bütün bunlar iki hedefi gerçekleştirmeye yöneliktir. Biri, zirve noktasındaki talebi dağıtmaktır; bu sayede en pahalı enerji üreten tesisleri kullanma gereksinimi azalır, para tasarrufu sağlanır ve pahalı enerji üreten tesisler kurmaya gerek kalmaz. İkincisi ise genelde enerji etkinliğinde daha ileri bir noktaya gelinerek, hem enerji, hem de CO₂ salımı tasarrufu sağlanır.

Bu söylenenler kulağa çok hoş geliyor. Ama uygulamada zorluklar çok. Bu yönde ilk adım atan ülkelerin başında, 2006'da elektrik sisteminin yüzde 80'ine "akıllı metre 1.0 versiyonu"nu kurmayı tamamlayan İtalya geliyor. İtalya'nın bu kadar erken harekete geçmesinin nedeni talebi ayarlama çabası ve kaçak elektrik kullanımını azaltma isteğiydi. Ancak İtalya'nın deneyimi bu yeni teknolojileri entegre etmenin karmaşıklığını gözler önüne serdi. Para mutlaka birilerinin cebinden çıkacak, üstelik maliyeti hiç de düşük değil.

Ardından devreye fiyatlandırma konusu giriyor. Bir akıllı ölçümleme sisteminden maksimum değerini elde edilebilmesi için tüketicilerin talebin zirveye çıktığı saatlerde tüketimlerini azaltarak tasarruf yapmaları gerekiyor. Ama bunun için günün farklı saatlerindeki sarfiyata farklı fiyat ödemek anlamına gelen "dinamik fiyatlandırma"ya geçilmek zorunda. Dinamik fiyatlandırmada bulaşık makinenizi elektrik talebinin doruğa çıktığı akşam yedide değil de gece on birde çalıştırırsanız, daha az elektrik parası ödersiniz. Ancak bütün tüketicilerin farklı fiyatları mı kabul edeceği, yoksa daha kestirilebilir olan sabit fiyatları mı tercih edeceği pek belli değildir. Bu, akıllı metreler için can alıcı bir sınav olacaktır.¹⁹

Ayrıca bir de özel yaşamın gizliliği konusu var. Tüketiciler elektrik harcamalarının ayrıntılarını dağıtım şirketleriyle paylaşmayı ne kadar isteyecektir? Kaldı ki bu verilerin kimlerin eline geçeceği belli değildir. Tüketiciler dağıtım şirketleri ile üçüncü kişilerin evlerindeki cihazların kontrolüne

doğrudan müdahale etmesine ne ölçüde rıza gösterecekler? Eğer dağıtım firması finansal teşvik niteliğinde belli bir “ödeme” yaparak bu hakkı elde ederse, belki eğilimleri artabilir. Akıllı metrenin etki boyutlarının belirlenmesinde bu gibi davranış sorunlarının büyük payı olacaktır.

ABD'deki iletim sistemi, santrallerden dağıtım istasyonlarına elektrik taşıyan yüksek voltaj sistemi “aptal” değil. Bugün ABD dünyanın en gelişkin iletim ağlarından birine sahip bulunuyor. Aynı zamanda federal ve eyalet düzenlenmelerinin iç içe geçtiği uzun yıllar süresince, çok sahipli olarak gelişen sistemin yamalı bir niteliği vardır.

Fakat sistemin daha akıllı hale getirilmeye, artan yenilenebilir enerji yüklemesiyle genişletilip yeni baştan düzenlenmeye gereksinimi var. Geleneksel kömür, nükleer ya da gazla elektrik üretimini kestirmek ve hesaplayarak dağıtmak mümkündür. Oysa yenilenebilir enerji dalgalıdır; varlığı rüzgârın esmesine, güneş ışığının çıkmasına bağlıdır. Bu bakımdan şebekenin büyüyen ama değişken yenilenebilir enerji arzını absorbe edebilecek ölçüde daha esnek ve incelikli bir düzeye getirilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla daha fazla miktarda yenilenebilir enerjiyi şebekeye dahil etmek ve sistem bütününe dengelemek, voltajı ayarlamak ve kesintilerden kurtulmak için dijital yetkinliğe ve aktarım kapasitesine yeni yatırımlar yapmak gerekiyor. Almanya, 2020'ye kadar yenilenebilir elektriğin payını ikiye katlayarak yüzde 35'e çıkarma hedefini gerçekleştirebilmek için böyle bir sorunla baş etmek zorunda.

Akıllı şebeke hareketinin çok önemli bir hedefi daha var: güvenilirliği artırmak. Akıllı şebeke “kendi yarasını sarma” kapasitesiyle güvenilirliğini artırabilir. Buz fırtınası ve kasırga gibi doğa olaylarının hizmette aksamalara yol açmayacağını garanti etmek olanaksızdır. Gelgelelim küçük bir operasyonel problem düzeyinde kalacak bir aksaklık ender durumlarda domino etkisiyle çok büyük bir bölgeyi karanlığa gömebilir. Bugün dağıtım şirketleri meydana gelen kesintilerden ancak birden karanlıkta kalarak el yordamıyla fener aramaya başlayan öfkeli tüketicilerin telefon yağmuru sayesinde haberdar olabiliyorlar.

Akıllı şebeke bu durumu değiştirecektir. Kendi kendini onaran bir şebekenin gerçek zamanlı izleme yapan sensörleri ve sorunu değerlendirip operatörlere onarma seçenekleri sunan bilgisayarları olacaktır. Böylelikle şebekedeki ileri noktalar ile kumanda odasındaki teknisyenler arasında çift taraflı iletişimi kolaylaştıracaktır. Dağıtım şirketleri için, durum far-

kındalığını artırmanın önünde, enerji kesintilerinin süresini kısaltmak ve etkilerini sınırlamaktan geçen uzun bir yol vardır. Bu aynı zamanda dış saldırılardan—elektrik altyapısına yönelik bir terör saldırısı—etkilenip çökme olasılığını da azaltacaktır. Genelinde akıllı şebekenin bu parçası problemleri kumanda merkezinden çözerek, herhangi bir aksamaya karşılık verme süresini kısaltacak ve klasik “ekip gönderme”—acil müdahale ekiplerinin arıza yerine sevk edilmesi—olaylarını azaltacaktır.²⁰

Akıllı şebeke bütününde “enerji dağıtım kuruluşlarının sistemlerini işletme, müşterilerle etkileşimi sağlama ve işlerini yürütmesi üzerinde dönüştürücü bir etkide bulunan” bir sistem olarak tarif ediliyor. Aynı zamanda binalarda daha fazla enerji etkinliğine ulaşmanın önünü açacak teknolojilerin uygulanması yönünde de önemli bir adım olabilir. Ne var ki mevcut bir sisteme entegre edilmek üzere bir dizi yeni teknoloji öne sürmek yalnızca karmaşık değil, aynı zamanda beraberinde risk ve bozgunlar da getirebilecek bir uğraştır. Kuruluşların uygulamaya koydukları pilot programlar sırasında pek çok erken teknolojik aksaklık ve aşırı çıkan maliyet örneğiyle karşılaşmıştır.

Tasarım aşamasında özel bir dikkat ve titiz bir değerlendirme gerektiren olası risklerden biri şudur: daha etkileşimli ve enformasyon teknolojisi ile internete daha bağımlı karmaşık bir sistemin korsanlık, siber saldırılar ya da doğrudan siber savaş karşısında kırılganlık göstermesine kapı açma riski. Bunlar gerçek tehlikelerdir. Bir araştırmada “elektrik şebekesi ve enformasyon teknolojisi ile endüstri kontrol sistemlerine bağımlı durumdaki diğer yaşamsal hizmetlerin siber güvenlik sistemlerinin pek de iyi durumda olmadığı” belirlendi. Güvenlik alanındaki iyileştirmeler sınırlı kalmaktadır ve tehlikenin boyutlarıyla boy ölçüşemeyecek düzeydedir.”²¹

Genelinde yeni teknolojiler ve yeni uygulamalar tüm elektrik sisteminin her alanındaki operasyonların iyileştirilmesi ve binalardaki enerji etkinliğinin yükseltilmesi açısından önemli katkılar sağlayabilir. Tam etki zamanla açıklık kazanacaktır. Karmaşık teknoloji, siyaset, ekonomi ve insanların yaşam tarzı karmasından—tıpkı 1902 yılında o sislere gömülü Pittsburgh tren istasyonu platformunda Willis Carrier’ın kafasına üşüştüğü gibi—karşınıza şaşırtıcı yanıtlar çıkabilir.

ALTINCI KISIM

...

Geleceğe Giden Yol

KARBONHİDRAT İNSAN

1 978 Mayıs'ında sakın bir öğle sonrası telefon çaldığı sırada, araştırmacı Massachusetts Cambridge'deki ofisinde oturuyordu. Yardımcısının sesi "Amiral Rickover hatta" diye çınladı. Az sonra amiralin sesi belirdi. Biraz önce bir araştırmacının yazdığı bir makaleyi okumuş ve ona bir mesaj iletmek istemişti.

"Odun—geleceğin yakıtı bu. Odun!" diye açıkladı itiraza alışkın olmayan bir edayla. "İşte geleceğin yakıtı!"

Ve nükleer donanmanın babası—ve nükleer enerjinin atası—başka tek kelime etmeden, telefonu kapattı.

Rickover'in o gün işaret ettiği, biyolojik enerji ile biyokütlenin barındırdığı potansiyeldi: fosil yakıt ya da uranyum yerine bitkisel maddeler ve başka kaynaklardan enerji üretmek. Ülke petrol krizinden yeni çıkmıştı ve bir yenisinin eşiğindeydi. Nükleer donanmayı rekor sürede yaratan adam geleceği yakıt "yetiştirmek"te gördüğünü bildiriyordu.

Bugün pek çok bilim insanı, çiftçi, girişimci, tarım işletmesi yöneticisi ve risk yatırımcısının ağzından "odun" sözcüğü değilse de "etanol", "selülozik" ve "biyokütle" gibi sözcükler düşmüyor. Ama Rickover'in yakıt yetiştirme vizyonunu paylaşıyorlar.

En bilinen tarım yakıtı etanol, yani öncelikle mısır veya şekerden üretilen etil alkoldür. Teknoloji açısından bira ya da rom mayalamaktan pek bir farkı yok. Bunun ardından "kutsal kâse" geliyor: yani tarımsal ya da kentsel atıkların ya da özel olarak yetiştirilmiş ekinlerin yoğun

biçimde fermente edilip damıtılmasıyla elde edilen selülozik etanol. Diğer bir tarım yakıtı ise soya fasulyesi ya da palmye yağından, hatta fast food restoranlarından toplanan atık yağlardan üretilen biyodizeldir. Butanol gibi daha da iyi başka biyoyakıtlar bulunduğunu ileri sürenler de var. Ayrıca bir de küçük doğal rafineriler gibi çalışan yosunlar var.

BIYOYAKIT VİZYONU

Hangi yaklaşım ağır basarsa bassın biyoyakıtlar, biyoloji ve biyoteknik ile genom bilgisinin—bir organizmanın tam DNA sıralaması—enerji üretimine uyarlanmasının damgasını vuracağı yeni bir çağın mümkün olduğunu haykırıyor. Biyoyakıtların gündeme gelmesi enerji alanına yeni bir öğenin daha girmesini getiriyor: yaşam bilimcisi. Biyolojinin sistemli şekilde enerjiye uygulanması son on yılda başlayan bir gelişmedir.

Aynı dönemde biyoyakıtlar ABD’de klasik taraftarları çiftçiler ve onların etanolü her zaman için tarım piyasalarını çeşitlendirecek, ek gelir getirecek ve tarım gelirlerini artırarak kırsal kalkınmaya katkı yapacak bir imkân olarak gören siyasi bağlaşıklarından başlamak üzere, muazzam bir politik rüzgâr yarattı. Ama şimdi yeni destekçileri de var: çevreciler (en azından bir bölümü), araba şirketleri, Silikon Vadisi milyarlar, Hollywood’un ileri gelenleri ile birlikte Ortadoğu ve jeopolitik petrol gücünden endişe ettiği için petrol ithalini azaltmak isteyen ulusal güvenlik uzmanları. Çok yakınlarda bunların arasına yeni sıkı oyuncular katıldı: savaş yeteneğini artırmak ve esnekliğini güçlendirmek—ve de salt petrole bağımlılıktan kurtularak çeşitliliğe gitmek—için biyoyakıtların geliştirilmesine taraftar olan ABD donanması ile hava kuvvetleri. Hava kuvvetleri yeşil jet yakıtıyla denemeler yapıyor. 2020’de sıvı yakıtının yarısını biyoyakıtların oluşturmasını hedefliyor ve “Büyük Yeşil Filo” vizyonu ile hareket ediyor.

Bu geniş zeminli siyasi destek ABD biyoyakıt endüstrisine sıçrama yaptırmaya yönelik etkileyici programlar, sübvansiyonlar, teşvikler ve gerek federal gerekse eyaletler düzeyinde yükümlülükler yarattı. Bunlar arasında en çarpıcı olanı 2011 yılında taşımacılıkta kullanılan yakıt karması içindeki oranı günde 1 milyon varilin altında olan biyoyakıt

miktarının, 2022'de yaklaşık üç katına çıkarılarak 2,35 milyona ulaşması şartıdır. Bu rakam ABD'deki tüm motorlu taşıtlarda sarf edilen petrolün yüzde 20'sine denktir. Dünya arzına yeni bir Venezuela ya da Nijerya eklenmesi demektir. Avrupa Birliği 2020'ye kadar bütün üye devletlerin taşımacılık sektörüne biyoyakıt da dahil olmak üzere en az yüzde 10 yenilenebilir enerjiyi şart koyuyor. Hindistan 2017'ye kadar biyoyakıt oranı için yüzde 20 gibi hırslı bir hedef ileri sürdü. Ama şampiyonluk, bugün halihazırda otomotiv motor yakıtının yüzde 60'ını etanolün oluşturduğu Brezilya'da.

Biyoyakıt vizyonunda, fosil yakıtın oluşum sürecinin—organik maddelerin yüz milyonlarca yıl boyunca yeraltının derinliklerinde yatan petrolün üzerine muazzam bir basınç ve ısıyla baskı yapıp sıkıştırılması—kısaltılarak mevsimlerle ölçülebilecek bir döngüye dönüştürülebileceği öngörülüyor. Dünya çapındaki ulaşımda kullanılan yakıtın giderek daha büyük kısmı kuyu açılarak değil, toprakta yetiştirme yoluyla sağlanabilir. Petrol asrı yirminci yüzyılın tipik timsali olan Hidrokarbon İnsan, yirmi birinci yüzyılda giderek yerini Karbonhidrat İnsana bırakacak. Eğer bu vizyon gerçekleşir ve biyoyakıt gelecek birkaç on yıl içinde petrole dayalı geleneksel yakıttan hatırı sayılır bir pazar payı çalarsa, bunun sonuçları küresel ekonomi ve politikayı altüst edecek. Tarım-dolarları petro-dolarla rekabet etmeye başlayacak.

Etanol kullanımındaki kayda değer gelişim kayıtlara geçmiş bulunuyor. Bugün benzine katılan etanol miktarı günde 900.000 varile yaklaşıyor; hacim bakımından ise toplam benzinin neredeyse yüzde 10'unu (etanol karışımı dahil) buluyor. Ancak etanol hacim bazında klasik benzinin enerji değerinin sadece üçte ikisini karşıladığından, bugün enerji bazında etanol tüketimi günde 600.000 varil benzinin enerjisine denktir.

Önümüzdeki birkaç yıl içinde ABD'de etanolün payının artacağı anlaşıyor, ama önce gazlı taşıtlarda kullanılan benzine karıştırılabilecek miktar konusundaki bir “duvarla” mücadele etmek zorunda kalacak. Asıl, daha büyük miktardaki etanol yoğunluğunun biyoyakıtle çalışacak şekilde tasarlanmış olmayan motorlara zarar verebileceğinden korkuluyor.

Ayrıca yüzde 70 ile 85 arasında etanol içeren, ancak yalnız benzin-den etanol bazlı yakıtlara geçiş yapabilen esnek yakıtlı araçlarla (bu sistem etanole alışkanlık yaratmak amacıyla uygulanıyor) tamamen etanolle çalışan taşıtlarda kullanılabilen E85 diye bilinen yakıt var. Şu anda bu taşıtlar ABD'deki toplam araba stokunun yüzde 3'ünü oluşturuyor.

Bunlar çoğumuza yeni gelebilir, ama aslında hiç de öyle değil.

İLK ESNEK YAKITLI TAŞIT

Henry Ford kentleri fazla umursamıyordu. “Bir milyonluk bir kentin evcilleşememiş ve tehditkâr bir yanı vardır. Mutlu ve huzurlu köyler elli kilometre uzaktan şehirdeki çılgınlıklara dair haberleri izlerler.” Haya-linde kır yaşamına ilişkin yanılsamalar olduğundan söylemiyordu bu sözleri. “Bir sabanın peşinde kilometrelerce sürüklenerek dolaşmışlığım var, bu işlerin ne kadar zahmetli olduğunu iyi bilirim.” Araba “Mesih”, çiftliklerle köyleri dış dünyaya bağlayan kurtarıcı olacaktı; traktör ise köy faaliyetinin ağırlığını kaldırıp köylüleri “kıt kanaat geçinme”nin öte-sine taşıyacak ve çok daha üretken hale getirecekti. “Traktörle günde altı defa yapabileceği bir iş için, ağır aksak giden bir çift atın arkasında saatlerini, günlerini geçirmek bir insan için nasıl bir zaman israfıdır!”

Ford tercih edilen araba yakıtı olarak çiftçilerin ürettiği etanolü kul-lanmakta kararlıydı; çünkü bir çeşit sosyal sözleşme aracılığıyla, köy-le şehri karşılıklı bağımlılık koşullarıyla birbirine bağlamak istiyordu. “Eğer biz sanayiciler Amerikan çiftçisinin müşterimiz olmasını istiyor-sak, kendimiz onun müşterisi olmanın bir yolunu bulmalıyız.”¹

Ancak etanolün önünde çok büyük bir engel vardı: fiyat. Bir galon alkol, İç Savaş sırasında bir gelir ölçütü olarak getirilen 2,08 dolar vergi yükü taşıyordu. Teksas'ta ve Oklahoma'da yirminci yüzyıl başlarında hesaba gelmez miktarda petrol bulununca, benzin en azından ABD'de açık ara maliyet avantajına kavuştu. Oysa araba yarışlarında etanolün yakıt olarak benzinle boy ölçüşmeye çalıştığı Avrupa'da durum farklıydı. Fransız ve Alman hükümetleri alkol içeren yakıtlara özendirici tari-feler ve zorunluluklar getirdiler. Sonunda 1906'da Theodore Roosevelt tahıl fiyatlarının düşüklüğünden yakınan köylüler için alkol vergisini

kaldıran bir yasa tasarısı imzaladı. Bir Kongre üyesi (sonradan Beyaz Saray sözcüsü olan) “mısır koçanından elde edilen” alkolün “modern uygarlığın en geçerli etmenlerinden” biri olacağını ileri sürdü.²

Verginin kaldırılması üzerine talep patlaması yaşandı ve etanol yeniden, “geleceğin yakıtı”nın hangisi olacağını belirlemek üzere benzinle büyük bir yarışa kilitlendi.

Ford Amerikan köylüleriyle yaptığı sosyal sözleşme uyarınca, Model T'nin en azından piyasaya sürdüğü zaman hem etanolla hem de benzinle çalışabilmesini sağlama aldı. İlk esnek yakıtlı araç buydu. Sonradan ürettiği Fordsan traktörleri de hem alkolle hem benzinle çalışıyordu. Bütün bunlara karşın egemen yakıt yine de benzin oldu, çünkü maliyeti diğerinin yalnızca üçte biri kadardı.

Birinci Dünya Savaşının sonuna doğru ve hemen savaş sonrası yıllarda benzinin ortadan kaybolmasıyla birlikte, fiyatlar tırmanışa geçti. Telefonu bulan Alexander Graham Bell alkolü “tarımsal ekinlerden, atıklardan, hatta çöpten üretilebilen harikulade ölçüde temiz yanışlı bir yakıt” sözleriyle övdü. General Motors'dan bir bilimci ham petrolün “çok hızlı tüketildiği” ve kısa sürede tamamen biteceği uyarısında bulundu. Çözüm “enerjiyi ana kaynak olan güneşten yakıt olarak kullanmaya uygun bir maddeye dönüştürmek için bildiğimiz en direkt yol” olan alkol yakıtıydı.

Ne ki, etanolün önünde aşılmaz görünen engeller boy gösterdi. 6 Ocak 1919'da On Sekizinci Anayasa Değişikliğiyle alkol yasağı getirildi. Alkollü içkiler yasaklandı. İçki yasağının amacı ayyaşlığın, alkolizmin ve ahlaksızlığın önüne geçmek ve aileyi kötü davranışlara ve parçalanmaya karşı korumaktı. Ama milyonlarca Amerikalı bir anda yasadışı duruma düştü ve kaçak içki yapımı, ev yapımı içkiler, gizli içki satış yerleri, el atından içki satışı, sahtecilik ve organize suçlarda büyük bir patlama yaşandı.

İçki yasağı alkol yakıtının önünü kesti. Anayasadaki yeni değişiklik arabalara konacak yakıtları değil, insanların içebileceği “zehirleyici likörü” yasaklıyordu. Ama ister “zehirleyici içkide” ister yakıtta kullansın, alkol alkoldü. Ayrıca bir çiftçinin ürettiği alkolü nerede kullanacağını kim bilebilirdi?

Büyük Buhran emtia fiyatlarında çöküşe yol açıp da Amerika'nın dört bir yanındaki köylüleri yıkıma sürüklediğinde, etanol tarımın kuruluşu için kilit bir unsur olarak görüldü. Tarım ürünleri pazarını genişleteceği, aynı zamanda da yakıt bakımından kendi kendine yeter hale getireceği düşünöldü. Karşıt görüşlüler bu fikre itiraz ettiler. Eleştirilerden biri "alkolü motor yakıtı olarak kullanmaya zorlamak" diyordu, "her benzin istasyonunu ve benzin pompasını potansiyel bir kaçak içki deposuna dönüştürmek anlamına gelecektir." Ne ki 1933'te Franklin Roosevelt başkanlığa geldiğinde, içki yasağının bilinen ismiyle "Büyük Deney" in tam bir fiyasko olduğıu genelde kabul edilmişti. Yirmi Birinci Anayasa Değişikliği bu uygulamayı kaldırdı.

Etanol iş hayatına geri döndü. 1930'ların sonlarında Ortabatıda en az 2000 istasyonda Agrobblend denilen belli oranda alkol karışımı benzin satışı yapılıyordu. Ancak bu oldukça sınırlı bir rakamdı. Tahıl fiyatlarının yükselmesi siyasi dürtüyü ortadan kaldırdı. Henry Ford'un yardımcılardan biri acı gerçeğı özel bir görüşme sırasında itiraf etti: Alkollü yakıtların ekonomik açıdan benzinle rekabet etmesi mümkün değildi.³

GAZOHOLÜN DOĞUŞU

İkinci Dünya Savaşından sonra etanol bir kez daha sönökleşti. Tarımsal gelirler yükselmiş, siyasi baskı zayıflamıştı. Ancak 1970'lerin petrol şokları—ve neden oldukları ekonomik bakımdan zor dönemler—çiftçileri kötü etkiledi. Çoğıu ayakta durmakta zorlanıyordu; kimisi iflas bayrağını çekiyordu. Aynı zamanda kritik girdi fiyatları—traktöre mazot, hidrokarbondan üretilen gübre—tavan yapmıştı.

1977 yılında başkan Jimmy Carter Ulusal Enerji Planını uygulamaya başladığında, etanolün o günkü adıyla Gazohol hakkında tek bir söz bile edilmemişti. Fakat tarım eyaletlerinin senatör ve kongre üyeleri arasında hızla bir siyasi destek şekillendi. Gazohol yanlıları Washington tarzı sokak tiyatrosu gibi çeşitli destek sergileme yolları geliştirdiler. 1977'de bir keresinde Indiana senatörü Birch Bayh Beyaz Sarayın bahçesinde bir votka şişesi açıp muzaffer bir edayla içindekini olduğıu gibi eski bir arabanın yakıt deposuna boca etti. Motorun hemen canlanıp

çalışmaya başlaması çevrede toplanan kalabalık tarafından coşkuyla karşılandı. Siyasi destek yasal desteğe dönüştü; etanol üretim tesislerine yatırımı yüreklendirecek ek teşviklerle birlikte, bir galonda 40 sent tutarında sübvansiyon getirildi. Arz artmaya başladı.

Etanol artık salt bir çiftçi ailesi işi olmaktan çıkmış, bazı tarım işletmesi firmaların da faaliyet alanına girmişti. Dünyanın en büyük tarım ürünleri tüccarlarından Archer Daniels Midland (ADM) bu süreçte belirleyici bir rol üstlendi. ADM büyük bir hızla ABD'nin en büyük etanol üreticisi, aynı zamanda da en etkili siyasi savunucusu oldu.⁴

1970'lerin sonundaki ikinci petrol şoku federal hükümet üzerinde daha fazla destek talep eden siyasi baskıyı güçlendirdi. 1979 Şubat başında Washington'da son derece alışılmadık bir görüntü ortaya çıktı: 3000 traktörden oluşan bir araç konvoyu—ya da yaygın adıyla “traktör konvoyu”—Bağımsızlık Caddesinden çevresini dolandığı Beyaz Saraya kadar indi ve sonunda uzunca bir süre kalmak üzere National Mall'a yerleşti. Çiftçiler öfkeliydiler, çaresizdiler, yardım ihtiyaçlarını dramatize etmek istemişlerdi. Ortak bir talepleri vardı: etanolün ülke çapında yakıt olarak benimsenmesi.

1979 Aralıkta siyasi zorlama daha da güçlendi. 1979 Noel arifesinde Sovyetler Birliği Afganistan'ı işgal etti. Başkan Carter Basra Körfezinin güvenliğini garanti ettiğini bildiren Carter Doktrinini açıklamasının yanı sıra, çiftçilerin çok yarar sağladıkları bir iş alanı olan Sovyetler Birliği'ne tahıl ihracatının durdurulduğunu ilan etti.⁵ Ama öfkeli çiftçilere ellerinde kalacak mısırı tüketmek üzere yeni bir büyük gazohol programını sübvansiyon etme sözü verdi. Dışişleri bakan yardımcısı Warren Christopher'ın açıklaması şöyleydi: “Çiftçilerimiz Sovyetler Birliği'nin besi hayvanı sürülerini beslemek yerine, bizim enerji problemlerimizi çözmek için tahıl yetiştirecekler.” Carter, Ronald Reagan karşısında zorlu bir seçim kampanyasının tam ortasında iken ABD etanolüne kalıcı yararı dokunacak bir hamle daha yaptı: Amerikan etanolüyle rekabet gücünü zayıflatmak için Brezilya'dan gelen etanole gümrük vergisi koydu.

ABD'de etanol açısından işler yolunda görünüyordu. 1981'de 10.000 benzin istasyonunda gazohol satışı yapılıyordu. Enerji bakanlığının özel bir ekibi daha birkaç yıl önce egemen olan kuşkuculuğun yerini nasıl

bir coşkunun aldığını gösteriyordu. En iyi senaryoya göre, 2000'e kadar yenilenebilir alkollü yakıtların Amerikan benzininin yüzde yüzünden fazlasını temin edebileceği öngörülüyordu.

Fakat bu beklenti gerçekleşmeden, bir iki yıl içinde petrol fiyatları düşünce, etanol yine geri plana geçti. 1986'da tarım bakanlığı tarımsal geliri yükseltmenin "etkinlikten son derece uzak" araçları olarak gördüğü gazohol desteklemelerine son verdi. 1990'ların ilk yarısında etanole dönüştürülen mısır miktarı adamaklı azaldı.⁶

BİR ETANOL PATLAMASININ OLUŞUMU

Yine de hemen hemen aynı tarihlerde etanole rahatlatıcı bir yasal destek geldi. 1990 tarihli Temiz Hava Yasası Değişikliği, ABD'de piyasaya sunulan benzinin büyük bölümü için, daha iyi yanarak kirliliği azaltması amacıyla, içerdiği oksijen miktarını yükseltme zorunluluğu getirdi. Oksijen katkısı yapılan benzine yeniden formüle edilmiş benzin adı verildi. İlk başlarda en gözde oksijenlendirici MTBE—metil tertiarı bütül eter—denen petrolden çıkarılan bir katkı maddesiydi. Ancak 1990'ların sonlarında MTBE'nin toprağa gömülü tanklardan sızarak yeraltı sularını kirlleteceği endişesi ağır bastı. Geriye tek geçerli seçenek olarak etanol kaldı. MTBE'nin yerini alınca etanole yönelik talep yeniden yükselmeye başladı. O zamana kadar gazohol diye adlandırılan ürünün artık yeni bir adı vardı: E10 (yüzde 90 benzin, yüzde 10 etanol).

Yine bir siyasi destek ortaya çıktı. Daha önce iflasa sürüklenen çiftçilerin avukatlığını yapan Iowa valisi Tom Vilsack çiftçilerin gelirlerini yükseltmeye ve eyaleti bir ulusal etanol laboratuvarına çevirmeye kararlıydı. Bir grup ileri gelen senatör—içlerinde Indiana'dan Richard Lugar, Nebraska'dan Chuck Hagel, Güney Dakota'dan Tom Daschle de vardı—ülkenin motor yakıtı havuzunda etanol için zorunlu hedefler koymayı amaçlayan yasaları kabul ettirdi. 11 Eylül 2001 terör saldırısı etanole daha güçlü bir ivme kazandırdı. Etanol artık petrole kısmi bir alternatif durumundaydı, özellikle de Ortadoğu petrolüne. Senatör Lugar "ulusal bir ekonomik ve stratejik sorunumuz vardı" diye anlatıyor. Etanol yakıt karışımını çeşitlendirerek güvenliği artırıyordu. Ayrıca geleneksel tarım sübvansiyonları ve denetim sistemine bir seçenek su-

nuyor, çiftçileri başka bir pazara bağlıyor ve kırsal toplulukların canlandırılmasına yardımcı oluyordu.⁷

Asıl patlama 2005 Enerji Politikası Yasasının geçmesiyle yaşandı. İlk olarak yasa MTBE'ye kesin yasak getirerek, etanolün başlıca rakibini piyasanın dışına itti. İkincisi, 2012'ye kadar motor yakıtı havuzundaki etanol oranını günlük 500.000 varile çıkaran bir Yenilenebilir Yakıt Standardı getirdi. Bu, etanol üretiminin iki katına çıkması demekti. Ancak etanolün üretim maliyeti benzinden yüksekti. Üçüncüsü, yasa galonda 51 sent gibi o güne kadarki en etkili vergi indirimini onayladı. Bütün bunlara ek olarak Brezilya etanolü üzerindeki gümrük vergisinin devam etmesi, ülkeye ciddi miktarlarda Brezilya etanolü girişini önledi.

ABD etanolü patlaması sürüyordu. Biyorafinerilere her tür insan yatırım yapıyordu: Ortabatılı çiftçiler ve tarım kooperatifleri, ünlü işadamları, önyak olanlar ve geliştiriciler, biyoteknik girişimcileri ve yatırım fonları.

En önde gelen destekçisi meslek yaşamına "Little Oil"de, yani bağımsız bir petrolcü olarak başlayan George W. Bush oldu. 2005 sonbaharında Meksika Körfezinde petrol üretimini aylarca sekteye uğratan Katrina ve Rita kasırgaları benzin fiyatlarının tavan yapmasına neden oldu. Bu durum siyasi bir fırtına kopararak yönetimi savunmaya itti. Aynı zamanda Irak'taki durum kötüye gidiyordu ve Bush ithal petrole bağımlılığı Amerika'nın dünya'daki konumu açısından giderek daha büyük bir zayıflık unsuru olarak görüyordu.

Bilim danışma komitesi eşbaşkanlarından bir risk sermayedarı Kaliforniya'ya yaptığı yolculuk sırasında başkana risk yatırımcıları arasındaki "en yeni moda"nın yenilenebilir yakıtlar olduğunu anlattı. Kısa bir süre sonraysa Bush, Brezilya devlet başkanı Luis İnacio Lula da Silva'nın Brasilia kenti yakınındaki çiftliğinde, Bush'un "eski moda hoş bir Brezilya barbeküsü" dediği yerde, Lula'nın ülkenin motor yakıtı pazarında etanolün ne kadar önemli bir yer tuttuğu yolundaki sözlerini dinledi. Gerçekten de bizzat başkanın kendisinin sonradan ifade ettiği gibi, Lula'nın "biyoyakıt takıntısı öylesine ileri boyuttaydı ki, biyoyakıttan söz etmeyi bir türlü bırakmadığı için" Bush "az kalsın öğle yemeği bile yiyemeyecekti." Bu sırada Capitol Hill de etanolün erdemlerinden övgüyle söz ediyordu. Ulusal strateji olarak etanol Bush'un 2006 Ulusa

Sesleniş konuşmasının ana temaları arasında yer aldı. Başkan konuşmasında “Amerikalılar petrol bağımlısı” yorumunun ardından, kendisinin buna son vermek niyetinde olduğunu bildirdi. Bush bağımlılıktan dem vurunca, insanların ilgisini çekeceğini biliyordu. Sonradan “Ulusa Sesleniş konuşmamda petrole bağımlıyız, bu bağımlılıktan kurtulmamız lazım dediğimde, ülkemi bir bakıma şaşkınlığa uğrattım” diyen başkan Bush “Kimilerine, bir Teksaslının ağzından bu sözleri duymak inanılmaz gelmiş olmalı” diye ekledi.⁸

Etanol anaakım bir niteliğe doğru gidiyordu. Biyorafineriler tarım kuşağı boyunca çılgın bir tempo tutturma yolundaydı. Çiftçiler birikimlerini bir havuzda toplayarak kendi yerel biyorafinerilerini inşa ediyorlardı. Nüfus eksilmesinin olağanlaştığı köy topluluklarında yeni istihdam alanları açılmaktaydı. Tarımsal gelirler yükseliyor ve Ortabatıdaki arazi fiyatları New York'taki kooperatif fiyatlarından daha hızlı artıyordu. Karbonhidrat Ekonomisi yüz yıldan beri bir vizyon—ve de bir rüya—olmuştu. Şimdi realiteye mi dönüşüyordu yoksa? Eğer öyleyse, büyüklüğü ne kadardı?

BREZİLYA’NIN “ALKOLÜ”

Ribeirao Preto kentinin dışında São Paulo’nun 320 km kuzeybatısında yol daralarak iki şeride düşer. Bu yolda hız yapmak olanaksızdır, çünkü hepsi de neredeyse dökülecek kadar tıka basa şekerkamışı yüklü langur lungur ilerleyen kamyonlar, birbirini sürükleyen tırların arkasında uzun kuyruklar oluşturur. Sonunda değirmen sapağında diğer araçlara yol veren kamyonlar burada açık alanda büyük bir yay şeklinde sıra olurlar. Birbirlerinin arkasından sapıp sıraya geçerler. Bir duvara doğru ilerler, ardından kasalarını havaya diktikten sonra tonlarca şekerkamışını bir çağlayan gibi taşıyıcı bantlara boşaltırlar; bu bantlarla değirmene aktarılan şekerkamışları burada ezilerek işlenmeye başlar. Ezme sonucu oluşan sıvı fermente edilerek etanol haline getirildikten sonra önce damıtma kulelerine, ardından da tanklara akıtılır. Ardından etanol, bu kez tankerler ve boru hatlarıyla ülkenin her yanındaki motorlu araç sürücülerine dağıtılmak üzere yeni bir yolculuğa başlar.

Brezilya'nın arka bahçelerinde tekrar tekrar yinelenen bu sahne şimdi on yıl önce çok az kişinin öngörebileceği bir şekilde dünya enerji pazarının parçasıdır. Brezilya'daki yerel ifadesiyle "alkol" ulusal enerji karmasının merkezi bir etmeni konumuna çıkmış ve Brezilya'yı dünya çapında biyoyakıt rol modeli olarak merkezi sahneye yerleştirmiştir. Şu anda Brezilya dünyanın en büyük şeker ihracatçısıdır. Coğrafi konumu, deneyimi, ürün yetiştirme kapasitesi; tüm bunlar onu küresel pazarlara potansiyel bir yeni enerji tedarikçisi yapıyor. Ancak Brezilya'nın konumunu özellikle cazip kılan bir etmen de dünyada etanolü en ucuza mal eden ülke olmasıdır. Bunun nedeni hammaddesinin mısır değil, etanol üreten biyolojik yelpazeye çok daha yakın durumdaki şeker olmasıdır.

Etanol Brezilya'da yüzyıllardır önemli bir ürün olagelmıştır. 1930'lar-daki büyük buhran sırasında şeker fiyatları dibe vurmuştu. Bunun üzerine hükümet arz fazlasını eriterek köylülerin kazançlarını biraz yükseltmek için ekstra bir talep yaratmak amacıyla motor yakıtına yüzde 5 etanol katma zorunluluğu getirdi. Fakat İkinci Dünya Savaşından sonra ucuz petrolün muazzam tırmanışı Brezilya'daki etanol pazarını silip attı.

1970'lerde Brezilya, petrolünün yüzde 85'ini ithal ediyordu ve ekonomisi yükselişe geçmişti. 1973 petrol krizi Brezilya Ekonomik Mucizesi denen süreci bir anda bıçakla kesmiş gibi durdurdu. Dört katına çıkan petrol fiyatları ekonomiye yıkıcı bir şok yarattı. Askeri yönetim ülkedeki enerji krizine, "savaş ekonomisi" olarak tanımladığı bir yaklaşımla karşı koymayı denedi. Yaygın görüşe göre Brezilya'nın petrol için kesinlikle başka hiçbir seçeneği yoktu. Onun tek enerji seçeneği şekerdi. "Savaş çabalarının" bir parçası olarak—ve perişan durumdaki şeker yetiştiricilerinin zorlamaları sonucunda—hükümet Ulusal Alkol Programını kabul etti. Program "Birleşelim, alkol üretelim" sloganıyla desteklendi. Fazladan bir teşvik unsuru olarak da, eskiden hafta sonları kapalı tutulan yakıt istasyonlarına, cumartesi ve pazar günleri de açık kalarak etanol—benzin değil—satma izni verildi. Etanol tüketimi ciddi bir artış gösterdi.

İlk başlarda etanol benzine katılıyordu. 1980'de hükümetin ısrarları karşısında, büyük araba firmalarının Brezilya'daki şubeleri yalnız etanolla çalışan araç üretmeyi kabul ettiler. Buna karşılık hükümet hem şirketlere hem de tüketicilere her zaman yeterli miktarda etanol buluncasına ilişkin ciddi bir güvence verdi. Mutlak bir güvenceydi bu. 1980

yılında etanol üretim maliyeti benzinin üç katıydı, ama bu, benzindeki vergiler ve muazzam sübvansiyonlarla tüketicilerden gizleniyordu.⁹

1985'te Brezilya'da satılan yeni arabaların yüzde 95'i yalnız "alkolle" çalışıyordu. Ne ki, 1980'lerin ortalarında petrol fiyatları yine aşağıya inince, etanol benzin karşısında çok pahalı kaldı. Dahası şeker fiyatlarının yükselmesi üzerine şeker yetiştiricileri etanolden şekere döndüler. Etanol üretimi 1990'ların ikinci yarısında sert bir şekilde düştü. Sonuçta ciddi bir etanol yetmezliği baş gösterdi. Bu azalma yalnız alkolle çalışan yeni arabaların sahiplerini çılgına çevirdi, etanolün saygınlığını sifıra düşürdü ve bulunabilirliğine duyulan güveni yok etti. Hükümetin kesin güvencesi de boş çıktı. Brezilya hükümeti son bir utanç hamlesiyle arz açığını azaltmak için Amerika'dan etanol ithal etmeye kalktı.

Ancak 2000'den sonra üç olay Brezilya'da "alkolü" yine geri getirdi. Bunlardan birincisi, petrol fiyatının yükselmesiydi. İkincisi, otuz yıllık deneyim ve devamlı araştırmaların etanolün üretim maliyetini ciddi ölçüde aşağıya çekmiş olmasıydı.

Üçüncüsü ise esnek yakıtlı araçların piyasaya çıkmasıydı. Bu araçlarda "koklayarak"—yani yakıtın benzin mi, benzin-etanol karışımı mı yoksa çoğunlukla etanol mü olduğunu sensörleri sayesinde—algılayan, sonra da motoru ona göre ayarlayan bilgisayarlar yüklüydü. Esnek yakıt kullanan taşıtlar Brezilya pazarına ancak 2003 sonunda girebildi. Eski bir hükümet yetkilisi ve Brezilya'da etanolün gelişmesinin babalarından São Paulo Üniversitesinin saygın profesörü Jose Goldemberg esnek yakıtlı araçların dönüştürülebilir olduğunu fark etti. Bu araç sürücülerinin güvenini geri kazanmayı sağlayacak ucuz bir buluştu. Bir arabayı esnek yakıtlı hale çevirmek 100 dolara mal oluyordu; böylelikle sürücüler sadece etanole bel bağlamaktan kurtuluyor ve yolda kalma riski ortadan kalkıyordu. Ayrıca bu kez Brezilya etanolünün hiç desteksiz haliyle bile benzinden daha ucuz olduğunu gösteren son derece etkili bir analiz ortaya koydu: "Goldemberg Eğrisi".

Esnek yakıtlı araçlar için "popüler oldu" demek hafif kalır. 2003'te Brezilya'da 40.000 dolayında esnek yakıtlı taşıt satılmıştı. 2008'de bu rakam iki milyonu aştı, ülkede satılan tüm arabaların yüzde 94'ü esnek yakıtlıydı. Bu, araç sürücüsü istasyona geldiğinde o gün hangi yakıt ucuzsa arabasına onu doldurabileceği anlamına geliyordu. 1990'ların

etanol yokluğu henüz belleklerde tazeliğini koruduğundan, etanol fiyatı yine dibe vursa dahi, araba sahibinin her zaman “eski moda” benzinini kullanmaya devam edebileceği anlamına da geliyordu. Gerçi artık sübvansede edilmediği halde hem ulusal hem de uluslararası pazarda son derece sağlam bir rekabet gücüne sahipti. Gerçekten de bugün Brezilya’da şeker kamışından üretilen etanol dünyanın tek istikrarlı rekabet yetisine sahip biyoyakıtı olarak kabul edilmektedir.¹⁰

Şekerin mısır bazlı yakıtı göre bir maliyet avantajı daha var. Şeker kamışından arta kalan atık lif, yani *bagas* adı verilen posa yakılarak ısı ve enerji üretiliyor, böylece fosil yakıtı gerek kalmadığından maliyet azalıyordu. Şeker kamışı yetiştiricileri ek bir korumaya sahipler, bu da verimi artırmaları için ayrı bir teşvik unsuru oluyor. Tek bir pazara bağımlı değil, fiyat durumuna göre şekere ya da etanole geçiş yaparak üretimlerini en ideal düzeyde değerlendirebilirler. Bu koşullar bile etanol sanayini yatırımcıların gözünde oynak bir sektör olmaktan çıkaramadı.

Brezilya’da etanol bir kez daha kesin bir şekilde kök saldı. 2008’den sonra etanol satışları benzinin geride bırakınca, fiilen “alternatif” yakıt benzin oldu. Brezilya enerji bağımsızlığı nirvanasına ulaştı. 1970’lerin yüzde 85 ithal bağımlılığından kendine yeten bir ülke durumuna gelmişti, hatta net petrol ihracatçısı olmuştu.

ABD’de aynısı niye bizde de olmasın diye düşünenler vardı. Ancak iki ülkedeki sorunlar aynı boyutlarda değildi. Brezilya’daki motor yakıtı piyasası ABD’nin benzin piyasasının topu topu yüzde 10’u kadardı. Aslında ABD bugün Brezilya’dan yüzde 75 daha fazla etanol üretiyor. ABD’de etanolün pazara Brezilya’daki kadar hâkim bir konuma ulaşması için aşağı yukarı günde beş milyon varile ihtiyaç var—Suudi Arabistan dışındaki herhangi bir OPEC ülkesinden daha çok üretim yapması gerekiyor.

Dahası, Brezilya’nın enerji bağımsızlığının yalnız etanolden kaynaklandığını düşünmek hata olur. 1970’lerde Brezilya’nın sahiden de petrol kaynaklarından yoksun olduğu yolundaki beklentinin kesinlikle yanlış olduğu ortaya çıktı. Bu ülkenin petrol verimindeki artış dünyadaki en hızlılar arasındadır. Bugün etanol üretiminin beş katı petrol üretiyor.

Söylediklerimizden de anlaşılacağı gibi, Brezilya’nın etanol endüstrisi hızlı genişlemeye elverişli bir konumda bulunmaktadır. Arazisi bol-

dur ve yağmur ormanı kesmesine gerek yoktur. (Şekerkamışı yağmur ormanlarına uygun ortamda yetişmez.) Doğrudan şekerkamışında ve üretim tesisleriyle lojistik alanında hâlâ yapılabilecek pek çok yenilik potansiyeli var. Eğer dünya isterse, Brezilya çok büyük bir küresel ihrac pazarı geliştirilmesinde öncülüğü ele alabilecek potansiyele sahiptir.

YAKIT İLE YİYECEK KARŞI KARŞIYA

Biyoyakıtlar dünya çapında öne çıktıkça, klasik etanol ile diğer biyoyakıtların geleceği arasında “yiyecekle yakıt karşı karşıya” ve “net karbon ayak izi” diye özetlenebilecek bir tartışma patlak verdi. Etanol üretimi büyük miktarda enerji tüketir. Ancak “içeri giren” enerji miktarına kıyasla “dışarı çıkan” enerji miktarı daha mı az, daha mı çok, yoksa aynı mı? Enerji dengesi—yani harcadığınız enerjiye karşılık ne kadar enerji kazandığınız—ölçmesi zor, tartışmalı bir konudur.

Enerji üretmek için enerji tüketilir. Klasik etanole harcanan enerji tarlayı süren traktöre konan mazot, suni gübrenin içindeki petrokimyasallar, mısır toplayan araçlar ve imbib aygıtını ısıtmak için kullanılan yakıt, etanolü küçük köy ve kasabalardan pazarın merkezine taşıyan taşıtlara konan motor yakıtıdır. Tüm bu etmenlerle ilgili varsayımlar değişirse, karşımıza farklı yanıtlar çıkar. Şu anda genel görüş, fiili denge yakıt ve etanolü üretip taşımının içerdiği maliyetlere çok fazla bağımlı olduğu halde, net enerji dengesinin hafiften mısır etanolünden yana meylettiği yönündedir. Dahası bitki yetiştiriciliği ve ölçeği büyütme yönündeki deneyim arttıkça, dengenin de belli bir ölçüde iyileşmesi gerekir. Ayrıca enerji girdisinin önemli bir kısmı kömür ve doğal gaz gibi petrol dışı yakıtlardan sağlanır. Gerçekten de artan etanol üretimi doğal gaz için önemli bir yeni sanayi pazarı yaratmaktadır.¹¹

Peki, biyoyakıtlar için ekin yetiştirmeye tahsis edilebilecek arazi bulmanın bir sınırı var mıdır? ABD’de ekili arazi yüzölçümü bakımından en büyük tarım alanları mısırla kaplıdır. “Buğday eyaleti” diye bilinen Kansas’ta mısır öyle bir patlama yaptı ki, tarım ürünü olarak buğdayı bile tahtından indirip ikinci sıraya attı. Ancak üretilen mısır, çoğu kişinin varsayacağı şekillerde kullanılmıyor. Mısır hasadının yalnızca yüzde

1'i insanların sofralarına yenmek üzere geliyor. Yüksek fruktozlu mısır şurubu içeren işlenmiş gıdalara da yine yüzde 1 gidiyor. Çok daha büyük bir oranı ise mısırın yarısını tüketen besi hayvanlarının dolaylı tüketimine ayrılır. Etanolün ülkedeki mısır hasadı paylaşımındaki yeri 1995 ile 2009 arasında yedi kat artarak yüzde 6'dan yüzde 41'e çıktı. Dolayısıyla Amerikan mısırı söz konusu olduğunda "yiyeceklerle yakıt karşı karşıya" dediğimizde işin gerçeği "hayvan yiyeceğiyle yakıt karşı karşıya" demektir.¹²

Mısır fiyatlarının yükselmesi mısır çiftçileri açısından iyi haberdır. Ama hayvanlarını ağırlıklı mısırla besleyen besi hayvanı yetiştiricileri ve sütçülükle geçinenler açısından kötüdür. Mısır fiyatlarının yükselmesi meşrubat ve kahvaltılık gevrekler gibi yüksek fruktozlu mısır şurubu içeren tüketici ürünlerinin fiyatlarını da yükseltir (ayrıca çiftçileri arpadan mısıra kaymaya özendirerek, biranın fiyatını da yukarı iter). Mısırın hayvan yemi olarak kullanımı arttıkça, dünyanın her tarafında gıda fiyatları yükselir, bu da pek çok ülkede enflasyonu azdırarak, siyasi gerginliğin tırmanmasını getirir.

Yükselen fiyatlar tortilla için ABD'den mısır ithal eden Meksika'da krize yol açtı. Mısır fiyatlarının yükselmesiyle birlikte Meksika'ya gelen mısırın fiyatı da arttı. Bunun sonucunda 2007 yılında tortillanın fiyatı ani bir sıçrama yaptı. Seçimi kıl payı bir farkla kazanan başkan Felipe Calderon'un önüne ilk siyasi krizini çıkardı. Krizin yoğun günlerinde enerji bakanı "Biz tortilla ve fasulye yiyen bir ülkeyiz" dedi. Yüksek fiyatları protesto eden yetmiş bin kişi Mexico City caddelerini doldurup hükümeti tortilla üzerinde fiyat denetimi uygulamaya çağırdı—ülkenin bazı kesimlerinde tortilla fiyatları üç katına çıkmıştı.¹³

1950 sonrası agronomi alanındaki kayda değer ilerlemeler, bir dönüm topraktan alınan ürün miktarını dörde katlamıştı. Ancak verimlilik açısından elde ettiği onca ilerlemeye karşın, etanol yanlıları mısır bazı etanol için toprak miktarını sınırlayıcı bir unsur olarak görüyordu.

Çevresel kaygılarla biyoyakıtlara karşı yükselen tepki, ilk nesil biyoyakıtların net karbon ayak iziyle bağlantılı endişelere odaklıydı. ABD'deki biyorafinerilerin tarım toplulukları arasında güçlü bir yerel desteğe sahip olmalarına karşılık, karşıt görüşlüler hava kalitesi ve trafik üzerindeki etkilerini ileri sürüyorlardı.

Daha geniş anlamda topraktan ve artan suni gübre üretiminden kaynaklanan su kullanımı ve artan sera gazı salımıyla ilgili eleştiriler yaygınlaştı. Biyoyakıtlarla ilgili eleştiriler daha çok Avrupa’da, özellikle de palmiye plantasyonları açmak için orman arazileri yakılarak CO₂ salımının yükseltildiği ve biyolojik çeşitliliğe zarar verildiği Malezya ve Endonezya’dan ithal edilen palmiye yağına yöneliktir.

Sonuç olarak AB, biyoyakıtların CO₂ içeriğine getirilecek “kuyudan tekere” sınırlamalar ve ormanların yok edilmesinin önüne geçecek yasaklar gibi sürdürülebilirlik garantileri uygulamaya çalışıyor. Dolaylı toprak kullanım değişimi denilen uygulamalar dikkate alındığında—Avrupa Birliğinde özellikle güncel bir konu olan toprak kullanımının “yansımali etkisi”—toprak kullanım kuralları netameli hale geliyor. Örneğin yiyecek amaçlı bir ekinin yerine bir biyoyakıt ekini ekildiğinde, o zaman ilk ekin için yeni bir yer aranırken orman yakılarak yer açılırsa ve büyük miktarda karbon salımı gerçekleştirilirse, burada “dolaylı” kullanım söz konusu olur. Nasıl ölçülecek bu? Ve ölçümlemeyi kim yapacak?¹⁴

ABD’de klasik etanol ve biyodizel, biyoyakıtlardan bekleneni vermeye yetmiyor. 2022’ye kadar ülkedeki motor yakıtlarına karıştırılması gereken biyoyakıt miktarı günde 2,35 milyon varil; bunun yarıdan fazlası geliştirilmiş—ikinci nesil—biyoyakıt olmak zorunda. Bunun önemli bir bölümü de şu anda henüz laboratuvar ve üretim deneme aşamasında olan, daha ticari boyuta dökülmemiş durumdaki selülozik etanoldür.

UMUT VAAT EDEN MANTAR

İkinci Dünya Savaşında en şiddetli çarpışmaların bir bölümü Güney Pasifik’te cereyan etti. İttifak kuvvetleri Japonları ada ada geri püskürtürken orman savaşlarının yıpratıcı ve beklenmedik eziyetlerine katlanmak zorunda kaldılar. Bunlar arasında en gizemli ve şaşırtıcı olanı orman küfüydü; çadırlarını, giysilerini, sırt çantalarını, botlarını ve kemerlerini yiyip yok eden mantar. Bu organizmaların numuneleri—14.000 dolayında—toplanıp Boston’un batısında Massachusetts Natick’teki bir ordu laboratuvarına gönderilmişti. İçlerinde en umut vaat edeni Yeni Gine’den getirilen çürümüş bir fişeklikten alınan *Trichoder-*

ma viride adlı bir mantardı. Natick'ten biyolog Leo Spano bu mantarı yer yapraklarıyla birlikte bir miktar su çözeltisine bırakarak bir mutant mantar türü yetiştirdi. Otuz altı saat sonra yanına gittiğinde mutantın sihirli bir olay gerçekleştirerek, yapraklarını glikoza, bir tür şekerle dönüştürmüş olduğunu görür. Şekeri inceleyince, burada yeni bir gelecek gördüğü fikrine kapılır. "Minicik bir enzimin bildiğimiz dünyayı değiştirebileceğini anladım" der sonradan. "Eğer insanoğlu bir enzimi yönlendirebilir ve geliştirebilirse, zehirli atıklarımızı yemeleri ve onları yararlı maddelere dönüştürmeleri sağlanabilir."

1973 petrol krizi sonrasında Spano'nun çalışması daha geniş bir ilgi uyandırdı. 1975'te Natick'teki bir konferansta kara kuvvetleri komutan yardımcısı Norman Augustine enerji, kaynaklar ve gıda problemlerini çözmek için "şu kıytürk mantardan medet umuyoruz" diye açıkladı. Sonradan Augustine "desteklenebilir bir bilimsel zemine sahip görünen yepyeni bir yaklaşımı benimseme yönünde bir kuantum sıçraması yapma olasılığı aklımı başımdan almıştı" dedi. Gerek büyük şirketler gerekse yeni kurulmuş girişimler hemen selülozik etanol denemelerine başladılar.¹⁵

Fakat 1980'lerde petrol fiyatları önce gerileyip ardından çöküşe geçince, bu ilgi yok oldu. Uzun süreli Ar-Ge fonları ortadan kayboldu. Geride sadece teknoloji üzerinde çalışmalarını sürdüren tek tük birkaç kişi kaldı. 1970'lerde büyük umutlarla kurulmuş olan Iogen adlı bir Kanada firması başka özellikleri yanında, tavuk ve domuz yemlerini daha kolay sindirilebilir hale getiren enzimler geliştirerek, işini iyi kötü ayakta tutmayı başardı.

Ancak yirmi birinci yüzyılın başında olaylar öyle bir şekilde gelişti ki—biyoyakıta yönelik ilginin canlanması ve hırslı hedefler ortaya konmasıyla birlikte, enerji güvenliği ve iklim değişikliği konuları üzerinde yoğunlaşma—selülozik etanole gösterilen ilgi bereketli bir ortamda yeniden yeşerme zemini buldu.

"SWITCH—NE?"

2006'dan önce switch-grass (çayır çimeni) denilen çim türünü çok az sayıda Amerikalı duymuştu. Ne olduğunu, Alabama Auburn Üniversitesinde öğretim üyesi olarak görev yapan Güney Afrika doğumlu pro-

fesör David Bransby kesin olarak biliyordu. Doktorasını çayır otları üzerine yapmış ve içlerinden bir türe de (birbirine dolamış kalın tutamlar halinde 2,5-3 metreye kadar uzayan çayır çimenlerine) onlarca yılını vermişti. Ancak o güne kadar kendi disiplini dışında kimsenin ilgisini çekememişti. Derken bir gün Alabama senatörü Jeff Sessions, Bransby'nin çim tarlasını ziyaret eder ve çimenin bir yakıt kaynağı olarak taşıdığı, muhtemelen mısırdan daha üstün potansiyelinden etkilenir. "Petrol bağımlılığı" konulu 2006 Ulusa Sesleniş konuşmasından önce Beyaz Saraydaki bir toplantıda Sessions switch-grass adlı çimi gündeme getirir. Enerji konusunda bir şeyler yakalama peşindeki yönetim kadrosu onu dikkatle dinler.

Televizyon kanallarını 2006 Ulusa Sesleniş konuşmasına ayarlayan on milyonlarca Amerikalının hemen hemen hepsinin başkan Bush'un "odun yongası ve ot sapı ya da switch-grass çiminden... en ileri teknikle etanol üretme yöntemleri" geliştirmekle ilgili sözlerini şaşkınlık içinde dinlediğine emin olabilirsiniz. Ağaç yongası mı, tabii. Ama ya çayır çimeni? Neyin nesiydi bu çayır çimeni? Buna Auburn Üniversitesinden profesör Bransby biraz farklı bir tepki vermişti: "Oturma odasında televizyonu izlerken az kalsın koltuktan yere yuvarlanıyordum."¹⁶

Selülozik etanole ve diğer gelişkin biyoyakıtlara zaman zaman "kutsal kâse" dendiği de olur. Eğer üretilebilirlerse bu biyoyakıtlar arz dengesinde köklü bir değişiklik yaratarak ve aynı zamanda ulaşımdan kaynaklanan sera gazı salımını ciddi ölçüde azaltarak, dönüştürücü işlev gösterebilirler. Üstelik elektrikli arabalardan farklı olarak, yepyeni bir altyapı gerektirmezler. Son kullanıcı—oto sürücüsü ya da uçak—açısından özünde görünmez bir değişim söz konusu olacak. Hayat değişmeyecek. Ama biyoyakıtlar enerji sistemini—enerjinin nasıl üretildiği, kimin ürettiği ve gelirin nasıl aktığı gibi yönlerden—dönüşüme uğratacak.

Şimdilerde bunların geliştirilmesi için büyük çabalar harcanıyor. Canlı bilimleri enerji sektörünün hizmetine koşuldu. Ve daha önce hiç olmayan bir şey oluyor; hükümetler, girişimciler, risk yatırımcıları ve özel sermaye firmaları finansal kaynaklarını bu serüvene akıtıyorlar.

Dahası var; belli başlı uluslararası petrol şirketleri son birkaç yıldır bazıları çok büyük ölçekli olan, çeşitli türden ileri biyoyakıt araştırmalarına ciddi bir ilgi gösteriyorlar. BP Kaliforniya Üniversitesi, Berkeley

ile Berkeley Ulusal Laboratuvarı ve Illinois Üniversitesi arasındaki işbirliğinin ürünü olan Enerji Biyobilimler Enstitüsüne 500 milyon dolar destek sağlıyor. ExxonMobil insan genomunun haritasını çıkaran Craig Venter'in kurduğu Synthetic Genomics'le çalışmak için 600 milyon dolar koydu. Chevron, Shell, ConocoPhillips, Total ve Statoil gibi şirketlerin hepsi biyoyakıt üzerine ortaklıklar oluşturdular. Ve tabii Brezilyalı Petrobras da biyoyakıt alanında hayli aktif. Bu arada risk yatırımcıları bir dizi yeni girişime fon sağladı.

Bu girişimlerin her biri pek çok farklı rota izliyor, ancak varmayı amaçladıkları hedef aynı: ticari, rekabet gücüne sahip, ölçeklendirilebilir—ve tamamen yeni bir altyapı gerektirmeyen—yeni bir ulaşım yakıtı.

Bugün bitkisel maddeleri ve tarımsal atıkları parçalayıp etanole dönüştürme tekniği biliniyor. Buradaki sorun, bunu ekonomik ve daha büyük ölçekli olarak yapabilmekte. Ama bu çok zor görünüyor. 1970'lerden beri işin içinde olan ilk selülozik etanol firmalarından birinin yöneticisi şöyle diyor: "Lifi işleyip, odunu şekerle dönüştüren enzimleri kullanabileceğimizi hep biliyorduk. Mesele burada değil. Mesele kaç mal olacağı ve bunu sanayi ölçeği koşullarında çabucak yapabilecek miyiz?"¹⁷

Belirsizlik sorunun doğasından geliyor. Araştırmacılar doğrudan bitkinin anatomik yapısını hedef alırlar. Bitkiler de diğer maddelerden, bu organik maddelerin bize kolayca verebilecek şekilde tasarlanmadıkları şeyler çıkarmaya uğraşıyorlar.

Etanolde asıl sorun, fermente edilecek şekerin nasıl çıkarılıp damıtılarak alkol yakıtına ulaşılacağı. Şekerkamışında iş kolay. Ama mısırın şekeri, öğütülüp işlenerek çıkarılıyor. Selülozik etanolda iş daha da komplike hale geliyor. Adından da anlaşılacağı gibi, selülozik etanol, selüloz ve yarı selüloz içeren uzun kompleks karbonhidrat zincirlerine yedirilmiş haldeki şekerden elde ediliyor. Bu aşamada henüz yakıt vasfından hayli uzak sayılırlar. Sertleşmeleri gerekir. Zaten bunlar bitkinin duvarıdır. Ligninle (odunsu öz) birlikte bitkiye yapısal bütünlüğünü veren selüloz ve yarı selülozdur. Bitkinin dik durabilmesini onlar sağlar.

Bir de ana bariyer var: şekeri koruyan vücut zırhını parçalamak. Selüloz ile yarı selülozun ligninden ayrılarak, etanole (etil alkol) dönüşmeye uygun fermentasyon şekerlerine dönüşmek üzere parçalanması

gerekir. Bu enzim dönüşümü yoluyla, yani uzmanlaşmış enzimlerin uyarlanmasıyla gerçekleştirilebilir. Rekabet gücünü artırmak için enzimler üzerinde daha çalışmaya ihtiyaç var.

Selülozik etanolün hammaddesi ucuzdur. Ekin kalıntıları ya da tarımsal atıklar kullanılabilir; örneğin ekin biçildikten sonra tarlada kalan mısır ya da buğday sapları veya şekerkamışı fermentesinden atık ürün olarak çıkan posa gibi. Her türlü tarımsal atık ya da odun parçası, hatta belli çöpler bile olabilir. Marjinal topraklarda yetişen daha önce sözünü ettiğimiz switch-grass çayır çimeni, micanthus türü çayır otları ve şekerkamışının kuzeni olan süpürgeotu gibi çeşitli çimen türlerinden elde edilebilir.

Ancak işleme maliyetleri yine de yüksek. Selülozik etanol üretmek için tesis kurmanın mısır bazlı etanole göre dört kat daha pahalı olduğu tahmin ediliyor.

UNUTULAN ZORLUK

Ayrıca işin bir de “ürkütücü lojistik”—“unutulan zorluk”—yanı var. Petrole kıyasla biyokütleinin enerji yoğunluğu çok düşüktür. Bundan ötürü çok büyük miktarlarda toplanması gerekir; bu büyük miktarların toplama, nakletme ve depolama maliyeti de haliyle yüksek olacaktır. Petrolün enerji yoğunluğu sayesinde, onu dünyanın yarısına kadar taşısanız bile ekonomik olmaya devam eder. Tersine biyokütle “yapısı gereği yerel nitelikte” olarak tarif edilir; kimilerine göre bu alan dış sınırı 80 kilometrelik bir çapa oturan bir dairedir. Günde 6000 varil selülozik bitki düşünün. Bunu taşımak için yılda 50.000 yarı boy römork gerekir.

Rafineri de düzenli bir arz kaynağı ister. Eğer hammadde yılda bir ya da iki kez hasat ediliyorsa, o zaman bir yere depolanması gerekir ki, bu da ayrı bir lojistik sorunu çıkarır. Malzeme zamanla küflenir ve çürür. Bir maliyet unsuru daha. Tabii hammaddenin de bir bedeli var.¹⁸

Bu lojistik zorluklar halledilmeden sanayi ölçeklendirilemez. Bunun yollarından biri hammadde kaynağını, yani bitkinin kendisini değiştirmektir.

“İNSANLARIN BEKLEDİĞİNDEN DAHA SERT”

Esin çeşitli şekillerde gelir. Richard Hamilton’a onuncu sınıftayken, 1980 Ekiminde Genentech’in halka açılmasından söz eden *Newsweek*’teki bir makale şeklinde geldi. Yeni biyoteknoloji sanayindeki bir şirketin ilk halka açılışıydı bu ve yepyeni bir biyoteknoloji çağının açılışını işaret ediyordu.

Genentech’in öyküsü Hamilton’un hayallerini süslüyordu. Üniversite çağına geldiğinde ne olmak istediğini soranlara, bilinçli olarak “Biyoteknoloji” yanıtını veriyordu. Bunun üzerine insanlar kendisine soran gözlerle bakakalıyorlardı. Ne de olsa daha biyoteknolojinin ilk demleri yaşıyordu.

Doktorasını moleküler biyoloji dalında yapan Hamilton doktora sonrası bir yılını Harvard’da geçirerek biyoteknoloji ve genetik mühendisliğiyle tasarım bitkileri yaratmaya yönelik fikirlerini geliştirdi. 1997’de bitki genleri üzerine yoğunlaşmak üzere Ceres adlı bir şirketin kurulmasına yardım etti. Etanol patlamasının birikmeye başladığı 2004 yılında bir selüloz sanayinin gelişmesiyle birlikte gündeme gelecek lojistik sorunlarla başa çıkmak için özel olarak tasarlanmış yakıt bitkisi yaratmak amacıyla biyoteknolojiye odaklandı. Hamilton ve bu alanda çalışan diğerleri gerçekten de biyoyakıtlara yeni bir biyolojik perspektif getiriyor.

Hamilton “çoğu kişi tüm dikkatini rafine teknolojisine veriyor, ham madde stokunu pek umursamıyor” diyor. “Ama sanayi ölçeklendikçe bu durum değişecektir. Lojistik açısından işi olur kılan en önemli unsurlardan biri yüksek ürün yoğunluğudur. Geneline selülozik etanol insanların beklediğinden daha sıkı çıktı. En büyük sorun süreyi canlı organizmanın yaşam çevriminin belirlemesi. Çalışmamızın sonucunu görmek için mevsimlerin geçmesini beklemekte zorundayız.”

“Ekinlerimiz cennet bahçelerinden gelmiyor. İnsan eliyle ekilip yetiştiriliyor ve ıslah ediliyor.” Elini uzatıp tırnağının ucunu gösteren Hamilton “İşte ilk mısır başağı şu kadarcıktı” dedikten sonra devam eder: “On bin yıldır tarım yapıyoruz. 1946’ya kadar genetik maddenin DNA olduğunu bilmiyorduk. 1960’ların sonundaki Yeşil Devrim modern biyolojiyi bitki ıslahına uygulamaya başlamanızın bir örneğiydi.”¹⁹

Bu alanda çalışanların çoğu insan genomunun dizilişinden türeyen know-how'ı uyguluyor. Biyoenformatik ve bilişimsel biyolojinin yeni alanlarına el atarak ve yüksek verim alma denemelerine başvurarak belli genleri ve işlevlerini tespit etmeye çalışıyorlar. Amaç besin amaçlı ekilmeyen marjinal arazilerde yetişebilen miscanthus ve switch-grass gibi uzun çimenleri etkin enerji bitkisi yapan özellikleri seçerek, evrim sürecini hızlandırmak. Bu, hızlı büyüme, şeker erişirliği, susuzluğa dayanıklılık ve az gübre ihtiyacı gibi hedeflere yönelik seçimler yapmak demek. Nihai amaç şu: “Dönüm başına elde edilen yakıt miktarını” ciddi biçimde yükseltmek.

Başka yaklaşımlar da var. Bunlardan biri çok yüksek ısıya tabi tutulan biyokütleden bir sentez gazı elde ederek, bunu kömürün sıvılaştırılmasına benzer bir süreçle sıvı yakıtıya dönüştürmek. Bir diğer yöntemse su ve asidi birleştiren bir hidroliz yardımıyla, basınç ve yüksek ısı koşullarında biyokütleyi çözerek etanole dönüştürmek.

Rafine teknolojisi giderek “mantarimsı moleküller” ya da “yeşil moleküller” diye bilinen davetsiz misafirlere odaklanıyor. Amaç katalizör kullanarak şekeri performans ve içerik bakımından klasik hidrokarbon yakıtıyla hemen hemen aynı olan hidrokarbona dönüştürmek: benzin, dizel ve jet yakıtı. Eğer bu iş ölçekli yapılabilirse, herhangi bir altyapı değişikliğine gerek kalmadan var olan yakıt tedarik sistemine sorunsuzca eklenecek ürünlere sahip olabiliriz. Bildiğiniz gibi etanolün benzinden ayrı nakledilmesi ve depolanması şarttır, çünkü etanol benzin nakil hatları ve depolama tankları içindeki çok az miktardaki suyla bile kolayca karışabilir.

ALGLER: MİNİK RAFİNERİLER

Diğer bir potansiyel biyoyakıt kaynağı da algler, yani okyanuslarda, göllerde ve su birikintilerinde yaşayan besin zincirinin dibindeki tek hücreli yaratıklardır. Algler minik rafinerilerdir; güneş ışığı ve CO₂ emip oksijen (dünyadaki oksijenin yüzde 40'ını) ve biyopetrol üretirler. Bu petrol moleküler bakımdan benzin, dizel ve jet yakıtı üretimine çok uygundur. Aynı zamanda teorik anlamda çok da etkindir. Toprak üzerinde, az tuzlu su birikintilerinde ya da kontrollü biyoreaktörlerde üre-

tim sürecinde dönüm başına bir palmiye plantasyonunun üç katı, mısır çiftliğinin ise altı katı ürün verebilirler.

Bazı ekipler doğal yollardan alg soyları yetiştirerek sonuç almaya çalışırken, kimileri de genomu uygulayıp tamamen aynı işlevsellikte süper algler geliştirerek küresel enerji arzına ciddi bir katkı sağlamaya uğraşıyorlar.

Bu alandaki en ciddi sıkıntılardan biri en verimli alg soylarını bulmak ve—ciddi bir tehdit altında olan—alg nüfusunun istikrarını sağlamaktır, üstelik bunları ticari ölçekte yapabilmektir.

BIYOYAKIT ALANINDA OLANAKLI OLAN

Ticari selülozik etanol ve diğer gelişkin biyoyakıtlar hayatımızda ne zaman ve ne ölçüde etkili bir şekilde yer alacaklar? Genelde tartışmaların ana maddesi bu. Kimileri eli kulağında diyor; kimileri de hâlâ ciddi bir araştırma konusu olmaya devam ettiği düşüncesinde. Yazılım ve bilgisayar dünyasındaki kısa ömürlü çevrimlere alışkın olan Silikon Vadisinden gelenler aynı yirmi dört ila otuz altı aylık süreyi burada da öngörebilirler. Ama referans noktası biyoteknoloji olanlar için bu zaman çerçevesi beş ila on yıldır. Çok uzun üretim döngüleri, karmaşıklık deneyimine ve dağıtım sisteminin devasa boyutlarına alışkın olan klasik petrol ve gaz endüstrisinden gelenler ise 15 ila 20 yıldan aşağısına ihtimal vermezler.

Son tahlilde olanaklı olan nedir? Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü eski dekanı, BP'nin baş bilimcilerinden ve bugün enerji bakanlığı bilim baş danışmanlığı yapan kuramsal fizikçi Steven Koonin çok cüretkâr bir öngöründe bulunuyor. Biyoyakıtların son noktada küresel motor yakıtı talebinin yüzde 20'sini, çevre sorumluluğu içeren bir anlayışla karşılayabileceğini düşünüyor.²⁰

Soluk kesen bir vizyon bu, çünkü hidrokarbonların giderek artan ölçülerde karbonhidratlara ve diğer biyolojik enerji kaynaklarına yer bırakacağı bir geleceğe işaret ediyor. Ne ki bu noktaya ulaşana kadar, Karbonhidrat İnsanın dünyanın otoyollarında Hidrokarbon İnsana yetişip geçmesi için, yol boyunca pek çok—teknoloji, fiyat, ölçek ve çevre açısından—“eğer” var.

İÇTEKİ ATEŞ

On dokuzuncu yüzyılın sonunda Thomas Edison yalnız dünyadaki en ünlü Amerikalı değil, aynı zamanda pek çok icat ve yeniliğin yaratıcısı olarak Edison Çağını şekillendiren kişiydi. Tabii ayrıca Amerikan elektrik enerjisi endüstrisinin de babasıydı. 1896 Ağustosunda New York'ta bir araya gelen Edison Illuminating Companies'in yöneticilerinin yıllık toplantısının kapanış yemeğinde onur konuğunun yine bu büyük adam olması sürpriz değildi.

Ana masadaki sohbet günün en önemli sorunlarından olan elektrik bataryaları ve arabalardı. İçlerinden biri dikkatleri masanın öteki ucunda oturan Detroit Edison Company'nin başmühendisi Henry Ford'a çekti. Ford yakın zamanda "dört teker" denilen bir araç üretmişti, ama bataryayla değil, benzinle çalışıyordu.

Otuz üç yaşındaki Ford kulakları ağır işiten Edison'un yanındaki koltuğa geçti. Edison'un arka arkaya sıraladığı bir sürü soruya yanıt vermek amacıyla masadaki mönü listesinin arkasına bir çizim karaladı. Aracın "hidrokarbon" diye tanımladığı kendi yakıtını üzerinde taşımasından çok etkilenmişti. Edison elektrikli arabaların "bir enerji santralinin yakınında durmak zorunda olması" gibi bir sorunu bulunduğunu, bataryasının da her halükârda çok ağır olduğunu söyledi. Edison, Ford'a benzin ve içten yanmalı motorla yoluna devam etmesini salık verdi. Görüşünün altını çizmek için yumruğunu masaya vurarak "İşi kotarmışsın" diye seslendi Ford'a. "Böyle devam et."

Ford sonradan şöyle der: “Masaya inen o yumruk benim için dünyalara değerdi.” Onun için bir nimetti; çünkü Ford, Edison’u “dünyanın en büyük adamı” olarak görüyordu. Şimdi “dünyada elektrik hakkında en çok şeyi bilen adam, benim gaz motorumun amaç açısından daha iyi olduğunu söylüyordu. Ve bu bütün elektrik mühendislerinin dünyada elektrikle çalışmayan yeni ve ilgiye değer bir şey olamayacağını tartışılmaz bir gerçek kabul ettiği bir dönemde oluyordu.”

Ford’un içinde de kendine göre kuşkular vardı. “Arada bir acaba boşa zaman mı harcıyorum diye düşündüğüm oldu.” Ama Edison’un takdiri sayesinde “yaptığım işe iki kat daha şevkle sarıldım.”¹

Yine de kişisel mobilitate yaratma alanındaki yarış hâlâ herkese sonuna kadar açıldı. İki yıl sonra 1898’de *New York Sun* New York’un işlek bir caddesinin köşesinde “beş farklı itme metoduyla çalışan arabalar görülebileceğini”, oysa benzinle çalışan bir arabanın listenin en alt sırasında bile yer almadığını hayretle bildiriyordu.²

Ancak on küsur yıl sonra, 1910’da yarış hemen hemen sona ulaşmış gibiydi. Zafer içten yanmalı motorla çalışan arabanın olmuştu. Ve o günden sonra—ısı, ışık ve serinlemeyle birlikte—modern yaşamın temel özelliklerinden biri olan kişisel mobilitayı araba tanımlamıştır.

GELECEĞİN YAKITI MI?

Petrol türevi yakıtların içerdiği enerji miktarı çok yüksektir, ayrıca bu yakıtlar durağan, kullanımı kolay bir sıvı halinde depolanmaya elverişlidir. Petrol kralı, tartışmasız egemenlik alanı yol taşımacılığıdır. Dünyanın mobilitate talebi, özellikle yeni gelişen pazarlarda insanlar araba alabilecek gelir düzeyine doğru ilerledikçe artarak, hâlâ büyümeyi sürdürüyor.

Peki, ama bu talebin yakıtı nereden sağlanacak?

On yıl önce buna verilecek yanıt netti: aynı şekilde, daha fazlasıyla. Ulaşımın petrole bağılılığı değişmeden kalacaktı. Ama artık öyle değil. Ulaşımın geleceği için yeni bir yarış başladı. Yirmi ila otuz yıl sonra dünyanın ne tür arabalarla dolu olacağını ve petrolün yolların (ve de gökyüzünün) hâkimi olmaya devam edip etmeyeceğini bu yarışın sonucu belirleyecek. Taşıtlar hâlâ esas olarak o bildiğimiz benzinli ya da

mazotlu içten yanmalı motorla mı etkinliği yükselmiş olarak çalışmaya devam edecek? Mevcut ve yeni biyoyakıtlar arabaların yapısında görece az bir değişiklikle, petrolü devreden çıkararak, yakıt karışımındaki oranını sürekli artıracak mı? Taşıtlar doğal gazla mı çalışacak? Yoksa etkinliği çok yükselterek, içten yanmalı motorla ikinci bir kaynağı, elektriği birleştiren hibrid mi olacaklar? Yoksa daha kökten bir değişim mi olacak? Benzin istasyonunda değil, duvardaki prizden doldurulan doğrudan elektrikli araçlar mı galip gelecek? Dahası enerjisini hidrojen beslemeli yakıt hücresinden alan arabalar da olasılık kapsamında.

Bir olasılık daha var: İnsanların yolculuk tarzlarıyla ilgili güncel varsayımlara meydan okuyan yeni ulaşım sistemleri ortaya çıkacaktır. Dünyanın pek çok megakentini felç edebilecek yaklaşan kilitlenmeye verilecek yanıt belki de bu olacaktır.

Dünyanın araç filosunu değiştirme yönünde çok kısa zamanda bir şey olmayacağını biliyoruz. Çok büyük, üstelik mevcut filonun yenilenme hızı çok düşük; bir arabanın ortalama ömrü 12 ile 15 yıl arasında. Gelişmiş ülkelerde durum böyle. Daha önce hiç arabası bulunmayan kişilerin ilk kez araba sahibi olmaya başladığı hızlı büyüyen gelişmekte olan ülkelerde ise yanıt biraz daha farklı—belki de çok farklı—görünüyor, çünkü yenilenecek araba stokları o kadar büyük değil.

Öncelikle enerji güvenliği, Ortadoğuda çatışma, küresel arz sisteminin taşıdığı riskler ve petrol fiyatlarının oynaklığı gibi endişelerin artmasıyla birlikte, çok sayıda etmenin kesişmesiyle yarış yeniden başladı. İkinci bir neden de sürdürülebilirliktir. Yüzyılı aşkın bir süre önce motorlu araç ilk kez dünya sahnesine çıktığı zaman, hızla büyüyen şehirlerin sürdürülebilirliği sorununa, bu kentleri boğan ve insan sağlığını tehdit eden muazzam bir çevre, kirlilik ve sağlık problemine acil bir çözüm getirdi: On dokuzuncu yüzyılın genişleyen şehirlerinin dört bir yanında faytonları, yük arabalarını, atlı tramvayları ve diğer araçları çeken ve durmadan çoğalan çok büyük sayıdaki atların gübresi. Motorizasyon caddeleri atlardan temizledi.

Bugün taşıtların egzozlarından çıkan zehirli dumanı temizleme konusunda büyük ilerleme kaydedildi. Fakat dünyanın çeşitli kesimlerindeki pek çok şehirde salım hâlâ problem olmayı sürdürüyor. Üstelik benzin ya da mazot yakan motor muhakkak egzozundan CO₂ salımı

yapar. Dolayısıyla iklim değişikliği kaygısı, yeryüzündeki karbon miktarını çoğaltmayan bir motor bulma yönündeki çabalara itki sağlıyor. Yeni yarışın diğer bir nedeni de doğrudan ölçek sorunudur; dünyanın, gelişmekte olan ülkelerdeki ekonomik büyümenin getireceği ek talebi karşılama yeteneğine ilişkin endişeler.

Çok tutkulu bir arayış var: Dünyadaki taşıtları ve onları destekleyen altyapıyı dönüşüme uğratmak, aynı zamanda sürücülerin arzuladığı işlevselliğe sahip araçları ödemeye hazır oldukları bir fiyattan sunmak. Bu hiç de hafife alınacak bir sorumluluk değil. Bu yeni yarışta çok büyük çıkarlar konuşuyor: geleceğin arabasının yakıtı, yarınki ulaşımın şekli ve küresel siyasi ve ekonomik güç. Zaman dolduğunda kazananların ödülü trilyonlarca dolarla ifade edilecek.

BUHARLI MOTOR

1712’de Thomas Newcomen ilk mekanik buharlı motoru icat ederek, kömür madenlerindeki suyu dışarı pompalamak için kullandı. Onlarca yıl sonra İskoç mucit James Watt buharlı motorun tasarım ve etkinliğini köklü biçimde iyileştirerek, bir tarihçinin deyişiyle “ekonominin bütün dallarının erişimine” açtı. Sonuçta “Buhar Çağı”na girildi.

Aşağı yukarı aynı tarihlerde İsviçreli mühendis Nicolas Joseph Cugnot, Fransa Kralı XV. Louis’nin maddi desteğiyle savaş alanında cephanelikleri, dört yolcuyla birlikte saatte sekiz kilometreye yaklaşan bir süratle nakledecek buharla çalışan bir araç geliştirdi. Kötü bir performans sergileyen Cugnot’un mekanik canavarı rahatsız edici dengesizliği yüzünden Fransa kırsalını boydan boya geçmeye uygun değildi. Sonunda Cugnot’tan umudunu kesen kral, fon desteğine son verdi.³

On dokuzuncu yüzyılda buharlı motorlarda muazzam ilerlemeler kaydedildi; yalnız sanayi devriminin getirdiği atölye ve fabrikaların değil, aynı zamanda demiryolları ile gemilerin de enerji kaynağı oldu. On dokuzuncu yüzyılın sonraki on yıllarında buharlı motor dünyayı bağlayan oldukça gelişkin bir makine olarak varlığını sürdürdü. Ama artık bir rakibi vardı.

HERR OTTO

1864'te Eugene Langen adında 31 yaşındaki bir girişimci Almanya'nın Köln kentinde Gereonswall Caddesi üzerindeki bir atölyeden içeriye girdi, kulağına arızalı bir motorun "bozuk çalışma" sesi gelmişti. Langen içeride Nikolaus Otto'yu benzin motorlu tasarımlarından birini denerken buldu. Langen'e Otto'nun ilginç bir şeyle uğraştığı söylendiğinden, merakla buharlı motordan daha etkili bir yanma enerjisi yakalamaya çalışan bir numaralı Alman mucidi Otto'yla tanışmak için can atıyordu.

Otto'nun ailesinin durumu pek iyi sayılmazdı, geçimini sağlamak için çay-şeker satıyor, iyi-kötü bulduğu her işi yapıyordu. Resmi bir teknik eğitim almamasına karşın güçlü bir iç seziye sahipti ve "motorlara takıntısı" vardı. Ayrıca ciddi bir borç yükü altında bulunduğundan, önemli bir atılıma gereksinim duyuyordu. Langen'in Otto'yla çok az ortak yanı vardı. Langen bir yatırımcıydı; otuzlu yaşların başında birkaç farklı işin gayet başarılı şekilde hayata geçmesini sağlamıştı. Ancak Otto'nun denemeleri Langen'i büyülemişti; bu işe para yatırmaya karar verdi.

Üç yıl sonra Otto büyük bir atılımla, son derece yüksek bir etkinliğe sahip bir motor tasarımı gerçekleştirdi. 1867 Paris Fuarında altın madalya aldı ve ilk motoru kısa sürede büyük bir taleple karşılandı. Langen ve Otto bunun üzerine adını Köln'ün bir banliyösünden alan Gasmotoren-Fabrik Duetz AG isimli yeni bir şirket kurdular ve Gottlieb Daimler ve Wilhelm Maybach adlı iki parlak mühendisi işe aldılar. Ne ki yeni şirketin geleceği iyi görünmüyordu. Ne kadar denedilerse de, motorlarını o zamanlar aşılma bir bariyer gibi görünen üç beygir gücünün üzerine çıkarmayı başaramadılar.

Mühendisler nasıl bir yön izleyecekleri konusunda tam bir çelişkiye düşmüşlerdi. Otto yeni tür bir motor, içten yanmalı bir motor üzerinde çalışmalarını istiyordu. Daimler buna oldukça kuşkuyla bakıyordu. Bu sırada rakip mucit ve mühendisler de yoğun bir biçimde kendi atılımlarını gerçekleştirme gayreti içindeydi. Franz Reulleaux adlı bir profesör arkadaşı Langen'i, onlar kendi aralarında kararsızlık içinde kıvranırken, rakiplerinin çoktan arayı açtıklarını söyleyerek uyardı. Reulleaux Otto'nun içten yanmalı motor fikrinin peşinden gitmelerini öğütledi.

“Onun üzerine gidin” dedi, “Herr Otto arka ayaklarından vazgeçsin, Herr Daimler de ön ayaklarından.”

Otto’nun mekanizması hava ile yakıtı bir valf aracılığıyla bir silindire çekiyor, sıkıştırıyor, bu yükü yaktıktan sonra kalanı dört hamlede dışarı atıyordu. Artık bu minik şirketin baş teknoloğu olan Daimler itirazından vazgeçmiyordu. Otto’nun fikri için “zaman israfı” deyip duruyordu.

Ama Langen, Otto’dan yana tavır aldı. Daimler, Otto’nun tasarımında artan güç ve etkinlik getirisinin önemini atlıyordu. Altı ay sonra yalnız bilinen bütün motorların performansını aşmakla kalmayan, aynı zamanda üç beygir gücü bariyerini de ezip geçen bir prototip ortaya çıktı. Bu motor ticari başarı getirdi.⁴

1876 yılında “Otto çevrimi” motorunun geliştirilmesi modern içten yanmalı motorun doğuşunu müjdeliyordu. Valfleri, bir krank mili, bujiler ve tek bir silindiri yakıt ve gazları yanmanın verdiği enerjiyi çok daha az bir enerji kaybıyla ve daha büyük bir verimle kullanma olanağı verecek şekilde bir araya getirmişti. En başta da, eskiye oranla çok güvenilirdi.

1890’da içten yanmalı motor üzerine kurulu bir Alman otomotiv endüstrisi doğdu. Otto ve Otto’nun patentini ilk üç tekerlekli araçta kullanan Karl Benz Alman oto sanayinin öncüleri arasında yerini aldı. Otto’dan ayrılıp kendi şirketini kuran Gottlieb Daimler de öyle. 1890’ların ortalarında Daimler piyano yapımcısı William Steinway aracılığıyla Amerika’da bile araba satıyordu. Daimler ve Benz firmaları yirminci yüzyılda Daimler-Benz adlı tek bir şirket halinde birleştiler. Ama anlayabildiğimiz kadarıyla, Daimler ile Benz birbirleriyle hiç karşılaşmadılar.

YARIŞ

Almanya ile Fransa—Armand Peugeot ve Louis Renault gibi mühendisleriyle—en az on yıl boyunca dünyada motorlu ulaşımın başını çektiler.

Otomotiv endüstrisi Britanya’da, mühendislikte ileri gitmiş olmasına karşın, çok daha yavaş bir gelişme seyri izledi. Demiryolu endüstrisinin “dostları” tren yolunun ulaşım tekeline korumayı amaçlayan Kırmızı

Bayrak Yasasını meclisten geçirdiler. Kırmızı Bayrak Yasası uyarınca “yol lokomotifleri”—yani arabalar—şehirlerde saatte 3 kilometrenin üzerinde hız yapamıyordu. (Saatte 5 kilometre hızla yürüyen bir yaya, arabayı geçirdi.) Kırsal bölgelerde ise sürücüler arabalarının hızını saatte 6 kilometreye kadar çıkarabiliyordu. Ayrıca ek bir güvenlik önlemi olarak, gündüzleri arabaların 50 metre önünde kırmızı bayrak sallayarak, karanlık bastırdıktan sonra da elinde bir fenerle uyarı görevi yapan bir görevli yürüyecekti. Hız ve kullanımı ciddi biçimde kısıtladığından, aslında Kırmızı Bayrak Yasasının araba kullanmayı pek özendirmediği açıkta.

Atlantik’in karşı kıyısında ABD’de de arabalar artık caddelerde boy göstermeye başlamıştı, ama çoğunlukla buharla ya da elektrikle çalışıyordu. 1892’de bir gazete “Dün Şikago caddelerinde elektrikle çalışan bir araba gibi ilginç bir yeniliğe” rastlandığını bildiriyordu. “Yolculuk 22 dakika sürdü. Arabanın sahipleri—trafik ve aracın başına büyük bir kalabalığın toplanmasını önlemenin zorlukları düşünüldüğünde—bu süreyi takdire değer buldular.”⁵

ABD’de *Scientific American*’da yayınlanan Daimler’in araçlarından birinin tarif edildiği bir yazıyı baz alan ilk başarılı benzinli arabanın üretilmesi 1893’te gerçekleşir. Bunun ardından sayıları giderek çoğalan yenilikçiler içten yanmalı motor üzerindeki çalışmalara ağırlık verdiler; bunların çoğu Great Lakes bölgesinden, özellikle de Detroit çevresindendi. İçlerinde en takıntılı görüneni makinelerle büyülenmiş gibi bakan ve mekanizmaların işleyişi—ve nasıl işletilebileceği—konusunda doğal bir sezgisi olan Michigan Dearborn’lu bir çiftçi çocuğuydu. Bu genç, Edison Illuminating Company Detroit’in başmühendisi Henry Ford’du.⁶

ELEKTRİK Mİ, BENZİN Mİ?

Edison’un takdir dolu sözleri kulağında çınlamaya devam eden Ford 1899 yılında Edison Detroit firmasından ayrılarak gücünü içten yanmalı motorlardan alan arabalar üzerinde tam zamanlı çalışmaya başlar.

Ancak hâlâ buharlı ve elektrikli araba öncülüğü elden bırakmış değildir. Amerika’nın 1899’da Ohio Akron’da yola çıkan ilk polis aracı elektrikliydi. (Akron polis şefi bunun, koca bir at ordusuna, onların bakımı

ve beslenmesine para vermekten daha ucuz olduğuna hükmetmişti. İlk görevi, kafayı çekip kendini dağıtan bir yurttaşın tutuklanması olmuştu.) 1900'de New York, Boston ve Şikago sokaklarında 2370 arabanın bulunduğu bildiriliyordu. Çoğu ya Stanley Steamer gibi buharlı ya da elektrikli araçlardı. Benzinle çalışan arabalar daha çok gerilerdeydi.⁷

Elektrikli arabalar başta "hanımefendiler", sonra da evlere giden doktorlar arasında çok tutuluyordu. Sessiz, temiz ve kontrolü kolay araçlardı. İşi dumanı yoktu ve içten yanmalı motorlardan farklı olarak çalıştırırken krank milini çevirmek gerekmiyordu, böylece sürücüyü bileğini kırabilecek bu zahmetli tekrar hareketinden kurtarıyordu.

Yine de ilk Nikolaus Otto'nun geliştirdiği içten yanmalı motor rafine edilip geliştirildi ve güç ve güvenilirlik yönünden hem elektrikli hem de buharlı arabaların yerini almaya başladı.

Elektrikli araçların başlıca üç sorunu vardı: maliyet, yolculuk mesafesi ve şarj etme. 1902 Phaeton örneğinin sadece 30 kilometre yol gidebiliyor ve saatte 23 kilometrenin üzerine çıkamıyordu. Buharlılarda ise verim düşüklüğü sorunu vardı. Ayrıca önceden ısıtılması için uzun bir süre ve bol miktarda su gerekiyordu. Dahası elektrikli araçların şarj ihtiyacından bile daha kısa süre içinde su yenileme ihtiyacı ortaya çıkıyordu. İçten yanmalı motorlar—ICE'ler—ise sadece yakıt istiyor, uzun mesafeler kat edebiliyor ve elektrikli ve buharlı taşıtlara göre hatırı sayılır bir güç üretebiliyordu. Ama çalıştırırken önce krank kolunu çevirmek gerekiyordu.⁸

Lakin hangi motor türünün üstün geleceği henüz belli değildi.

DOĞANIN GİZEMİ

Thomas Edison 1900 yılında, Henry Ford'a söylediğinin aksine, elektrikli aracın benzin yakıtlı araca tercih edilebilir olduğuna karar verdi. Edison benzin yakan bu gürültülü, kokulu, isli, güvenilmez atsız arabaların geleceğin aracı olabileceğine inanmıyordu. Daha hafif, güvenilir yeni bir tasarımla yeterli bir depolama kapasitesine sahip üstün bir alternatif üreterek akü sorununu çözebileceği kanısındaydı. Bir dostuna gönderdiği mektubunda şunları yazıyordu: "Eğer içtenlikli bir arama için harekete

geçilirse, doğanın iyi bir depolama aküsünün sırrını bizden saklayacak kadar acımasız davranabileceğini sanmıyorum.” Aydınlatma, elektrik üretme, kaydetme ve sinema onun eseri idi. Ulaşım niye olmasındı?

Edison 1904 yılında yoğun ve yorucu bir çalışma sonunda tip E aküsü adını verdiği ürünü büyük bir yaygarayla piyasaya çıkardı. Basın “enerji dünyasında devrimci bir etki yarattığını” yazdı. Şovmenliği hiç elden bırakmayan Edison “her eve bir minyatür dinamo...her aileye bir araba” vaat etti. Fakat E aküsü taahhüt edilen performansı gösteremedi, sızıntı yaptı. Cesareti kırılrsa da inadından vazgeçmeyen Edison laboratuvarına dönüp çabalarını iki katına çıkardı.⁹

Bu süre zarfında bütün bozucu teknolojilerde olduğu gibi, motorize ulaşım da birtakım eleştiriler gelmeye devam etti, üstelik bu eleştiriler yalnız “atta çıkarı olanlar”dan gelmiyordu. Kimileri arabayı geçici bir heves, ünlü bir roman karakterinin ifadesiyle “işe yaramaz bir illet” olarak görüyordu. En sert eleştirilerden biri Princeton Üniversitesi başkanı Woodrow Wilson’dan geliyordu. 1906’da Wilson ABD başkanı sıfatıyla Beyaz Saraya taşınmasından yedi yıl önce arabaları “zenginlikten kaynaklanan küstahlığın resmi” ilan etti ve “bu ülkede sosyalist duyguların yayılmasına araba kullanmaktan daha fazla katkı yapan bir şey yoktur” dedi.¹⁰

Ancak bu karşıtlık yükselen coşku dalgasının önüne kesemedi. Amerika bir müşterinin “Atsız At Arabası ateşi” dediği bir hastalığa yakalanmıştı. Bir yazarın yorumu ise şöyleydi: “Araba modern çağın idolüdür...bir motorlu arabaya sahip olan kişi gezme keyfinin yanı sıra, sokakta yürüyen kalabalığın pohpohlamalarına da mazhar olur” ve daha da iyisi “kadınlara iyi gelir”. Ama yeni ilahenin ne tür bir arabada dolaşacağı hâlâ belli değildi.¹¹

Onca insanın arasında ulaşımın nasıl bir görünüm alacağı konusunda net bir fikre sahip olan tek bir kişi vardı. Henry Ford 1906’da “bugün en büyük gereksinim” diye yazıyordu, “beygir gücü yüksek gelişkin bir motoru olan, en kaliteli malzemelerden yapılma, hafif ve ucuz bir arabadır”. Kararlıydı, bu arabayı kendisi yapacaktı.

1908’de Ford ilk Model T’sini piyasaya çıkardı. Hafif, sağlam ve güçlüydü ve fiyatı sadece 825 dolardı. (Bu baz fiyattı; farlar, rüzgârlık ve tavan ekstraya giriyordu.) Birkaç yıl sonra imalatı devrimci bir değişim gerçekleşti. Ford arabayı seri üretmek için bir montaj hattı kur-

du. (Bu konsepti Şikago mezbahalarında izlediği sığırların parçalandığı “demonte” hattından almıştı.) Her doksan üç dakikada bir, banttan yeni bir Model T çıkıyordu. Bir Model T’nin fiyatı üçte iki oranında düştü, sonunda 260 dolara kadar indi.¹²

Pes etmeyi bilmeyen Edison’un elektrikli arabadan vazgeçmeye niyeti yoktu. 1910’da Tip A aküsüyle yeniden sahneye çıktı. Bu akü tek bir şarjla 96 kilometre yol ve yedi saat şarj süresi vaat ediyordu. Reyonlu mağazaların mal teslimatında kullandığı—Detroit Electric ve Baker Runabout gibi—küçük kapalı minibüslere uyarlanmıştı. Edison akülerin geleceğin taşımacılığına çok önemli bir katkı yapacağından emindi. 1910’da Samuel Insull’a zafer kazanmış bir edayla yazdığı mektupta, elektrik devine yeni büyük bir elektrik pazarı ya da Edison’un kendi ifadesiyle, “Büyük Elektrik Tohumluğuna çok sayıda elektrik Domuzu eklemeyi” vaat etti.¹³

Ancak Edison geç kalmıştı. Ford’un Model T’si hızla büyüyen pazarda hızla büyüyen bir pay ele geçirmekteydi ve çok geçmeden üstün bir başarıya imza atacaktı. Dahası elektrikli ateşleme sayesinde sürücülerin artık motoru çalıştırmak için krank kolunu çevirmeleri gerekmiyordu; bu buluş elektrikli arabanın en önemli avantajlarından birini elinden almış ve içten yanmalı motorun kesin zaferini ilan etmişti. Ford yalnız zenginler için değil, “büyük çoğunluk” için ve “iyi bir maaş alan herkes”in ulaşabileceği bir araba imal etme sözünü tutmuştu. Arabayı lüks olmaktan çıkarıp kitle pazarı ürününe dönüştürmüştü.

1920’de dünyadaki arabaların yarısı Model T markaydı. Sona erdiği güne kadar 15 milyon adet Model T satılmıştı; bu rakam 45 yıl boyunca bir rekor olarak kaldı. İçten yanmalı motor çoktan modern arabanın kalbi ve ruhu olup çıkmıştı.

YENİ YAKIT

Peki bu arabalara yakıt nereden bulunacaktı? Yanıt benzindi. İçten yanmalı motorlar petrol endüstrisine de hayat verdi. Petrol endüstrisi ilk 40 yılında aydınlatmaya yönelik bir sektördü. Başlıca ürünü dünyanın her tarafında aydınlatma amaçlı kullanılan lambalara konan kerosendi.

John D. Rockefeller aydınlatma tüccarlığıyla dünyanın en zengin adamı oldu. Ancak yirminci yüzyılın başlarında elektriğin hızlı ilerlemesi aydınlatma pazarını çökertmeye başladı.

Fakat tam o sırada araba sahneye çıktı.

O güne kadar benzin çoğunlukla, rafine işlemi sırasında ortaya çıkan pek kimsenin işine yaramayan, parlayıcı ve patlayıcı nitelikte bir atık üründü. Ancak araba çağının şafağında, benzinin içten yanmalı motorlarda çok verimli bir enerji üreticisi olduğu anlaşıldı. Benzin 1911 yılında kerosenin önüne geçerek bir numaralı petrol ürünü olmayı başardı. 1901 Ocağından sonra Amerika'nın güneybatısında Teksas Beaumont yakınlarındaki Spindletop kuyusunun açılmasıyla başlayan büyük yeni keşifler yeterli petrol arzının güvencesini veriyordu.

Ama hâlâ önemli bir sorun ortada duruyordu: dağıtım, yani benzinin araç sahiplerine ulaştırılması. Benzin çoğunlukla, hiç de uygun olmayan koşullarda, bakkallarda ya da büyük mağazalarda tenekelerde satılıyordu. 1907 yılında *National Petroleum News* başı sonu pek belli olmayan küçük bir öykü yayınladı: "St. Louis'de Auto Gasoline adlı şirketin, araba benzini ticareti için yeni bir doğrudan erişim yolu denemesinde başarılı olduğu bildiriliyor." Haberin başlığı şöyleydi: "Arabacılar için İstasyon". Birisinin tabiriyle bu "boşaltma alanı" muhtemelen ABD'deki ilk benzin istasyonuydu. 1920'lerin sonlarına doğru açılan yüz binlerce benzin istasyonundan oluşan ağ, yollar kadar kritik bir önem taşıyordu. Petrol bu hareket yeteneğinin yakıtı olup çıkmıştı.¹⁴

DİNGİN GÜNLER

İkinci Dünya Savaşı sonrası 1950'ler ve 60'larda Amerika tam anlamıyla bir araba ülkesi haline geldi. Banliyölerin yaygınlaşması, yeni otoyollar ve yol sistemlerinin yapılması ve arabaların çoğalması hep birbiriyle bağlantılı yol aldı. Araba Amerikan yaşamının önemli bir takıntısına dönüştü. Yeni arabalar görüntüsüne, beygir gücüne, performansına ve şu ya da bu şekilde cinsel çekiciliğine bakılarak alınıp satılır oldu. Yakıt etkinliği düşüyordu, ama önemli değildi, çünkü benzinin galonu 25 sentten satılıyordu ve benzin istasyonları hemen her köşeye yayılmış gibiydi.

Derken 1973 petrol kriziyle birlikte her şey değişiverdi. Washington'da araba yakıtının etkinliğini düzenlemeye yönelik yasa önerisi üzerinde çılgınca bir siyasi mücadele baş gösterdi. Daha önce hiç düzenleme konusu olmamış bir alandı bu. Muhalefetin ön saflarında çoğu zaman “Üç Büyükler” diye söz edilen büyük araba firmaları—General Motors, Chrysler ve Ford—yer alıyordu.

General Motors'un başkanı 1975 yılındaki bir Kongre oturumunda “Bağış istemiyoruz, vergi istemiyoruz, düzenleme istemiyoruz” diye seslendi. “Biz bu tür şeyleri sevmiyoruz.” Sektörü yönetenler arabaların nasıl üretileceğini piyasanın, yalnız piyasanın düzenleyebileceğine inanıyordu; yani ne istediğine tüketicilerin kendisi karar verecekti. Dahası hemen geri adım atıp küçük araba üretimine geçmek pahalıya mal olacaktı ve araba üreticileri tüketiciler fikir değiştirip yeniden büyük arabalara yönlirse üretim hatlarının boşa çıkmasından ve satılmayan koca otoparklar dolusu küçük arabaların ellerinde kalmasından endişe ediyorlardı.

1970'lerin hararetli enerji politikaları savaşını Detroit kaybetti. 1975 yılında araba şirketlerinin 1985'e kadar arabalarının galon başına 13,5 mil (22 km) olan yakıt etkinliği düzeyini 27,5 mile (44 kilometreye) çıkarmalarını öngören “CAFE” diye bilinen Kurumsal Ortalama Yakıt Etkinliği Standartları yürürlüğe kondu.

Birkaç yıl sonra Henry Ford'un torunu Henry Ford II “motorlu taşıtlarda kullanılan yakıt etkinliğinin yükseltilmesini öngören yasa bizi rekabetçi serbest piyasa güçlerinin başarabileceğinden daha hızlı bir şekilde koruma önlemlerine yöneltmiştir” dedi. Ama yine de Washington'u daha sıkı 1985 sonrası yakıt etkinliği standartları yönünde baskı yapmaktan “vazgeçmeye” çağırmayı da ihmal etmedi.⁵

BAŞINA ÜŞÜŞMEK

Yasal düzenleme çoğunlukla bu örnekteki gibi, piyasanın yerini tutar. İktisatçı gözüyle bakarak, talebi düşürmeye daha piyasa bazlı bir yaklaşım göstermek—basit bir dille benzine konan vergiyi artırmak—kurallar koymakla yetinen bir düzenlemeden daha etkili olur ve çok daha iyi sonuç alır. Bu tür bir vergi, benzin üzerindeki vergi ve harçların 1 galonda 4

doları aşabildiği Avrupa'da olduğu gibi, açık seçik bir mesaj vererek, yakıt etkinliğini araba müşterilerinin kafasına sıkıca kazır. Oysa Amerika'da bu rakam ortalama 40 senttir (bunun 18,4 senti de federal vergidir). Vergi yükü düşük gelirliyle daha fazla yük bindirir. Ama vergi sayesinde araba imalatçıları üretimlerini daha verimli tasarlayabilirler ve benzin fiyatları yine düşerse otoparklar dolusu yüksek verimli arabanın satılmayıp ellerinde kalacağından korkmalarına gerek kalmaz. Ayrıca vergi daha basit bir yöntemdir ve kolay kolay çarpıtmalara olanak tanımaz. İnovasyonların sürdürülmesini teşvik eder. Bunun tersine düzenlemelerle konan bir hedef tavan niteliği kazanabilir. Bu noktaya ulaşıldığında daha ileri gitmek için ortada güçlü bir teşvik unsuru kalmaz.

En azından iktisatçılar genelde olaylara böyle bakarlar. Ancak iktisatçılar süreçlerde o kadar sık söz sahibi olamazlar; iktisatçıya akılcı görünen bir çözüm siyasetçiye göre seçim felaketi reçetesi olabilir.

Kongrede 20 yıl görev yapan ve Meclis Enerji Altkomitesine başkanlık eden (şimdi Gelecek için Kaynaklar'ın başı) Philip Sharp bir Cumartesi sabahı federal benzin vergisinin beş sent yükseltilmesine kabul oyu verdikten sonra başına gelenleri asla unutamıyor. "Bölgeme dönünce, bir postaneye uğradım" diye anlatıyor yaşadıklarını: "Birden gözü dönmüş bir kalabalık başıma üşüştü."¹⁶

Tam seçimlerin yaklaştığı bir sırada bir siyasetçinin kesinlikle karşılaşmak istemeyeceği türden bir halk tepkisiydi bu (gerçi Sharp ileride birkaç kez daha seçildi). Dolayısıyla düzenlemenin görece sakıncalarını karşına büyük bir avantajı da vardı: Vergiye pek benzemiyordu.

Başka bir deyişle düzenleme, en azından iktisatçı gözüyle en iyi ikinci çözüm olsa bile, siyasi açıdan daha uygulanabilir bir çözüm olabilir. 1975 yakıt etkinliği düzenlemesi de kesinlikle bu nitelikteydi. Araba stoku büyüdükçe, benzin tüketimi tasarrufu birikerek yığınsallaşacaktı. Sonuçta sanki "Detroit'in altında dev bir petrol yatağı" bulunmuş gibi olacaktı. 1980'lerin ortalarında yakıt etkinliği standartları günde 2 milyon varil petrol tasarrufu sağladı. Eğer tüketimi 1973 düzeyinde kalmış olsaydı, bu kadar fazla yakıt harcanmış olacaktı. Bu rakam ABD'nin o tarihteki enerji politikasının diğer bir büyük atılımı olan Alaska'nın Kuzey Rampası petrol sahasının en yüksek üretim düzeyine eşittir.¹⁷ Bu standartlar aynı zamanda dünya araba endüstrisini de büyük ölçüde etkiledi.

JAPONLAR YETİŞİYOR

1950'lerin sonlarında Los Angeles ve San Francisco sokaklarında tuhaf görünüşlü, değişik bir arabanın dolaştığını görebilirdiniz. Bu ABD'ye resmen getirilen ilk Japon arabası Toyota'nın Toyopet S30 Crown modeliydi. Tokyo'da Toyopetler taksi olarak kullanılıyordu. Ama ABD'de iyi bir başlangıç yapamadı; ilk iki araba Los Angeles'i çevreleyen tepelerin çevresine kadar bile gidemedi. San Francisco'ya getirilen ilk arabanın denenmek üzere götürülürken karşısına çıkan ilk tepede nefesini tükettiği söylenir. Kentteki bir araba satıcısı aracın reklamını yapmak amacıyla halk kütüphanesinin önünden 180 kez ters yönde geçtiği halde, en ufak bir yararını görmedi. 1999 dolar fiyatla satılan Toyopet iyi iş yapamadı. Dört yılı aşkın bir sürede toplam 1913 adet satılabildi. Bu sırada ABD'ye başka Japon arabacıları da ihracat yapmayı denedilerse de, satış rakamları son derece düşük düzeylerde seyretti ve Japon arabaları ucuz, pek güvenilirmez, tuhaf ve yeni başlayanlara göre (o dönemin en gözde ithal arabası olan Volkswagen Beetle'ın havasından da marifetlerinden de yoksun) bir araba olarak tanındı.

1970 ortalarında petrol fiyatları patlayınca, dikkatlerin yine yakıt etkinliğine odaklanması, özellikle Japon araba ithalatçılarına giriş kapılarını açtı. Sonuçta bu verimli küçük arabalar birden ilgi ve popülerite toplamaya başladı. Zamanla Japon arabaları kalite ve güvenilirlik vasıflarının yükselmesiyle birlikte, üst pazarlara doğru çıkmaya başladı.¹⁸

Benzin ve petrol fiyatlarının düştüğü 1980'lerin ortalarında aile bütçelerinde araba yakıtına ayrılan pay iyice küçüldü. Yine eski günlerdeki gibi yeni araba alımlarında fiyat, performans ve güvenilirlik—ve de tabii arabanın görünüşü—öne çıktı. Tam yakıt verimliliği endişe konuları listesini, tabii eğer hâlâ bir liste kaldıysa, adamakıllı daralttı. Ancak ABD'li üreticiler henüz verimlilik hedeflerine ulaşabilmiş değildilerdi. Aynı zamanda şimdi yabancı araba üreticileri, özellikle de Japonlar hedef kitlelerini genişletiyor ve daha geniş bir kesimin taleplerine yanıt verme yeteneğine sahip olduklarını ortaya koyuyorlardı. Amerikan pazarına iyiden iyiye yerleşiyorlar ve kendilerini giderek daha az “yabancı” kılan bir strateji izliyorlardı. Japon araba üreticileri kök

salmaya başladılar; ABD'nin dört bir yanında işletmeler, araştırma-geliştirme merkezleri, tasarım tesisleri ve ortaklıklar açtılar. Böylelikle Üç Büyüklerin ve sendikalı otomotiv işçilerinin şiddetli muhalefetiyle karşı karşıya kalmaktan kaçınabildiler.

YENİ TUTKU

Amerikan otomotiv düzenlemeleri öyle gerektirdiğinden, Detroit, zarar eden liderlerin CAFE tam etkinlik standartlarına uymalarını sağlamak için, daha küçük ve yüksek verimli arabalar üretti. Ama dikkatini asıl “hafif kamyonet” denen daha büyük bir araç kategorisine, özellikle de daha önce var olmayan bir taşıt türüne yoğunlaştırdı.

Değişim 1980'li yıllarda Chrysler'in çıkardığı “T-115” kod adlı yeni bir hafif kamyonetle başladı. Ancak araç kısa bir süre içinde minivan adıyla tanınır oldu. O dönemde artık tam verimlilik standartları belli başlı bir araç sınıfı olarak steysin vagonu önemli ölçüde piyasadan silmişti. Steysin vagon 1973 öncesi banliyö yaşamının simgesel hatırası olarak geride kalmıştı. Araç filosu yakıt etkinliği ortalaması tipik bir arabadan daha ağır olan ve daha fazla benzin yakan klasik steysin vagona pek olanak tanıımıyordu. Eğer oto imalatçıları üretecekleri araç filosu için ortalamayı tutturmak istiyorlarsa, ondan vazgeçmeleri gerekiyordu.

Buna karşılık minivanlar tamamen farklı bir kategoriden sayılmak gibi önemli bir vasfa sahipti: hafif kamyonet. Bunun yakıt tüketimi açısından önemli bir sonucu vardı. Orijinal 1975 yakıt verimliliği düzenlemesi kalem alınırken hafif kamyonetlerde hedef standartlar arabalarda galon başına 27,5 mil (44 km) yerine, galonda 20,7 mil (33 km) gibi daha düşük bir rakamda tutulmuştu. Aslında bu tür arabalar üzerinde pek fazla durulmamıştı, çünkü o tarihte pazar payları çok küçüktü: Satılan toplam araç miktarının yüzde 80'ini arabalar oluşturuyor, pikap, van gibi araçlar daha çok köylüler ve ticaretle uğraşanlar tarafından tercih ediliyordu. Minivan ve SUV çıkarma fikri Detroit'in aklının ucunda bile yoktu.

Ama artık minivanın üretilmesiyle pek çok sürücüye arzu ettiği işlevselliği sunmak mümkün oluyordu—gerçekten de steysin vagonun işlevi aşılmıştı—üstelik bu, araba imalatçıları yakıt etkinliği bakımından

cezalandırma potasına girmeden sağlanmıştı. Bir zamanlar teslimatçıları, su tesisatçıları ve elektrikçileri taşıyan bu minivanlar en tutulan aile arabası haline geldi. Yeni minivanlarda anne babalar, çocuklar, arkadaşlar, spor malzemeleri, valizler ve evcil hayvanlar için yer vardı, ayrıca sağ tarafında yana açılan sürgülü kapı ve bardak tutacağı gibi aileye özgü ve anne babalar açısından kullanışlı özellikler bulunuyordu. Bir rakibinin sözleriyle, Chrysler minivanla rakiplerine “gol atmıştı”.

Chrysler aynı zamanda yeni feshedilen American Motors’tan Jeep modelini alarak yeni bir kapı daha açmıştı. Bir zamanların dayanıklı kaba saba savaş arabası şimdi SUV adıyla ünlenerken, “sportif arazi aracı” olup çıkmıştı. 1990 yılında Ford dört kapılı Explorer’ını çıkardı ve SUV talebi tam bir sıçrama yaptı. Minivan ve SUV’a ek olarak hiç ihtiyacı olmayan insanlarda pikap kamyonet hevesi baş gösterdi. Tüm bu taşıtlar—minivanlar, SUV’lar ve pikaplar—aynı “hafif kamyonet” kategorisinde sınıflandırılıyordu. Hepsi de Amerika’da yok sattı. 1990’ların ortalarında insanlar iyimserlikle yeni bir “Amerikan arabaları Altın Çağından” söz ediyorlardı. Daha bir iki yıl önce iflasın kıyısında debelenen Chrysler şimdi “dünyanın en başarılı araba üreticisi” sıfatıyla taltif ediliyordu.¹⁹

Ford Explorer kısa zamanda en popüler SUV haline geldi. Baş rakibi General Motors hazırlıksız yakalanmıştı; 1990’ların başında petrol ve benzin fiyatlarının daha da yükseleceği beklentisiyle, tüketicilerin daha verimli ve daha yakıt tasarruflı taşıtlara yöneleceğini öngörmüştü. Ancak Ford Explorer ile diğer SUV’lara yönelik yığınsal talep patlaması karşısında o da çark edip, diğerlerine yetişme gayretine girdi. Chevy Blazer’la karşılık verdiyse de, umduğu kadar hızlı bir tempo yakalayamadı.

General Motors’un eski CEO’larından Rick Wagoner şöyle diyor: “Bazen belli bir taşıt türünün herhangi bir mantıksal nedene dayalı olmadan aşırı ilgi topladığı oluyor.” SUV ve minivan modeller çok tutuldu. “Talep arızı aştı. Her sabah kalkıp pazara baktığımızda yeterli ürünümüz olmadığını görüyorduk. Bu büyük araçlara gereken daha büyük motorları üretme kapasitemiz yetersiz kalıyordu. Her yönetim toplantısında aynı soru önümüze geliyordu: Niye kamyonet kapasitemiz daha yüksek değil?”

Hafif kamyonetler yeni bir nüfus kesimini bile tarif eder hale geldi: banliyöde yaşayan “arabalı anne”. Bu kitle 1996 başkanlık seçimlerinde her iki partinin de aklını çelmeye çalıştığı gözde ve kritik bir blok oldu.

Ama aslında bu kesim yalnız annelerden oluşmuyordu. Babalar ve genç yetişkinler de vardı aralarında. 1990'ların sonunda Amerika'nın arabayla ilgili klasik aşk hikâyesi SUV'lara yönelik yakıcı bir tutkuya dönüştü.²⁰

Arabadan kamyonete bu hızlı geçişin ABD'deki yakıt kullanımına etkisi büyük oldu; çünkü yeni bir minivan ya da SUV'un yeni bir arabaya göre yakıt sarfiyatı yüzde 25 daha yüksekti. Ve yollarda dolaşan hafif kamyonetlerin sayısı hızla kabarıyordu.

Ancak bu "tutkunun" gerisinde "fiyat" da vardı. Benzin fiyatlarının on yıl boyunca son derece ucuz seyretmesi SUV ve kamyonetlerin piyasaya çıkmasını kolaylaştırmıştı. Benzinin fiyatı o kadar ucuzdu ki tüketiciler açısından neredeyse hiçbir önem ifade etmiyordu; aslında 1998'de benzin ABD hane halkı harcamaları içinde 1950'ler ile 60'lara göre daha küçük bir yer tutuyordu. Gerçekten de kayıt tutulmaya başlandıktan sonraki dönemin tamamında en ucuz olduğu günlerdi.²¹

Fiyatın etkisi ABD ile Avrupa'yı karşılaştıran bir araştırmada görülebiliyordu. Yakıt fiyatlarının vergiden ötürü çok yüksek olduğu Avrupa'da arabalardaki yeni teknolojinin yüzde 50'si yakıt etkinliğine dönüktü. Buna karşılık Amerika'da etkinlik hedeflerine ulaşıldıktan sonra arabalardaki yeni teknolojinin sadece yüzde 20'si yakıt etkinliğiyle ilgiliydi. Yeni teknolojinin yüzde 80'i performans, güvenlik, boyut, aksesuar, kullanım özellikleri ve "lüks" diye tanımlanan unsurlara yöneliyordu. Örneğin 1987-2007 arasındaki 20 yıl boyunca motor beygir gücü yüzde 85 yükseldi.²²

2000'de ABD'de daha tasarrufsuz hafif kamyonetlerin satışı klasik arabayı geçti. Aynı zamanda aracın cinsine bakmaksızın, insanlar daha çok yol yapar oldular. 2003'te ortalama bir taşıt 1985'e oranla yüzde 30 daha çok kilometre yapıyordu: yılda 15.100 km'ye karşılık 19.800 km. Ayrıca ABD ekonomisi ve nüfusunun genişlemesiyle birlikte yollardaki toplam motorlu taşıt sayısı da çoğaldı. Tüm bu nedenlerle benzin tüketimi 1985-2003 arasında yüzde 50 dolayında arttı.

Genelinde araba piyasasında bir tür iş bölümü meydana geldi. Detroit büyük toplarını büyük araçlara—SUV'larla vanlara—koyarken, Japonlar, Koreliler ve diğer üreticiler ithalatın yanında, ABD'de imal edilen arabaların çoğalmasıyla birlikte, araba pazarındaki paylarını giderek artırdılar. SUV'lar daha kârlı araçlardı, Amerikalı üreticiler diğer

şirketler karşısındaki rekabet dezavantajının üstesinden bu sayede gelebildi. Bu “miras maliyeti” denen şeydi; yabancı şirketlerin üstlenmek zorunda olmadığı, bereketli yıllarda Birleşik Otomobil İşçileri Sendikasıyla pazarlığı yapılan çalışanların sağlık ve emeklilik maliyeti. Araç başına 1500 ila 2000 dolar tahmin edilen bu maliyet rakamı kullanılan çelik maliyetinden daha yüksekti. Bu koşullarda Amerikan şirketlerinin daha az kullanıcının isteyeceği daha yakıt tasarruflu yeni bir model üretmek için bir milyar dolar ve beş yıllık ürün geliştirme süresini riske atmalarını gerektirecek fazlaca bir teşvik unsuru yoktu.²³

Ancak Japonya’da düşünce tarzı farklıydı.

OTOMOBİLİN YENİDEN VAROLUŞU

1980’lerin sonlarında onlarca yıl boyunca şirketin olağanüstü gelişimine önderlik eden Toyota’nın başkanı Eiji Toyoda büyük ekonomik kabarma döneminde Japonya’yı kendinden hoşnutluk ve rehabet havasının sarmasından ve bu ruh halinin Toyota’ya da sıçramasından endişe etmeye başladı. Arabanın birkaç yıl sonraki geleceği üzerine kara düşünmeye başladı: Çevre ve enerji güvenliği kaygıları sanayinin geleceğini nasıl etkileyecekti? Toyoda şirketi, en çok satan modeli Corolla’dan daha etkin ve çevreye duyarlı bir yirmi birinci yüzyıl arabası üretmeye çağırdı. Bu girişimin temelinde *mottainai* kültürel değerleri—“israf edemeyecek kadar değerli”—yatıyordu. Hemen hiç petrol çıkarılmayan Japonya’da enerji temini konusundaki kırılganlık Amerikan araba üreticilerinin hiç bilmediği türden asla eksilmeyen bir endişe kaynağıydı. 1991 Körfez Savaşı petrol bağımlılığının risklerini hepten ölümcül hale getirdi.

Bütün bu unsurlar yeni bir arabanın içeriğinde yer tutacaktı. Araştırma ekibine, “global yirmi birinci yüzyıl” anlamında G21 adı verildi.

Ancak içerik yine de hayli muğlaklı. G21 ekibi maliyet ve kalite açısından can alıcı bir sonuca ulaşmıştı: Elektrikli arabalar ile yakıt hücreli arabalar henüz çok uzaktaydı. 1994’te ekip iki yakıt modelini birleştirme fikrini benimsedi: biri benzinli, diğeri akülü. Bu modele “hibrid” yani melez dendi. Bir hibrid tasarımda çekici olan özellik var olan alt-

yapıları kullanmasının yanında, sıvı fosil yakıtların enerji yoğunluğundan yararlanmasıydı. Ana tasarıma ulaşana kadar yüzün üzerinde farklı konfigürasyon denendi. Şirketin bazı kesimleri başarı şansını yüzde 5'in üzerinde görmüyordu. Hatta kimileri ortaya gerçekten bir araba çıkıp çıkmayacağından emin değildi, acaba hibrid yerine mutant desek daha mı doğru olur diye düşünüyordu.²⁴

Prius modeli adıyla çıkan araç şehir içindeki dur-kalklarda elektrikli motoru kullanıyordu. Ancak ekstra bir güç gerektiğinde son derece tasarruflu olan içten yanmalı motor devreye giriyordu. Yüksek hızlarda tüm yük içten yanmalı motora geçiyordu. Benzinli motor aküyü kısmen şarj ediyordu. Ama ayrıca—araba fren yaptığında ısı halinde dağılan—kinetik enerjiyi elektrige dönüştürerek yeniden şarj etmek gerekiyordu. (Sahiden de içten yanmalı motorun ürettiği enerjinin üçte ikisi ya ısı olarak ya da egzozdan atılıp gidiyordu.) Buna üretken frenleme dendi. Böylece o güne kadar atık ürün olan—ısı—çok daha yararlı bir şeye, elektrige dönüşüyordu. Isı “israf edilemeyecek kadar değerli”ydi.

Bu konsepti yaşama geçirmek çok zordu, çünkü mühendislerin iki farklı motor sistemini çok uyumlu şekilde çalıştırabilmesi gerekiyordu. Ayrıca G21 ekibi arabayı Kyoto iklim değişikliği konferansının yapılacağı tarihe, yani 1997'ye kadar yetiştirmek gibi bir süre sınırının yoğun baskısı altındaydı. Tamamen yeni bir araba tasarımı açısından hiper denilebilecek bir hızla çalışan ekip işi ucu ucuna yetiştirebildi.

Ama bir de Prius'un piyasa tarafından benimsenmesi gibi bir zorunluluk daha vardı. Aslında Honda 1999'da çıkardığı kendi hibridi Insight'la ABD piyasasında Toyota'yı alt etmişti. Honda farklı bir strateji izliyordu; yepyeni bir araba yaratmaktansa, ünlü Civic modelini “hibridleştirme”yi tercih etmişti. Onun tersine Prius tamamen yeni bir modeldi. ABD'de satışa 2000 yılında çıktı.

İlk birkaç yıl ne Toyota ne de Honda'nın hibridi ABD piyasasında bir ilerleme kaydedebildi. İklim değişikliğine gösterilen ilginin ve benzin fiyatlarının yükselmesiyle birlikte 2003 yılında Prius'un daha büyükçe ve daha güçlü ikinci kuşak modeli insanların hayal dünyasına girmeyi başardı ve hibrid kuşağının poster arabası oldu.

Prius ile diğer hibridlerin satışı hızlanmaya başladı. Hâlâ karşılaşılırdıkları modellerden bir iki bin dolar pahalıydılar ve aradaki farkı

kapatmak için kaç kilometre yol yapmak gerektiği henüz belli değildi. *Consumer Reports* gerek araba fiyatı gerekse yakıt maliyetini hesaplayarak, bir hibridin fazla yol gidebilen arabadan para tasarrufu açısından üstün olup olmadığını sorgulamıştı, ama sorun burada değildi. Hibrid alımını özendirmek için yeterli vergi teşviki varsa da, hibridin önemi sadece teşvik ve ekonomiden ibaret değildi. Bir Prius sürmek aynı zamanda hem başkalarına hem de kendine, çevre, iklim değişikliği ve petrol bağımlılığına ilişkin kaygıların bir ifadesiydi. Zamanla hibrid araçlar farklı bir ayrıcalık simgesine dönüştü: Sinema yıldızları çevre bilinçlerini göstermek için Akademi Ödülleri gecesine özel şoförlerinin sürdüğü Priuslarla gitmeye başladılar.²⁵

B PLANI NE?

Yüzyılın başında benzin fiyatlarının yükselişe geçmesi araba kullanıcılarını arabanın, hele de SUV'sa yakıt faturasını önemsemek zorunda bıraktı. Bu Detroit için bir kâbusun başlangıcı oldu. SUV ve diğer hafif kamyonetlerin pazar payı, yaygınlık kazanmaya başlamalarından sonra ilk kez 2004'te düşüşe geçti. Yine de Amerikan araba üreticilerinin elinde gerçek bir B planı yoktu. Şirketler parayı "hafif kamyonet"lerden vurdular, görünüşe bakılırsa halk gerçekten onları satın almak istiyordu. Ama bu çok uzun süre devam etmedi. Pompa fiyatlarının yükselmesi SUV satışlarını aşağıya çekince, Amerikan şirketleri baskı altına girdiler. Durum kısa sürede düzelir umuduyla, fiyatları aşağıya çekerek, indirimle giderek ve yüzde sıfır faizli taksitli satış teklifleriyle zaman kazanmaya çalıştılar.²⁶

Politikalar da değişmeye başlıyordu. Benzin fiyatlarının artması insanların öfkesinin yükselmesini de getirdi. Dahası halkın bazı kesimlerinde petrol ithalatı ve küresel ısınma konusundaki kaygılar da şiddetleniyordu. Bütün bunlar birleşerek otuz yıldan beri mümkün olamayan bir şeyi gerçekleştirecek bir koalisyon yaratıyordu: yakıt etkinliği standartları.

İşgücü sayısı azalan, tesisleri kapanan ve ayak izi seyrekleşen Detroit'in artık eski siyasi ağırlığı kalmamıştı. Toyota, Nissan ya da Honda'nın üretildiği eyaletlerin senatörleri artık General Motors, Ford veya

Chrysler'in akıbetiyle pek fazla ilgilenmiyorlardı. Toyota bu eyaletteki montaj tesisine 1,3 milyar dolar yatırım yapacağını açıkladığında Mississippi senatörü Trent Lott hemen ilan etti: "Senin askeriniz."

Mevcut içten yanmalı motor teknolojisiyle 2030'a kadar yüzde 40 ile 50 arası bir hedefle etkinliği yükseltmek için çok şey yapılabileceği yönünde giderek büyüyen bir teknik konsensusun varlığı çok önemliydi. Ulusal Bilimler Akademisi ile Ulusal Mühendislik Akademisini temsilen Ulusal Araştırma Konseyi bu savı ileri sürerken, siyasi bakımdan biraz sevimsiz bir gözlemini diplomatik bir dille eklemeyi de ihmal etmedi: "Bir yandan otomotiv üreticilerini yeni taşıtlarda yakıt ekonomisini iyileştirmeleri için sıkıştırmakla, öte yanda düşük gerçek benzin fiyatlarında ayak diremek arasında belirgin bir tutarsızlık var."²⁷

YENİ STANDARTLAR

2007'nin ikinci yarısında petrolün varil fiyatının 100 dolara doğru tırmanması ve Ortadoğuda çatışmaların devam etmesi nedeniyle, yüksek yakıt etkinliği standartlarına kimse siyasi açıdan karşı koyamaz noktaya geldi. 2007 Enerji Güvenliği ve Bağımsızlığı Yasası otuz iki yıl sonra ilk kez yakıt etkinliği standardını yükseltti: 2020 yılına kadar galonu 35 mile (56 km) çıkacaktı. Bu yeni hedef hem arabalar hem de SUV ve hafif kamyonetler için geçerliydi. Eski standarda göre günde iki milyon varil tasarruf sağlayacaktı. Yasa aynı zamanda büyük ticari kamyonlarda yakıt etkinliğine ilişkin düzenlemeler de öngörüyordu. Aynı zamanda 2022'ye kadar günde 2,3 milyon varil biyoyakıt kullanma zorunluluğu getiriyordu.

Başkan George W. Bush tasarıyı imzalarken "petrol bağımlılığımızı azaltma, küresel iklim değişikliğiyle mücadele etme, yenilenebilir yakıt üretimimizi artırma" ve ülkeyi "daha güçlü, temiz ve güvenli" hale getirme yönünde atılmış "büyük bir adım" olarak tanımladı.²⁸

Yasal süreçte mutlaka beklenmedik bir tümsek çıkıyordu. Kongre yeni standartları kabul ettikten sonra tasarının yasalaşması için başkan tarafından imzalanması gerekiyordu. Bunun için teklifin fiziksel olarak Beyaz Saraya ulaştırılması gerekiyordu; yani biri arabaya atlayıp Pen-

silvanya Avenue'ya kadar götürecekti. 19 Aralık 2007 öğleden sonra bir kongre kâtibi de öyle yaptı; bu sıradan, gayet doğal bir hareketti. Tek istisnası—ABD araba üreticilerinin şiddetle karşı çıktıkları—bu yasa metninin Japon şirketi Toyota tarafından üretilmiş yakıt tasarruflu bir hibrid Prius arabayla taşınacak olmasıydı. Toyota yalnız General Motors'un en büyük rakibi değildi, aynı zamanda o tarihlerde GM'ye dünyanın bir numaralı oto imalatçısı olarak da yetişmek üzereydi. Bu yüzden kimse bu olayın rastlantı olduğuna inanmadı. Michigan'lı öfkeli bir kongre üyesi yasa teklifinin Prius'la gönderilmesini bilinçli olarak “bütün Amerikalı araba işçilerinin yüzüne vurulmuş bir şamar” şeklinde yorumladı.

Bu yüz kızartıcı olay tesadüf olsa bile dünyanın ne yönde değişmekte olduğunu simgeliyor gibiydi. Prius satışları öyle boyutlara yükselmişti ki, Toyota'nın ABD'deki başkanı onun için “şimdiye kadar en çok rağbet gören arabamız” dedi. Piyasalarda tüketici talebindeki değişim—ve bir otomotiv çağından yenisine geçiş—göze batacak kadar belirgindi. 2007'de Amerikan halkı önceki yıl en çok satan SUV modeli olan Ford Explorer'dan daha fazla sayıda Toyota Prius satın aldı. Bu taşıt on yıl boyunca Amerikan SUV'unun ve hafif kamyonete beslenen tutkunun amblemi olmuştu. Ama şimdi, kimilerinin mutant diyerek yüz vermediği yakıt tasarruflu küçük hibrid beklenmedik bir şekilde güçlü kudretli SUV'u tahtından indiriyordu.²⁹

BÜYÜK ELEKTRİKLİ ARABA DENEYİ

Arie Haagen-Smit bitki sevdalısı tutkulu bir bahçe bilimciydi. Los Angeles yakınlarında Pasadena'daki Kaliforniya Teknoloji Enstitüsünde bitkilerin fizyolojisine, özellikle de koku ve rayihalarının kimyasına odaklı mesleki bir çalışma yürütüyordu. Hollanda doğumlu profesör bitki hormonları ve şarap, soğan ve sarımsağın lezzet bileşenleri üzerindeki çalışmalarıyla dünya çapında bir tanınmışlık kazandı. Ayrıca marihuana içindeki aktif ajanı da tespit etti.¹

Haagen-Smit 1948'de kafasını çok kurcalayan bir noktayı soruşturuyordu: ananasın lezzetinin kimyasal yapısı. Bir öğleden sonra temiz hava almak ve biraz dinlenmek amacıyla laboratuvarından çıktı. Ama temiz hava bulamadı. Tersine şu sözlerle tanımlandığı bir ortamda bulmuştu kendini: “Her öğleden sonra tüm görüş alanımızı kaplayan şu iğrenç bulut.” Akciğerleri saldırıya uğramış gibiydi. Bu saldırgan sık sık Güney Kaliforniya'nın üzerine çöken ve Los Angeles'ın yaşamının artık ayrılmaz bir parçasına dönüşmüş olan kirli havaydı.

O günlerde kirli havanın kaynağı üzerine şiddetli bir tartışma sürüyordu. Bu duman sanayi kirliliğinden mi yoksa vatandaşların çöp yakmak için kullandığı avlularındaki bir buçuk milyon çöp yakma fırınından mı geliyordu? Yoksa başka bir şeyden, hızla çoğalan arabalardan mı kaynaklanıyordu? Bu noktada Haagen-Smit mikro kimya becerilerinden yararlanarak, “hava kirliliğinin gerçekten ne olduğunu bulmanın zor olmadığı”na karar verdi. Sevgili ananaslarını bir kenara bırakıp test tüpünde hava kirliliği yaratmaya yöneldi.

Haagen-Smit haklıydı, zor bir şey değildi. Sonradan “işe koyduğumuz ilk parayla voliyi vurduk” diyecekti.²

Haagen-Smit asıl suçlunun, arabaların egzozlarından çıkanlar—tamamen yanmayan benzinin salgıladığı gazlar—ve depolama tankları ile oto benzin tanklarından çıkan gazlar olduğunu açıklığa kavuşturdu. Haagen-Smit bu keşfiyle birlikte, daha sonra hava kirliliğiyle ilgili çalışmalarından ötürü de “Hava kirliliğinin babası” olarak ünlendi. Bu lakap onu fazla heyecanlandırmadı; eğer sahiden babası olsaydı, annesi kim diye sorardı.

Haagen-Smit hava kirliliğinin nedenini buldu, ama onu çözümlemek yıllarca sürecektir karmaşık, zorlu ve çoğunlukla tartışmalı bir süreçti. Haagen-Smit önce bulduklarını rapor etti, eleştirmenler onu “bilim alanındaki Don Kişot” diyerek ciddiye almadılar. Haagen-Smit’in Güney Kaliforniya yaşam tarzını olanaklı kılan arabanın aynı zamanda bu yaşam tarzının baş belası olduğu yolundaki keşfi kimilerini hayrete düşürmüştü. Bir yurttaş *Los Angeles Times*’a şok içinde şöyle yazmıştı: “Ülkenin en güzel otoban ağlarından birini yarattık, ama bir de bakıyoruz ki, aynı zamanda bir canavar yaratmışız.”³

Haagen-Smit’in 1948 tarihli buluşu er geç kimilerinin Henry Ford’un Model T’sinden beri ulaşım alanındaki en önemli gelişme olarak gördüğü sonuca yol açacaktı—yirmi birinci yüzyılda yirminci yüzyılın başında yollardan kaybolan bir şeyi geri getirmeye yönelik yoğun bir çaba: egzozsuz bir araba. Yani elektrikli araba.

YARIŞ TEKRAR BAŞLIYOR

Petrol yüz yıldır ulaşım dünyasının kralı olmak gibi ele geçirilemez bir konumun sahibi görünüyordu. Ancak yirmi birinci yüzyılın başlamasıyla birlikte insanlar petrolün tacını daha ne kadar başında taşıyabileceğini—ve taşınması gerektiğini—sorgulamaya başladılar. Gelgelelim 2007’de henüz araba taşımacılığının tartışma konuları içinde elektrikli araba çok kenarda köşede bir yer tutuyordu. Odak noktası biyoyakıtlardı.

Ne var ki birkaç yıla kalmadan elektrikli araba sahnenin merkezine doğru ilerledi.

Yandaşları onun, kullanıcıları petrol ihraç eden ülkelerdeki çalkan- tılardan ve pompa fiyatlarındaki yükselmelerden kurtararak, petrolün ulaşım üzerindeki pençesini kıracağını söylediler. İklim değişikliğini tetikleyen karbon salımını ve kirliliği azaltmaya yardımcı olabilirdi. Ve bu, dünyanın bir milyardan iki milyara çıkan araba sayısını nasıl taşı- yabileceği bilmeceğine güçlü bir yanıt oluşturabilirdi. Elektrikli araba enerjisi, hepsi de petrolün dışında çok sayıda farklı kaynaktan üre- tilebilecek elektrikten sağlanabilir. Belki de elektrikli araba pek çok teknolojiden daha fazla küresel enerji sisteminin geleceği için etkili bir alternatif yolu temsil edebilir.

Elektrik vizyonu hızla öyle cazip bir kimliğe büründü ki, elektrikli arabayla ilgili beklentiler, bu arabaların dünya oto stoku üzerindeki fiili rakamsal etkisini kat kat aştı, en azından önümüzdeki on-yirmi yıllık bir süre için. Yine de bu araçların az sayıda da olsa oto stokuna katılmasının, gerek petrol gerekse arabalara ilişkin tavrı değiştirmek bakımından sayısal gücünden çok daha ileri bir etki yaratacağı açıktır. İleriki on yıllarda bu etki gittikçe büyüyebilir. Ne ki ortada iki büyük soru var: Kabul edilebilir bir maliyetle vaat edilen performansı sağla- yabilirler mi? Ve tüketiciler bu araç türünü niş ürün olmaktan çıkararak anaakım haline getirecek kadar çok sayıda satın alacak mı?

Bu süre içinde herhalde yüzyıl önce karar verilen—batarya ile içten yanmalı motor arasında, elektrik ile petrol arasında—yeniden başlayan yarışta çok büyük bahisler oynandı. Bu yarışın sonucu gerek ekonomik gerekse jeopolitik bakımdan muazzam bir önem taşıyor.

Ayrıca elektrikli taşıtların temiz teknoloji simgesi büyük bir “yeni endüstri” oluşturabileceğine ve küresel oto sanayinin liderliğine sıçra- yabileceğine olan inanç da güçleniyor. Bu şirketler, işletmeciler ve yatırımcılar için çok büyük bir fırsat. Ancak bu, basit bir piyasa fırsatından daha ileri bir şey olarak görülmektedir. Bir Fransız bakan “elektrikli araba savaşı başladı” dedi. Avrupa’nın ekonomi liderlerinden biri de “Elektrikli araçlar gelecektir, Sanayi Devriminin yönlendiricisidir” diye bir açıklama yaptı. 2010’da Obama yönetimi akü üreticilerine, girişimci- lere, başlıca araba firmalarına ve donanım tedarikçilerine elektrikli ara- bayı sıçratmak ve destekleyici altyapı sistemlerini kurmak için 5 milyar dolar bağış ve kredi garantisi verdi. “Burada ABD’de yepyeni bir sanayi yarattık” diye konuştu Obama.⁴

Gerçekten de bütün ulusların taraf olduğu bir oyun bu. Çin ve Kore gibi ülkeler için büyüyen kritik bir sektörde hâkim konuma gelme fırsatı. Öte yandan eğer araba dünyasının önde gelen ülkeleri—ABD, Japonya ve Almanya—konumlarını korumak istiyorlarsa elektrikli taşımacılıkta başarıya ulaşmak zorunda kalabilirler. Eğer batarya “yeni petrol” olacaksa, o zaman pil know-how’ının ve üretiminin kazananları dünya ekonomisinde kesin bir belirleyici rol—ve onun getireceği ödülleri—ele geçirebilirler.

“DUMAN VADİSİ”

İlk İspanyol yerleşimciler Güney Kaliforniya’ya gelmeden çok önce yerliler bölgeye, doğal salımların yakılan ateşlerin dumanıyla birleşerek oluşturduğu pustan ötürü, Duman Vadisi derlerdi. Güney Kaliforniya’nın coğrafi yapısı şeklen, bir yanı okyanusla, geri kalanıysa dağlarla çevrili bir çanağa benzer. Bu yapısı nedeniyle, okyanusun serin havasının daha sıcak bir hava tabakasının altında sıkışmasıyla ısı terselmesi denen bir hava olayı meydana gelir ve burada donup kalan hava, kirliliğe yol açar. Kirleticiler sıcak havanın içinde yükseldikçe, güneş ışığının gerçekleştirdiği fotokimyasal süreç onları havzaya yerleşip kalan hava kirliliğine dönüştürür.

İlk modern hava kirliliği saldırıları İkinci Dünya Savaşı sırasında yükselen mobilite gereksinimini karşılamak için sanayi üretiminde meydana gelen artış nedeniyle Los Angeles’ı vurmuştu. Los Angeles 1945’te bu oluşuma karşılık bir Duman Kontrol Bürosu kurdu. Ancak hava kirliliği saldırıları İkinci Dünya Savaşından sonra da devam edip kapsamı genişleyince dumanın kontrol edilemediği görüldü. Aksine, giderek daha kötü bir hal alıyordu.

KUŞATMA ALTINDAKİ KENT

1954 Ekiminin ilk günlerinde saldırı en ufak bir uyarıda bulunmadan başladı. Birkaç hafta boyunca hiç ara vermeden devam etti. Saldırı için ortam mükemmeldi: Gündüzler sıcaktı, hava asılı kalıyordu, bir damla-

cık bile esinti yoktu; Los Angeles havzasının üzerine çöken grimsi-mavi pus herkesi bunaltmıştı. İnsanların ciğerlerine dolarak alınan her nefesi acı veren bir olaya dönüştürüyordu. Gırtlığı yakıyor, gözleri tahriş edip kaşındırıyor, sulandırıyor, bazen de şişerek can yakıyordu; bunlar kalıcı solunum yolu rahatsızlıklarına yol açıyordu.

Görüş mesafesi o kadar azaldı ki, sürücüler yeni otoyollarda gündüz saatlerinde de farlarını yakmak zorunda kalıyor, trafik iyice yavaşlıyor ve kazalar yaygınlaşıyordu. Los Angeles Uluslararası Havalimanı kapatılıp uçakların inişine izin verilmedi. Okullarda dışarıdaki beden eğitimi dersleri ve teneffüslerde bahçeye çıkmak yasaklandı, öğrenciler okul binasından dışarı bırakılmadı.

Şehir tam bir kuşatma altındaydı. Bölgeyi panik ve felç hali esir almıştı. Polisin hatları yardım isteyenlerin telefonları yüzünden kilitlendi, zaten polisin yapabileceği bir şey yoktu. *Los Angeles Times*'in manşeti şöyleydi: “Öfkeli Yurttaşlar Hava Kirliliğine Savaş Açılmasını İstiyor”. Bir büyük jüri karşısına çıkarılan Los Angeles valisi “araba trafiğini durdurmak ve insanları evden çıkmamaya çağırmaktan” başka yapabileceği hiçbir şey bulunmadığını söyledi. Pasadena’da hava kirliliğini protesto etmek için sokağa dökülen ev kadınları gaz maskesi takmışlardı. Gerçi gaz maskesiyle yemek yemek biraz zor oluyordu, ama düzenli Optimists Club toplantıları için toplanan işadamları da maskeliydi. Masanın arkasındaki bir ilanda moral bozucu bir ibare göze çarpıyordu: “Niye 1955’e kadar bekleyelim ki—Belki o gün hayatta bile olamayacağız”. Bir şeyler yapmak gerekiyordu.

Derken Ekim sonunda hava kirliliği geldiği gibi hızla yok oldu. *Times* “Şehir Neredeyse Tamamen Hava Kirliliğinden Arınmış bir Günün Keyfini Yaşıyor” yazdı. Birkaç gün sonra tam bir zafer ilan edildi: “Berak, pırl pırl gökyüzü” geri gelmişti. Saldırı geçmişti ama sadece bir sonraki saldırıya kadar.⁵

HAVA KAYNAKLARI KURULU

1954 saldırısı—“gelmiş geçmiş en ağır saldırı”—dönüm noktası oldu. Hava kirliliğinden kurtulabilmek için hükümetin düzenlemelerle arabaların salımlarına uzun soluklu bir karşı saldırı yürütmesi gerekiyordu.

Hava kirliliğine karşı savaşın uzun sürmesi kaçınılmazdı. Sonraki on yıllarda Los Angeles'ın yılda yüz günü aşkın sürelerle hava kirliliği uyarısıyla yaşamak zorunda kaldığı saptandı. Bu saldırılardan biri öyle şiddetliydi ki, vali Ronald Reagan televizyona çıkarak kamuoyunu “kesinlikle zorunlu haller dışında arabayla yola çıkmamaya” çağırırdı. Şehre yeni insanların gelmeye devam etmesi durumu daha da ağırlaştırdı; 1950 ile 1980 arasında Kaliforniya nüfusu hemen hemen iki katına çıktı ve bölge dünyada “motorlu araçların en fazla yoğunlaştığı yer” ilan edildi.⁶

1967'de vali Reagan Kaliforniya Hava Kaynakları Kurulu adında yeni bir ajans kurulmasını öngören yasayı onadı. CARB olarak tanınan kurul Duman Kontrol Bürosunun varisi oldu. Reagan kurumun başkanlığına “hava kirliliğinin babası” profesör Arie Haagen-Smit'i atadı. Artık “bilim alanının Don Kişot'u” gözüyle bakılmayan Haagen-Smit, “hava kirliliği konusunda dünya çapında baş otorite” ününe erişmişti. Şimdi CARB'ın başkanı olduğuna göre artık kirlilik konusunda bir şeyler yapabiliyordu. Bir otomotiv firması yöneticisinin belirttiği gibi oto sanayinin “hem yargıcı hem jürisi” olacak, ajansın o güne kadar üstlendiği rolü sürdürecekti.⁷

Aynı yıl Kaliforniya'nın şiddetli kirlilik problemleri, hızla güçlenen siyasi havayla birlikte, ABD Kongresini Kaliforniya'ya olağan dışı bir yetki tanımaya ikna etti. Eyalette standartlarının federal hükümetten yüksek olması koşuluyla, salımı düzenleme altına alma hakkı verildi.

CARB'ın yetkileri de eyaletin ötesine genişletildi. Kongre diğer eyaletlere de ya federal salım standartlarını ya da CARB'ın Kaliforniya eyaletine getirdiği standartları tercih etmek gibi sıra dışı bir seçme hakkı tanıdığını açıkladı. Bu karar Sacramento'yu Washington'la birlikte hava kalitesinin ulusal düzenleyicisi haline getirdi.

Bu konumu Kaliforniya Hava Kaynağı Kurulunu er geç fiilen ulusal otorite yapacaktı. Bu rol Kaliforniya'nın tek başına ülke araba pazarının yüzde 12'sini temsil etmesinden kaynaklanıyor. Ülkenin diğer kesimleri, özellikle Kuzeydoğu Amerika ile Florida ipuçlarını CARB'dan alıyordu. Sonuçta CARB'ın araba salımlarını düzenleme yeteneği toplam oto cirosunun üçte birini kapsar hale geldi. Ve eğer toplam araç stokunun üçte biri kurallara uyuyorsa, diğer üçte ikisi de onların peşinden gidecektir, çünkü araba üreticilerinin aynı modelden iki farklı seri üretmesi

çok zordur. Böylece CARB araba tasarımını önemli ölçüde etkileyebilecek bir talimat yayınladığında, bunun yarı yarıya ülke çapında geçerlilik taşıyacağı büyük olasılıktır. Ve ABD pazarının ölçeği dikkate alındığında, bunun etkisinin dünyanın diğer kesimlerinde hissedilmesi kaçınılmazdı. Ajansın başkanının 2011 yılında belli bir alçakgönüllülükle belirttiği gibi, “CARB’ın gücü ağırlığından fazla”.

CARB, Güney Kıyıları Hava Kalitesi Bölgesi adlı diğer bir ajansla birlikte, teknolojiye yönlendiren düzenlemelerle sektörü belli süreler içinde çözüm üretmeye zorlayarak salımı azaltmaya uğraşıyordu. Zamanla aranan teknolojik çözümler bulundu. Bunlar arasında en önemlisi, benzinin tamamen yanmasını garanti ederek, hava kirliliğini tetikleyen salımı hayli azaltan katalitik konvertördü. 1990’lara gelindiğinde bir yıl içindeki hava kirliliği uyarı günlerinin sayısı onun altına indi. 1990’ların sonunda ise yeni bir arabanın egzozundan çıkan hava kirliliğine yol açan salım 1970’lerdeki oranın yüzde 1’ine kadar düştü; yüzde 99’u silindi.⁸

Hava kirliliğine çare bulma konusunda teknolojiyi zorlayan düzenlemeler etkili oldu. CARB aynı zamanda yetkisini egzoz salımını tamamen sona erdirmek için de kullanmak istiyordu. Bu amaçla ZEV diye bilinen sıfır salımlı araç uygulamasını başlattı. Önüne içten yanmalı motoru kaldırmak ya da alternatif yakıtlara geçişi gerçekleştirmek gibi kapsamlı bir hedef koydu. 1990’da CARB o güne kadarki en ağır teknoloji zorlayıcı düzenlemesini çıkardı. Elektrikli arabaya yeniden kapı açan bu düzenleme oldu. 1998’de Kaliforniya’da satılan arabaların yüzde 2’sinin, 2003’te ise yüzde 10’unun ZEV (sıfır salımlı taşıt) olmasını zorunlu kıldı. ZEV arabanın egzozundan hiç salım olmaması anlamına geliyordu, diğer bir deyişle ne egzoz ne de içten yanmalı motor olacaktı.

Büyük araba şirketleri bunu gerçekleştirmek için bir çaba içine girdiler. Hatırı sayılır yatırımlar yapıldı. Ancak tam bir başarısızlık yaşandı. “Elektrikli Arabayı Kim Öldürdü?” CARB’ın en sıkı düzenlemelerine göre tasarlanan, GM’nin bir milyar dolar yatırdığı General Motors’un EV1—Elektrikli Araç 1—hakkındaki belgesel filmde yöneltilen bir soruydu. Filmde baş suçlu otomotiv sanayi olarak gösterilse de, yanıt farklı. Bir CARB üyesi şöyle diyor: “Asıl suçlu, bataryaydı.” O tarihte insanların arzuladığı menzili ve sürüş süresini sağlayabilecek bataryalar yoktu.

Diğer katillerden biri de kamuoyunda kabul görme düzeyiydi. Araba üreticilerinden bazıları EV modeli araçlarını sürücülere kiraladı. To-

yota kiralamanın yanı sıra küçük SUV'u RAV4'ün tamamen elektrikli bir versiyonunu satmaya çalıştı. Prius'u piyasaya sürdüğü döneme denk gelmişti bu. Kullanıcıların Prius'a gösterdikleri ilgi RAV4'ten kat kat yüksek oldu.

Bir Toyota yöneticisi "sürekli olarak elektrikli araçlara yönelik talebin baskılandığına ilişkin haberler duyuyorduk" diyor. "İlk bastırılmış talep paketinin 50 araç düzeyinde kaldığı görüldü."⁹

Bundan sonra "dünya kadar reklama" ve bol devlet sübvansiyonuna karşın RAV4 haftada beş adet gibi risk eşiğinin altında bir satış oranında kaldı. Yılda 250'nin biraz üzerine çıkabildi. Oysa yılda en az 100.000 satan bir araç bile bir "niş" olmaktan öteye gitmiyordu. Olay basitti: Yeterli sayıda insan elektrikli araba satın almaya ilgi göstermiyordu; CARB eninde sonunda bu kuralından istemeye istemeye de olsa geri adım atmak zorunda kalacaktı. Ancak bir süreliğine.

EV'İN GERİ DÖNÜŞÜ

Yeni yüzyıla girerken bir araya gelen pek çok etmen elektrikli araca yeniden hayat verdi.

ABD'de oto egzozlarından kaynaklanan çevre kirliliği ciddi bir sıkıntı yaratmış ve önemli bir kamu politikası konusu haline gelmişti. Son yıllarda Mexico City'den Pekin'e kadar birçok başka kent de benzer etkileri yaşadı ve hava kirliliğinden kurtulmanın yollarını aradı. Ayrıca yeni bir şey daha ortaya çıkmıştı: iklim değişikliği endişesi. Küresel bazda CO₂ salımının yüzde 17'sinden ulaşım sorumlu olduğu halde, mutlak salım hacmi büyüktü ve daha da büyüyebilirdi. Petrol fiyatlarının yükselmesi de ilgiyi yeniden artırdı. Elektrikli araba, tüketicileri yüksek fiyatlardan koruma ve petrol fiyat şokunun etkisini hafifletme seçeneği sunuyordu.

Başka bir gelişme de sürece destek oldu. Hibrid araçların çıkması sürücülerin psikolojisi üzerinde çok olumlu bir etki yaptı. Hibridler bataryayla çalışan araçların halk tarafından benimsenmesini sağlayarak elektrikli arabalarla ve ifade ettiği anlamla bir tür zihinsel köprü kurdu: Ulaşımда elektriğin rolü çok daha büyüyecekti.

Bu yakınlaşma elektrikli arabayı araba müzesinden sokağa taşıdı. Bugün bir yüzyıl öncesinin tersine ileri çıkmış iki elektrikli araç tipi bulunmaktadır. Biri Thomas Edison'un yapmaya çalıştığı türün doğrudan soydaşı niteliğindeki sadece pille çalışan elektrikli araç: EV. Yalnız elektrikle çalışıyor ve bir elektrik soketiyle şarj ediliyor. Oysa şimdi yeni bir çeşidi var: tak çalıştır hibrid elektrikli taşıt, yani PHEV. Hibrid modelin soyundan, ama Prius tipi hibridten daha fazla elektrikli araç niteliğine sahip. Ana yakıt kaynağı elektrige "takıp çalıştırılıyor". Ne var ki, tak çalıştır hibrid araç belli bir menzili elektrikle gittikten sonra, pili zayıflayınca içten yanmalı motor devreye giriyor ve ya bataryayı şarj ediyor ya da doğrudan arabanın yoluna devam etmesini veya ikisini birden sağlıyor.

Tak çalıştır hibridlerin araştırma ve deneme çalışmaları on yıllardır sürüyor, ancak fazla dikkat çektiği söylenemez. GM 2007'deki Detroit Oto Şovunda spor konseptli PHEV Chevy Volt modelini piyasaya çıkarınca, bu durum değişti. Araç kamuoyunun önüne çıktığı an öyle bir ilgi topladı ve öyle bir gürültü kopardı ki, GM, Volt'un fiilen üretimine başlamak için koşullarını zorlamaya karar verdi. Bu model ilgi odağının 12 ay içinde biyoyakıtlardan EV'lere kaymasına yol açtı.

Bir siyasi gözlemcinin belirttiğine göre, 2008 başkanlık seçim kampanyası sırasında "Detroit'in tak çalıştır elektrikli arabası Chevrolet Volt, ABD başkan adaylarının dem vurmada geçemeyeceği bir konu haline geldi." GM'nin ezici ekonomik sorunlarına karşın adaylar Barack Obama ve John McCain araca yeterince yaklaşamadılar. McCain gururla "bugün dünyanın gözü Volt'un üzerinde" dedi. Barack Obama ise kendi adına, kampanya sırasında 2015'e kadar bir milyon bu tür tak çalıştır hibrid ve elektrikli arabamız olacağına söz verdi.¹⁰

YOL HARİTASI

O günden bu yana tüm dünyada gerek tak çalıştır modellere gerekse saf elektrikli araçlara verilen siyasi destek ciddi ölçüde artarken, önemli bir bölümü hükümet politikaları ve koyulan zorunluluklarla desteklenen büyük bir enerji inovasyonu dalgası ortaya çıktı. Bu dalga gücünü bilimsel ve teknolojik merak ile ekonomik açınımlardan aldı.

ABD’de STK’larca desteklenen politika üreticileri bu konunun öne çıkmasında etkili bir rol oynadılar. 2009’da kurulan Elektrifikasyon Koalisyonu elektrikli araba için hem Demokratlar hem de Cumhuriyetçiler tarafından kabul edilen bir “yol haritası” çizdi.

Koalisyonun başkanı FedEx’in kurucusu ve CEO’su Frederick Smith, firma olarak FedEx’in kargo taşımacılığında elektrikli arabaya geçiş konusuyla yakından ilgilendiğini açıkladı. Ancak Smith daha da ötesini hedefliyordu. “Elektrikli arabaların diğerleri gibi bir niş ürün olarak kalmasına izin veremeyiz” dedi. “Yalnız çevreciler ve teknoloji tutkunları tarafından kullanılmasına izin veremeyiz. Ulusça yapılan yatırımın hakkını verebilmek için—ve daha da önemlisi petrole bağımlılığımızla gerçekten mücadele edebilmek için—önce milyonlarca, ardından on milyonlarca, sonra da yüz milyonlarca elektrikli araba ve kamyonet üretme yoluna yönelmeliyiz.”

Fred Smith’e göre araba sayısının iki katına çıkacağı bir dünyada gereksinimi yalnızca petrolle karşılamak zor ve riskli olacaktı. Bu, yakıt kaynaklarını çeşitlendirmeyi yaşamsal kılıyordu; en pratik yol olarak, bataryaların güçlendirilmesiyle, elektrik enerjisi görünüyordu. Şarj gereksinimi pek önemli bir sorun oluşturmuyordu. “Arabanızı şarja koymanız gerekiyor. Ama ben BlackBerry’den aldığım değerden ötürü zaten BlackBerry’mi her gece şarja koyuyorum.”¹¹

General Motors ile Chrysler’in iflas edip federal hükümet tarafından milyarlarca dolarla kurtarılması, Obama yönetimini elektrikli arabayı ilerletme konusunda güçlü bir konuma oturttu. Resesyonu geriletmeye yönelik teşvikleri de aynı amaçla kullandı. David Sandalow Obama yönetiminde enerji bakan yardımcısı olmadan önce yazdığı iki kitapta bir yol haritası çizmişti—*Freedom from Oil (Petrolten Kurtuluş)* ve *Plug-in Electric Vehicles: What Role for Washington (Tak Çalıştır Elektrikli Araçlar: Washington’a Düşen Rol)*. Kongreden çıkan elektrikli arabanın benimsenmesini hızlandırmaya yönelik yasalar bu haritayı sıkı sıkıya izledi. Elektrikli araba üreticilerine, elektrikli araba alanlara ve araç şarjına (gerek evlerde gerekse istasyonlarda) vergi indirimleri getirildi.

Yeni yüzyılda küresel ısınmaya daha fazla odaklanmış olan CARB, gözden geçirilmiş bir takvim çerçevesinde sıfır salımlı araçlar üretme zorunluluğu getiren bir kuralla işe başladı: 2012’ye kadar araba üretici-

leri Kaliforniya oto pazarına sıfır salımlı araç sürmeye başlayacaklardı. Başlangıç hedefi küçüktü ve yakıt hücreli araçlardan oluşacaktı, ancak bu sayının hızla yükselmesi öngörülüyordu. Bu, araba üreticilerinin tamamen elektrikli bir araba ortaya çıkarmak için acilen bir yol bulma çabalarını ateşledi.

Ama ilk seferinde ZEV'i bozguna uğratan batarya sorunu hâlâ gündemdedi.

Elektrikli araçların özü bataryadır. Elektrikli arabaya doğru gidiş, batarya teknolojisinde büyük bir ilerlemeyi gerektiriyor. Temel kurşun asitli pilin geçmişi on dokuzuncu yüzyılın ikinci yarısına kadar uzanmaktadır. Diğer batarya türleri son zamanlarda üretilmiş olsalar da, kurşun asitli aküler otomotiv sanayinin başlıca dayanağı olmaya devam ediyor.

Bununla birlikte 1970'ler ve 1980'lerde araştırmacılar Exxon laboratuvarından başlayarak, en hafif metal olan lityumun yeni bir şarj edilebilir pile zemin oluşturabileceğini saptadılar. 1970'lerin petrol krizleri ve kalıcı petrol sıkıntısı korkusu elektrikli arabanın canlandırılmasına yönelik ilgiyi artırdı. 1976'da Kongre "Elektrikli ve Hibrid" araştırmalarına fon desteği sağlanmasına onay verdi. Aynı yıl *Forbes* "elektrikli arabanın yeniden doğuşu, ithal petrole bağımlılığımızı sona erdirmeye gereksinimi kadar kesin" yazıyordu. Bir dizi araba şirketi elektrikli araçlar üzerinde çalışıyordu. 1979'da İran petrol krizinin ortasında *Fortune* dergisi "Elektrikliler Geliyor" duyurusunda bulundu. Ama tam o sırada benzin fiyatı yine düşünce, dünya petrol sayesinde rahat rahat beslenir hale geldi ve elektrikli arabaya yönelen ilgi bir kez daha söndü.

Ancak lityum piller üzerindeki çalışma çok daha büyük başka bir gereksinim için kullanılabilirdi. 1991'de Sony öncülüğü ele geçirerek, lityum iyon pilleri tüketici elektroniğine soktu. Bu daha küçük ve etkin piller dizüstü bilgisayarların daha hızlı ve her şarjda daha uzun süre çalışmasını sağladı. Ve lityum bataryalar başka bir alanda da çok önemli kullanım alanı buldu. Cep telefonlarının muazzam ölçüde küçülmesine olanak sağladılar, böylece cep telefonu devrimini beslediler. Teoride, lityum pillerin artan yoğunluğu ve fiyatlarının ucuzlamasıyla birlikte, EV'ler için daha iyi bir gelecek vaat eden ve rekabet gücü daha yük-

sek—gerek ilk hibrid araçlarda kullanılan nikel-metal-hidrid (NiMH) bataryalardan, gerekse bugün arabalarda kullanılan kurşun asitli bataryalardan daha iyi—bir batarya yapabilir noktaya gelmiş oldu. Ama sadece teoride. Bu fikri henüz pratikte deneyen yoktu.¹²

ELEKTRİKLİYE YÖNELİŞ

Elektrikli arabayı ilerletme çabalarında yelpazenin bir ucunda düzenlemeciler yer alırken, diğer ucunda da çoğu Kaliforniya'da mucitler, yaratıcılar, girişimciler ve küçük bir elektrikli araba tutkunu grup vardı.

EV aktivistleri arasında GM'nin kötü yazgılı EV1 programının uygulayıcılarından Al Cocconi de vardı. Cocconi EV1 düşüncesini *tzero* adlı bir elektrikli süper arabaya dönüştürdü. 4,1 saniye gibi inanılmaz kısa bir süre içinde 60 mil (95 km) hıza çıkabiliyordu.

2003'te Cocconi doğrudan internet patlamasının ürünü olan iki Silikon Vadisi girişimcisiyle bağlantıya geçti. Biri PayPal'ın kurucularından Elon Musk'tı. Musk firmasını eBay'e sattıktan sonra, daha büyük özlemine—Mars'ta bir koloni oluşturma—giden yolda bir durak olarak gördüğü ticari uzay dolmuşu SpaceX'i başlattı. Öteki girişimci ise Cocconi'ye farklı bir batarya denemesi için birlikte çalışmak üzere 150.000 dolarlık bir yatırım öneren Martin Eberhard'dı: çok fazla miktarda lityum-iyon pilden oluşan bir paket. Cocconi parayı aldı, gereken değişiklikleri yaptı ve sadece 3,6 saniyede saatte 60 mil (95 km) hıza çıkan arabayı üretti.¹³

Kısa bir süre sonra Eberhard ile Musk güçlerini birleştirip birlikte Cocconi'nin teknolojisini lisansa bağladılar. Lityum-iyon pille elektrifikasyon potansiyelini gördüler ve elektrikli arabayı anaakıma dönüştürmeye niyetlendiler. Bu lityum pillerin hafifliği ve enerji yoğunluğuyla, EV konsepti için potansiyel bir kural değiştiriciydi.

Ancak elektrikli araç ekonomik bakımdan rekabet edemezdi. Gerçi Musk ve Eberhard Kaliforniya için çok önem taşıyan bir alanda, özellikle de Silikon Vadisindeki akranlarıyla rekabet edebileceğini teorik olarak ortaya koydular: stil, canlılık, performans ve coşku. Prius'un değerleriyle bir spor arabanın değerlerini birleştirecekti. İri bir golf

arabasına ya da tekerlekler üzerindeki bir yumurtaya benzemeyecekti, ikona dönüşecek bir elektrikli spor araba yapacaklardı. On dokuzuncu yüzyılda George Westinghouse'un Thomas Edison'un doğru akımına karşı zaferinde kullandığı alternatif akım fikrini bulan eksantrik dâhiye atfen adını Tesla koyacaklardı.

Lotus Elise şasesi üzerine özel uyarlamalarla imal edilen iki koltuklu Roadster'in pahalı ama gösterişli bir spor araba olması amaçlanıyordu; fiyatı pek fazla umursamayan kişilerin alabileceği bir fiyat düzeyi belirlenmişti. Eğer her şey yolunda giderse, daha sade ama ekonomik açıdan rekabet gücü daha yüksek bir elektrikli araba kuşağına doğru bir sıçrama tahtası olabilirdi.

Tesla'nın yapımı kolay görünmüyordu. Kullanıma hazır yedi bin lit-yum-iyon dizüstü bilgisayar pilinin eritilerek devasa bir süper batarya haline getirilmesi gerekiyordu. Bu yeni arabanın mühendislik ve tasarım sorunları muazzam boyutlardaydı ve arka arkaya birçok kilometre taşı atlanıyordu. Tesla'nın baş teknoloji sorumlusu J.B. Straubel "İşin zorluğunu çok hafife almıştık" diye düşünüyordu. "Arabanın gövde, HVAC, motor, güç elektroniği, aktarma ve batarya paketi gibi hemen bütün belli başlı sistemlerini yeni baştan tasarlamak, yeniden donatmak ya da yeni bir tedarikçi bulmak gerekiyordu." Roadster gerek teknoloji gerekse para açısından tam bir çetin cevizdi.

Yine de Tesla otomotiv sanayine önemli bir mesaj veriyordu: lityum-iyon pilinin arabaya uyarlanabileceği ve bunun EV'i bir hayli hayata geçirilebilir hale getirdiği. GM'nin eski başkan yardımcılarında Robert Lutz'a göre bu "kütük yığınlarını çözmeye yarayan manivela"ydı. Tesla 2008'de piyasaya çıktı. 2009'da ABD hükümetinden 465 milyon dolar kredi teminatı aldı; daha sonra yatırım ve ortaklık için Daimler ile Toyota'ya götürüldü. 2010 Haziranında hisseleri halka arz edildi—1946 yılında Ford'un halka açılmasından sonra ABD'deki ilk araba IPO'suydu bu—ve sonrasında piyasa değeri 2 milyar dolara ulaştı. Tesla'nın o tarihe kadar sattığı Roadster sayısı bin dolayındaydı. Bir yıl içinde şirket Washington'da Beyaz Sarayın altı blok ilerisinde bir galeri açtı.¹⁴

Tesla Roadster'i sürmek heyecan verici gelebilirdi—dört saniyede 60 mil hıza çıkıyordu—ama fiyat düzeyi kitle pazarına göre değildi. Başlangıç fiyatı 109.000 dolardı—daha doğrusu, devletin 7500 dolarlık

vergi indirimiyle birlikte sadece 101.500 dolardı. Ayrıca arabayı standart 110 voltta şarj etmek 32 saat sürüyordu. 220 voltluk bir çıkış düzeneğiyle bu süre 4,5 saate iniyordu. Oysa hızlı şarj her zaman vaat edilen özelliklerden biriydi. Roadster, yerini Tesla'nın lüks sedanı Model S'ine bırakacak olan "sınırlı üretilen araba" olarak tanıtılıyordu.

Tesla'nın nihai ticari geleceği belli değilse de, kayda değer bir iş başardığı kesindi. Elektrikli arabanın tekerlekli bir yumurta veya golf arabasından başka bir şey olduğunu gösterdi. Bir yeşil araba aynı zamanda süper araba olabilirdi.¹⁵

Bu sırada farklı iş modelleriyle farklı nişler yakalamaya çalışan diğer girişimciler de sürece katıldı. Bir ayağı Kaliforniya'da diğeri Çin'de olan Coda, mütevazı bir fiyata belki Tesla Roadster'in yanında sönük kalacak, ama insanların bütçelerine çok daha uygun bir elektrikli araba üretmeye uğraşıyor.

Genç bir yazılım yöneticisi olan Shai Agassi çok farklı bir iş modeliyle bir EV konsepti başlattı. Şirketi araba üretmiyordu. O sürücülere kiralamak üzere batarya üretecekti. Aynı zamanda benzin istasyonu yerine pili zayıflayan sürücünün geleceği "batarya istasyonları" açacaktı. Müşteri biten bataryasını çıkarıp şarjlı bir bataryayla yoluna devam edecekti.

2007'de Agassi Better Place adı işyerini resmen açtı. 2010'da 700 milyon dolar para kazanmıştı; İsrail ve Danimarka'da sisteme uygun yeni bir araba tasarlayan Renault ile birlikte şarj üniteleri açmayı planlıyordu. Ancak batarya boylarında standardizasyon olmayışı önündeki pek çok zorluktan biriydi. EV ve PHEV'lerin bataryalarının boyutları, ağırlıkları ve menzilleri bakımından rekabet etmeleri doğaldı. İçten yanmalı motorlu araçlarda onlarca yıldan beri kullanılmakta olan kurşun asitli akülerde de hâlâ standardizasyon yoktur.

Ne ki teoride amaçlanan, sürücüler için Better Place deneyiminin benzin istasyonuna girip depoyu doldurmaktan farklı bir yanı olmamasıdır. Tek istisna, batarya değiştirme sırasında self servis uygulamasının bulunmayışıdır.

LEAF'LE YAPILAN ÇIKIŞ

Bugün bütün büyük araba üreticileri farklı derecelerde kararlılıkla, elektrikli araba üretme yönünde adımlar atıyor. Yüksek petrol fiyatları karşısındaki zaaflarından kurtulmalarını sağlayacak bir yol bulmanın bütün araba firmalarını mutlu edeceği kesin. Ancak büyük uluslararası şirketler arasında hiçbiri Nissan-Renault bağlaşıklığı kadar coşkulu değildi. Ve yine hiçbiri ortak CEO'ları Carlos Ghosn kadar açık sözlü değildi.

Ghosn bir küresel şirketin yöneticisinin olabileceği ölçüde uluslararası bir insandı. Lübnan ve Brezilya'da büyüyen, eğitimine Fransa'da devam eden Ghosn, ABD'deki Michelin Lastiklerinde çalıştıktan sonra Renault'da üst düzey yöneticilik görevinde bulundu. Renault Japon Nissan firmasıyla bağlaşıklık kurunca, Ghosn 20 milyar dolar borçla iflasın eşiğinde debelenmekte olan Nissan'ı kurtarma çabasına girişti. Nissan'ı yıkımın kıyısından kurtarmasıyla ünlendikten sonra iki firmanın CEO'luğu koltuğuna getirildi.

Toyota'nın Prius adlı bir hibridi vardı. Honda daha etkin içten yanmalı motorun üstün özelliklerine odaklanmış bir "motor firması"ydı. Onların tersine "tamamen elektrige" yönelmesi Nissan'a ayırt edici liderlik vasfı kazandırıyordu. Aranılan fırsat, şirketin finansal enkazının altında kaza eseri ortaya çıktı.

Ghosn 1999'da Japonya'daki Nissan binasına gittikten sonra hemen her noktada maliyetleri aşağıya çekti. Ancak batarya programına gelince duraladı. "Nissan 18 yıldır elektrikli batarya üzerinde çalışıyordu. Bu mühendislerle karşılaşınca beynimden vurulmuşa döndüm. Elverişli ve uygun fiyatlı bir elektrikli araba olabileceğini sanıyorlardı. Bu konuda hiçbir fikrim yoktu, ama tutkuları beni acayip etkilemişti." Nissan'ın finansal durumunun berbatlığına karşın, bir tek bu alanda kesintiye gitmedi. "Bazen noktaları sonradan birleştirirsiniz" diye ekledi.

2002'de Nissan lityum-iyon teknolojisinde atılım kabul edilen bir başarı elde etti. "2003'ten sonra Nissan henüz ayaklarının üzerine kalkma noktasından uzaktı, ama neden hibridimiz yok diye gelen eleştirilerden bunalmıştım. İnsanların buna neden böylesine tutkuyla yaklaştığını anlayamıyordum. Halkın çevreyle ilgili endişelerinin ne kadar güçlü

olduğunu fark ettim. Bu arada petrolün fiyatı da yükseliyordu. Aynı zamanda Kaliforniya'da çok güçlü çevre düzenlemeleri çıkıyordu. Yeni bir teknoloji bulamazsak bunları uygulamamız olanaksızdı. Şablonlardan bağımsız düşünmemiz gerekiyordu. Elektrik konusunda sıçrama yapmak zorundaydık. Çevreci bir arabanız olmazsa 850 milyondan 2 milyara çıkamazsınız.” Nissan, mühendislerinin gözünde gereken teknolojiye sahipti. Ghosn tamamen elektrikli yeni bir araba üzerinde tam gaz çalışmaya başladı.

Şirket içinden gelen tepkiler çeşitliydi. Kimisi ikircimliydi. Neden Nissan'ın rekabet gücüne sahip bir hibrid yapmaya kalkmadığını merak ediyorlardı. Diğerleri ise yeni bir teknolojiye liderliği ele geçirmeye çalışmanın coşkusu içindeydiler.

Nissan kendi hibridini de geliştirebilirdi, ancak Ghosn onu salt bir köprü teknolojisi olarak görüyordu. “Mademki elinizde hibrid için verimli bir batarya var, niye işi sonuna kadar götürüp elektrikli araba üretmeyesiniz ki?” diyordu. “En sıfır salım onda değil mi?”

Eğer Nissan yeni bir araba geliştirmek için birkaç milyar dolar harca-yacaksa bu tamamen elektrikli bir araba olmalıydı. “Egzoz yok” diyordu Ghosn. “Tek bir damla benzin yok. Öyle sergilenmek üzere yapılmış bir şey de olmayacak. Kitle pazarına yönelik insanların kesesine uygun bir araç olacak.” 2010 sonbaharında Nissan Leaf'le (Yaprak)—Lider, Çevre dostu, Uygun fiyatlı, Aile arabası sözcüklerinin baş harfleri—pazara çıktı. 270 kiloluk lityum-iyon batarya paketiyle galerilerde sergilendi ve ortalama 90-100 millik (145-160 km) sürüş menzili ile saatte 145 km üst hız sınırı vaat etti. Nissan 2020'de satışının yüzde 10'unu EV'le gerçekleştirmeyi hedefliyor. “Tek eksiklerimiz gerçek ölçek, bunu başarmak içinse batarya maliyetini aşağıya çekmemiz gerekiyor.”

“Sıfır salım yarışı başladı” diyordu Ghosn. Ona göre CARB'ın ölçü-leri tüm dünya için geçerliydi. “Bu bir bahis meselesi değil” diyordu. “Sıfır salımla ilgili tek soru, ne zaman sorusuydu. Şimdi mi beş yıl sonra mı yapacağız bunu? Rakiplerimiz konuya farklı bakabilirler. Ama Nissan zamanın ‘şimdi’ olduğuna inanıyordu.”¹⁶

ŞARJ ET

Geçen yirmi yılın büyük bölümünde gelişkin batarya dünyasının merkezi Asya'da Japonya ve Güney Kore'deydi. ABD ileriye yönelik adımlar attıysa da, Japon ve Güney Kore şirketleri de çabalarını iki katına çıkardılar. Nitekim Chevy Volt'un pil hücrelerini üreten LG Chem de bir Kore firmasıydı. Amerika'nın yeni elektrikli araba politikasına tepki olarak Michigan'da alelacele bir tesis açtı.

Güçlü devlet teşvikiyle beslenen ABD sanayisi hızla genişliyor. Obama yönetimi Amerika'nın 2015'e kadar dünyanın en gelişkin otomotiv bataryaları imalat kapasitesinin yüzde 40'ına sahip olmayı amaçlıyor; Obama işbaşına geldiğinde bu oran yüzde 2'ydi.¹⁷

Ancak batarya denklemin sadece bir yarısı; öteki ise şarj konusu—elektriğin araca güvenilir, hızlı ve uygun bir şekilde yüklenmesi. Japon şirketleri ismi “Hiç olmazsa bir çayımızı almaz mıydınız?” anlamına gelen bir sanayi konsorsiyumu oluşturdular. Burada anlatılmak istenen, şarj süresinin bir fincan çay içmeye bile zaman kalmayacak kadar hızlandırılmasıdır. Şu anda Chevy Volt dört ile on saatte şarj ediliyor. Bu sürede bir hayli bol miktarda çay içmek mümkün. Çeşitli araştırmacılar bir fincan sıcak çay içme süresinden daha kısa zamanda şarj etmenin yolunu arayıp duruyorlar; yani benzin dolum süresine ulaşmaya çalışıyorlar.

PEKİ ELEKTRİK NEREDEN GELECEK?

Güncel genel elektrikli araba kuramına göre şarj işlemi elektrik talebinin en az olduğu gece saatlerinde sabaha kadar sürüyor. Bu durum elektrik şirketlerine yeni bir pazar açacak ve yükü dengeleme olanağı sunacak. Üstelik bunun çok büyük bir pazar olacağı kesin. Bir arabayı gece sabaha kadar şarj edince iki evin 24 saatte kullandığı miktarda elektrik harcanır. Başka bir deyişle EV'ler yaygınlaştığında, elektrik enerjisinin, fazla kapasite artırımına gitmeden konutlara sattığı elektrik yükü fiilen iki katına çıkmış olacak.

Son yıllarda göz alıcı yeni bir vizyon karşımıza çıkıyor: Rüzgâr ve güneş enerjisi yeni elektrik arzı üretecek. Bu elektrik hayli genişle-

miş ve modernize edilmiş nakil sistemiyle uzun mesafelere taşınacak. Ve elektrik yoğun kentsel bölgelere ulaştığında, onu dağıtım sistemi üzerinden konutlara ve şarj istasyonlarına aktaracak olan bir akıllı şebekeye verilecek, son aşamadaysa elektrik arabanın bataryasına yüklenecek. Hatta bazıları bu yaklaşımı daha da ileri götürerek, arabaların depolama sistemi olarak işlev göreceğini hayal ediyor. Buna göre “atıl” bataryalar, kullanmadıkları elektriği şebekeye geri yükleyecekler.

Ancak sürdürülebilir enerjinin toplam enerji içindeki payının yüzde 2’den ibaret olduğu günümüz elektrik sisteminde durum hayli farklı. Stanford Üniversitesi profesörü Lee Schipper pek çok EV’nin kendi tabiriyle EEV’ye—“her yerde salım araçları”—dönüşeceğini ileri sürüyor. Yani ulaşım kaynaklı salım ve sera gazı araba egzozlarından değil, muhtemelen bu EV’leri besleme gayreti içindeki kömürle çalışan elektrik santrallerinin bacalarından çıkacak. Demek ki enerjinin nasıl üretildiğine bakmak gerek. Uranyumla mı, kömürle mi, rüzgârla mı? Ya da başka bir kaynaktan mı? Kömürün yarısı kadar CO₂ salımı yapan ve dünya çapındaki şeyl gazı atılımıyla birlikte son derece bollaşan doğal gaz mı olacak? Bu son olasılık aynı zamanda doğal gazı kitlesel pazara dönük bir motor yakıtı olarak kullanma seçeneğini de gündeme getiriyor. Aslında doğal gaz bir motor yakıtı olabilir, ama dolaylı yoldan, elektrikli arabaların bataryalarına yüklenecek daha fazla elektriği üreterek.¹⁸

Bir elektrikli araç en çok ne kadar sürat yapabilir? 2030 için küresel bazda yeni EV ve PHEV satış tahminleri senaryosuna göre yıllık toplamın yüzde 10’u ile 32’si arasında oynuyor. En iyimser senaryolarda bu araçların yaygınlık düzeyi (başka bir deyişle küresel araç stoku içindeki toplam EV ve PHEV sayısı) yüzde 14 olacak.¹⁹

Ortaya çıkacak sonuç üzerinde en kritik belirleyici etkiyi hükümet politikaları yapacaktır. Çünkü bugün elektrikli arabanın ilerlemesini sağlayan ve bugünkü ekonomik uygunluğunu kazandıran bu politikalar; yasal düzenlemeler, teşvikler ve sübvansiyonlar. İnovasyon bu hesabı değiştirebilir ve tıpkı Henry Ford’un Model T’de yaptığı gibi maliyetleri aşağıya çekebilir. Destek politikaları, teşvik ve sübvansiyonların başlıca iddiaları şudur: ölçeği büyütmek ve hatırı sayılır ölçüde

maliyet azaltan inovasyonu teşvik etmek. Dolayısıyla burada şöyle bir kritik soru gündeme geliyor: Bugün elektriği araba stokunun ana kaynağı yapmayı amaçlayan politikaların tutarlılık düzeyi nedir? Kaldı ki enerji politikaları bugüne kadar hep bir ileri bir geri giden “sarkaçvari” bir yapı sergilemiştir.

“ISIL SÜRÜKLENME Mİ?”

EV’ler bir süredir üretiliyor ve pazara veriliyor. Ama bir kitle pazarı ürünü olarak hâlâ aşması gereken pek çok sıkıntısı bulunan bir deneme niteliği taşıyor.

Bataryaların hâlâ küçülmesi, hafiflemesi, daha çabuk şarj edilebilmesi ve doldurulduktan sonra daha uzun süre gitmesine ihtiyaç var. Ayrıca sürekli tekrar tekrar şarj edilmesine karşın daha uzun ömürlü olduğunun kanıtlanması gerekiyor. “Isıl sürüklenme”—yani yıkıcı aşırı ısınma—gibi sorunların meydana gelmediği gösterilmeli. Bataryalar aracı hareket ettirmenin dışında, sürücülerin aradığı hidrolik direksiyon, klima ve yolculuk eğlence sistemleri gibi ek donanımlar için gerekli enerjiyi de sağlayabilmelidir. Ve—hükümetler çok büyük çapta sübvansiyon verme isteği ve gücüne sahip olmadıkça—maliyetin ciddi ölçüde aşağıya çekilmesi şarttır.²⁰

Bu sorunları çözmek amacıyla dünyanın her tarafında bataryalar üzerinde yoğun ve bol finansal kaynaklı araştırmalar yürütülüyor. Bu çabalar aynı zamanda son derece rekabete açık; gerçekten küresel bir “batarya yarışı” var denebilir. Yanı sıra batarya teknolojisi “öğrenme eğrisi”nin yönü ve ne kadar hızlı yol alınabileceği konusu da küresel boyuta ulaştı.

İkinci zorluk altyapıda. Bugünkü araba sistemi on yıllara yayılan bir süreçte kurulan yoğun benzin istasyonları ağı olmadan ayakta duramaz. Devasa bir elektrikli araba stoku oluşursa, buna benzeyen bir şarj istasyonları ağına gerek duyulacaktır. Komşunun arabasını bir ara kabloyla şarj etmek mümkün. Peki ama aynı blokta, yan blokta, bir sonraki blokta vb oturan diğerleri de aynı anda aynı şeyi yapmaya kalkarsa, enerji sistemi ne hale gelir?²¹

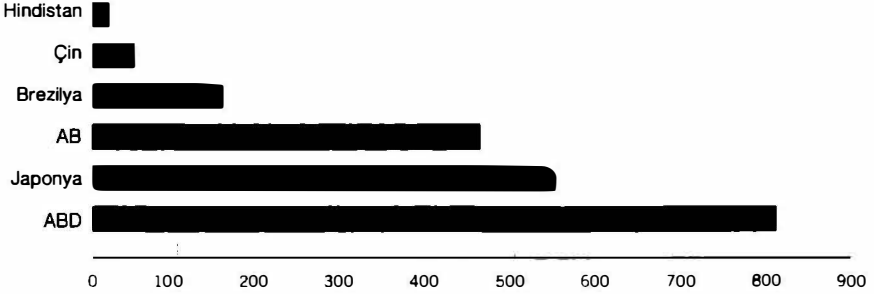
Dahası bu iş “el kaldıranlar”ın—daha bir model piyasaya çıkmadan sipariş defterine adını yazdıran gönüllüler—ötesine geçmek zorunda. 1990’larda General Motors “EV1’e akıl almaz bir sübvansiyon gömdü” demişti eski GM CEO’su Rick Wagner. “Ama eğer müşteri almak istemezse, başarmak zor.” EV geniş bir sürücü kitlesini kazanmak zorunda. Bu amaçla kentlerde ve kırsal bölgelerde kullanım kolaylığı ve güvenilirlik sağlamak için—ve insanların yolda kalmamasını garantiye almak için—şarj istasyonları açmak ve bunlara enerji sağlamak gerekiyor.²²

Hükümet ancak bolca düzenleme, teşvik ve sübvansiyon desteği verebilir. Müşteriler aradıkları fiyatı, işlevselliği, performansı ve güvenilirliği bulmak zorundalar. Bunları gerçekleştirmek zaman alacak. Özellikle de menzil endişesi—pili bitip yolda kalma korkusu—tüketicilerin davranışını etkileyecek en önemli etmendir.

Belki de tüketicilerin gereksinimlerine verilecek yanıt bu gereksinimleri ayırtırmak olacaktır; yani farklı amaçlara göre farklı araçlar gibi. İnsanlar yakın çevredeki işlerinde ve işe gidip gelmek için minik bir şehir içi araç—yirminci yüzyılın başındaki Detroit Electrics ve Baker Runabouts’un bir tür modern versiyonu gibi—kullanırken, daha uzun yolculuklar ve hafta sonu gezileri içinse daha büyük petrol yakıtlı veya hibrid bir araç kullanabilirler. Ayrıca ne zaman yeni tip bir ürün piyasaya çıksa, halkın EV’leri bir kategori olarak benimsemesini olumsuz etkileyebilecek çalışması ya da performansı ile ilgili beklenmedik bir risk her zaman için söz konusudur.

Son olarak enerji arzı temini var. Genelde geceleri kullanılmayan elektrik üretme kapasitesinin koca bir elektrikli araba filosunu kolaylıkla besleyebileceği sanılır. Bu doğru olabilir, ama eğer elektrikli arabaların sayısı ciddi ölçüde artarsa, elektrik enerjisi sanayisi üzerine ciddi bir ek yük bineceği açıktır. Ya insanlar EV’lerini geceleri şarj etmezlerse? Çok sayıda kişi aracını tam talebin zirve yaptığı saatlerde şarj etmeye kalkarsa? Sistem bunu kaldırabilir mi?

Bunların dışında yeni ortaya çıkan sorunlar var. İçten yanmalı motorun devinim ve salıma ek olarak, aynı zamanda gürültüsü de var. İlk başlarda sessizlik elektrikli arabalar (ve hibridler) için önemli bir satış öğesiydi. Oysa ses gerek sürücüler gerekse yayalar ve bisikletliler için duyuşal ve durumsal farkındalığın bir parçasıdır. Görme engelliler

UÇURUM*2010'da 1000 kişiye düşen araba sayısı*

Kaynak: IHS Global Insight

sessiz taşıtları tehlikeli bulurlar. Japonya'da araba imalatçıları devlet destekli CCCRQHOV'un (Sessiz Hibrid ve Diğer Araçlara İlişkin Karşı Önlemleri Değerlendirme Komitesi) talimatları uyarınca araçlarına suni motor sesi koymaya başladılar. Bu ABD ve Avrupa için de geçerli bir güvenlik koşuludur.

Peki bu nasıl bir ses olmalı? Carlos Ghosn Nissan'da ses üzerindeki çalışmalara katılmıştı. "Tıpkı bir elektrikli araba sesi gibi olmalı"ydı: "çok yüksek değil, yeterli derecede, hoş bir ses."²³

ÖNCE ASYA MI?

Bu kadar çok kambur dikkate alındığında, EV'lerin ilk büyük pazarı nerede bulunabilirdi?

Bazı Asya mega kentlerinde EV'lerin yaygınlaşmasına ortam yaratacak gibi görünen koşullar bileşimi bulunuyor. Bu şehirlerin fiziksel altyapısı hâlâ inşa halinde, dolayısıyla "sıfırdan" kurulacak şarj istasyonları ve diğer ekipman için yer bulmaya ABD ve Avrupa'nın eski kentler bölgelerinden daha uygun. Aynı zamanda genelde bu kentlerde hava kirliliği daha boğucu ve bunaltıcı bir hal aldığından, halinden şikâyetçi yurttaşlar hükümetlerini hava kalitesini iyileştirmek için sıkıştırıyorlar.

Aynı zamanda yurttaşlarından çok büyük bir yüzdesinin ilk kez (biledin ikinci kez) araba alması da Asya ülkeleri açısından olumlu bir

etmen. Bundan ötürü boyut ve performans bakımından bir arabanın “nasıl olması gerektiği” konusunda ileri ülkelerin yurttaşlarına göre daha az önyargılı olurlar. Üstelik gelişmekte olan Asya mega kentlerinin sakinleri, özellikle Çinliler çoğunlukla EV’lerle ulaşım deneyimine sahipler; en azından iki tekerlekli araçlara, elektrikli bisiklete yabancı değiller.

Üst düzey bir Çin yetkilisi “Herkes ailede hiç değilse bir araba olsun istiyor” diyor. “Hükümet bu trendin önünü alamaz. Ama burada en önemli nokta şu: Nasıl bir araba?” Açıklanan yeni politikalar Pekin’in bu arabaların gittikçe daha büyük bir bölümünün elektrikli olmasını istediğini gösteriyor.²⁴

Çin hükümeti “Yeni Enerji Taşıtları”nı ekonomik kalkınmanın yedi stratejik bölmesinden biri olarak sınıflandırıyor. Bu taahhüdünü EV satın almayı daha uygun ve daha çekici kılacak hatırı sayılır sübvansiyonlarla destekliyor. Ek olarak ulusal ve yerel yönetimler kendi araç filoları için EV programlarını kurumsallaştırarak, araçlara pazar garantisi sağlıyorlar.

Çin’de devlet ABD’ye göre daha ağırlıklı bir role sahip olduğu halde, en azından uluslararası düzeyde en çok öne çıkan Çin elektrikli araba şirketi BYD adındaki özel bir kuruluş. Çuanfu Wang adlı yirmi dokuz yaşındaki kimya mezunu genç iş yaşamına ilk adımını 1995 yılında sıfırdan kurulan bir batarya şirketiyle atmıştı. Şirket önce nikel kadmiyum piller ürettikten sonra Şanyo ve Sony ile rekabet etmek amacıyla lityum bazlı pillerin imalatına da başladı. Kurulduktan sadece yedi yıl sonra 2002’de dünyanın cep telefonları için şarj edilebilir pil üreten en öndeki dört üretici arasına girdi. Wang Çin’de “Pil Kralı” olarak ünlendi. BYD bu noktaya, amansız teknik yoğunluğuyla, maliyet yönünden Japonları geçmesiyle ve Wang’ın kendi ifadesiyle “bolca deneme-yanılma” ulaştı. Wang’ın dediği gibi, “Çin’de benim kuşağımdan insanlar çalışmayı yaşamının önüne koyuyorlar.”²⁵

2003’te BYD kaderine terk edilmiş devlet mülkiyetindeki bir şirketi satın aldı. 2008’de Çin’in en çok satan sedanını üretti. Warren Buffett aynı yıl şirketin yüzde 10’unu 230 milyon dolara satın aldı; ilk seri üretim tak çalıştır hibrid araba satışına başladı, ancak satışlar zayıf kaldı. İki yıl sonra aynı batarya işindeki gibi, yalnız Çin pazarını değil, aynı zamanda küresel pazarı da ele geçirmek amacıyla tamamen elektrikli

NGV'ler yakıt etkinliği sürekli artan klasik içten yanmalı motorlu arabaların ekonomik üstünlüğünü azaltmasıyla ve biyoyakıtlı ve elektrikli arabaları destekleyen güçlü politikalarla rekabet etmek zorunda kalacaktır. Son olarak, doğal gazlı araçlar ulaşım sektöründe kullanılmaya en uygun araçlar olmayabilir. Doğal gazla elektrik üreterek taşıtlarda bu elektriği kullanmak, doğrudan bir yakıt olarak kullanmaya göre maliyet bakımından daha verimli görünüyor.

Görece daha kısa mesafelerde gidip gelen ve bir ana depoda kolayca ucuza doldurulabilen taksiler, kamyonetler ve otobüsler gibi bir merkeze bağlı çalışan filo araçları NGV'ler için olası bir pazardır. Başka bir pazar da düşük ısılı sıvılaştırılmış doğal gazla çalışan, uzun mesafeler arasında gidip gelen ağır iş kamyonlarıdır. Ancak LNG dolum terminalleri gereksinimi, LNG kamyonlarının dizele göre daha pahalı olması ve LNG'nin dizele oranla çok daha düşük enerji yoğunluğuna sahip oluşu ağır yük taşımacılığında sorunlar yaratabilecek zorluklardır. Ayrıca araç sahipleri için önemli bir ekonomik etmen olan kamyonların ikinci el piyasası değerini de sınırlar.

GELECEĞİN ARABALARI

İleriki bir tarihte elektrikli arabalar, hibridler, biyoyakıtlı ve doğal gazlı araçlar, daha verimli içten yanmalı motorlar, yakıt hücreleri—ulaşımı yeni baştan yaratma ve “geleceğin arabası” uğruna sürdürülen bu yarış yine gündemde. Belki çoğul olarak, “geleceğin arabaları” demek daha doğru olacak. Yüzyıl önceki son yarışta içten yanmalı motorlar hiç zorlanmadan galip gelmişti; maliyet, kullanım kolaylığı, performans ve menzil yönünden. Ama bu kez tek bir galip olmayabilir, onun yerine farklı amaçlara dönük farklı araçlar üstün gelebilir.

Öyle ya da böyle, petrolün ulaşım alanındaki topyekûn egemenliği ya sönüp gidecek ya da çok önemli oranda gerileyecek. Elektriğin ulaşımında ya hibrid ya da elektrikli taşıtlarla daha ileri bir rol üstleneceği kesin görünüyor. İkinci nesil biyoyakıtlara da kayda değer bir çaba harcanmaya devam ediyor. ABD, Avrupa ve Japonya'da bebek patlaması nüfusunun emekliye ayrılmasıyla birlikte, kullandıkları enerji kaynağı

ne olursa olsun, gelecekte bütün arabalar küçülecek gibi görünüyor. Dahası Japonya'daki temiz, güvenli ulaşım biçimi arayışı önümüze bir takım sürprizler çıkarabilir.

Gelişmekte olan ülkeler geleceğin şekillendirilmesinde, geçmişte hiç görülmeyen bir biçimde kritik katılımcı olarak yer alacaklar. Gelişmekte olan pazarlar küresel oto piyasasındaki büyümeyi körüklerken, çevre standartlarıyla birlikte teknolojinin yönünü de belirleyecektir. Çin'in 2009 yılında ABD'yi geçerek dünyanın en büyük araba pazarı haline gelmesi bir dönüm noktası oldu. Bu değişiklikten ötürü, gelişmekte olan ülke hükümetlerinin politikaları küresel oto piyasası üzerinde giderek daha fazla etki yapacaktır. Gerçekten de Çin'in pazar dinamizminden dolayı dünya otomotiv sanayinin belirleyici gücü haline gelmesi ya da Çin'in çevre standartları düzenleme ajansının dünya açısından yeni bir CARB konumuna ulaşması gayet mümkündür.

Başlıca zafer kriterleri ya da en azından galipler halkasına girme ölçütleri çevre, enerji güvenliği, maliyet ve performans testlerinden de başarıyla geçen ve etkinliği sürekli artan arabalar üretmektir. Bu yarış teknolojik atılımlar ve milyarlarca dolarlık yatırımlar gerektirecektir ve kısmen hükümetlerin tercihleriyle şekillendirileceği kesindir. Belirsizlik koşulları ağır bastığında, şirketler mümkün olan en çok sayıda ata birden oynarlar. Daimler CEO'su Dieter Zetsche şöyle diyor: "Milyarlarca dolar yatırım yapıyoruz ve temelde dizelden hibride ve bataryaya kadar her yöne ulaşmaya çalışıyoruz."

Ford'un başkanı Bill Ford "Biz, tam etkinliğin bütün müşteriler açısından önem taşıdığı görüşünü benimsiyoruz" diyor. "Ancak hangi teknolojinin üstün çıkacağını henüz bilemiyoruz. Bugünden (uzun erimli) bir satış öngörüsünde bulunmanın bir anlamı yok. Dolayısıyla devrede pek çok etmen var. Bir rakam vermem mümkün değil. Tıpkı dart fırlatmaya benziyor."³⁰

GELECEĞE DOĞRU

Peki bu durumda petrol ve içten yanmalı motorların geleceği nasıl görünüyor? Muhtemelen önümüzdeki yirmi yıl boyunca baskın konumları garanti altında olacak. Ama bu motorların çok daha verimli hale gele-

arabalar çıkardı. 2011'de F3DM tak çıkar hibridini, Amerikan piyasasının yasal düzenleme süreçlerine uydurmak ve Warren Buffett'in şirketi Berkshire Hathaway'ın Omaha, Nebraska'daki yıllık toplantısında sergilenmek üzere ABD'ye gönderdi.²⁶

HİDROJEN OTOBANI

Ne ki sıfır salımlı tek seçenek elektrikli araba değil. Teorik açıdan yakıt hücresi çok cazip bir araç. Enerjisini elektrik formunda kimyasallardan çıkarması bakımından bataryaya benziyor. Ayrıca hareketli parçaları da yok. Ancak başka yerde üretilen ve tek kullanımlık bir kimyasal pil şeklindeki şarj edilebilir bataryadan farklı olarak, yakıt hücresi kendi elektriğini beraberinde bulunan gaz hidrojen sayesinde üretebiliyor. Gaz tankına bağlı bir batarya gibi düşünebiliriz bunu. Yakıt hücresi hidrojenle oksijeni elektrokimyasal bakımdan birleştiriyor. Sonuçta hidrojen yakıt hücrelerinin tek salım maddesi elektrik ve su oluyor; ayrıca sıvı yakıtlarla boy ölçüşebilecek yoğunlukta enerji üretme potansiyeli taşıyor.

Hidrojen ve yakıt hücresi otomotiv dünyasının ciddi ilgisini ilk olarak, Kaliforniya'nın orijinal sıfır salım tebliğinin sonrasında çekti. Honda, Toyota ve GM gibi pek çok otomotiv şirketi yakıt hücresi teknolojisini geliştirmeyi sürdürdüler. George W. Bush yönetimi ilk yıllarında "özgürlük arabası" adını verdiği yakıt hücreli oto üzerindeki araştırmaları destekledi.

Yakıt hücreleri hâlâ ciddi zorluklarla karşı karşıya. Yakıt hücreleri—hidrojeni ya da başka bir kimyasal maddeyi elektriğe dönüştüren cihaz—oldukça pahalı; ticarileşebilmesi için esaslı bir yatırıma ve sıçramalara ihtiyacı var. Sektörel bir tahmine göre fiyatının, az çok ekonomik diyebilmek için yirmi katı kadar aşağıya çekilmesi şart.²⁷

Hücreler pahalı ama, bugün esas olarak rafineriler ve petrokimya tesislerinde yüksek kaliteli ürünlerin üretiminde kullanılan hidrojenin de ondan aşağı kalır yanı yok. Hidrojen doğada bağımsız halde bulunmaz. Başka bir şeyden ayrıştırılması gerekir; örneğin doğal gazdan, ama nükleer enerji kullanılarak da elde edilebilir. Otomotiv sektörü için depolanması ve taşınması da teknik bakımdan epeyce karmaşık ve

son derece pahalı bir iştir. Elektrikli arabalar nasıl yükleme istasyonları ve batarya değiştirme altyapısı için önemli miktarda bir yatırım gerektiriyorsa, hidrojenli araçlar da hidrojen yakıt dolum istasyonları için yüklü bir altyapı yatırımı gerektirir.

Arnold Schwarzenegger Kaliforniya valisi olduğu sırada büyük bir tantanayla, “Çevre Sağlığı Geleceğine Giden Kaliforniya Hidrojen Otolyolu” adını verdiği bir hidrojen yakıt istasyonları ağı oluşturdu. Ancak bu yolun ömrü fazla uzun olmadı. 2010’da tüm eyalette hidrojen yakıtı satan istasyon sayısı iki düzineden azdı.²⁸

Diğer bir olasılık da enerjiyi hidrojen yerine doğal gazdan alan, katı oksit yakıt hücresi denilen piller. Bazıları bunun arabalar için elverişli bir enerji kaynağı olmaktan çok, şebeke dışı enerji üretimi gibi sabit kullanıma daha uygun olduğunu düşünüyor.

YA DOĞAL GAZ?

EV’nin olası rakiplerinden biri de NGV’dir: doğal gazlı araç. Bu araç içten yanmalı motorla çalışır, ama yakıtı benzin ya da mazot değil, doğal gazdır.

Doğal gazın enerji bazında maliyeti benzine oranla oldukça düşük olmakla birlikte, dünya çapındaki hafif araç toplamı içinde doğal gazlı araçların oranı yüzde 1’i ancak bulmaktadır. Daha çok Asya ve Latin Amerika’da taksi vb araçlarda kullanılmaktadır. İtalya’da hatırı sayılır bir vergi sübvansiyonu sayesinde NGV satışlarında bir sıçrama gözlemlendi. ABD’de ise trafikteki araç toplamının yüzde 1’inin onda birinden bile azdır.²⁹

NGV’lerin ciddi ölçüde yaygınlaşması benzinli bir aracı doğal gazla çalışır hale dönüştürme veya doğal gazlı araç imal etme maliyetini aşan önemli sorunlarla karşı karşıya kalacaktır. Elektrikli arabalara altyapı oluşturmak için gerektiği gibi, doğal gaz yakıt dolumu altyapısı için de milyarlarca dolarlık bir yatırım gerekecektir. Doğal gazın enerji yoğunluğu düşük olduğundan bu yakıtı kullanan araçların menzili daha kısa olacaktır, yani bir depoyla daha az yol gidecektir. Doğal gazlı arabalara doğal gaz deposu koymak için ayrıca bir yer ister. Aynı zamanda

cekleri de kesin. ICE teknolojisine dayalı arabalar günümüzde çabucak filoya dönüşebilir. Bunlar için yeni bir altyapı sistemi gerekmiyor.

İçten yanmalı motorlar ekonomik ve kompakt bir paket halinde enerji üretmek gibi övgüye değer bir işi başarıyorlar. ICE'nin başarısının sırrı sıvı yakıtların—basitçe, petrolün—enerji yoğunluğunda yatmaktadır. Benzinli ve mazotlu motorların boyutlarının küçük, enerji verimlerinin yüksek olması onları—teknolojik bakımdan—rekabette önde tutmaya devam edecektir. Ayrıca—ister doğrudan benzinli ve dizel motorlarla, ister yeni malzemeler kullanıp salımı azalttıkları daha “hafif” araçlarla—arabaların etkinliğini artırmak için olanaklar mevcuttur.

Massachusetts Institute of Technology'nin makine mühendisliği profesörü ve üniversitenin Sloan Otomotiv Laboratuvarının eski başkanı John Heywood'a göre “Başlıca sorunlardan biri, 2035'te araba filosunun yakıt tüketiminin nasıl yarıya indirilebileceğidir. Arabaları bugünkünden iki kat daha iyi hale getirebiliriz. Bundan sonraki soru ise, kaç tane yapılabileceğidir. Toplam stokun sadece yüzde 15'ine ulaşırsa, etkisi sönük kalır. Yüzde 95'ine ulaşırsa harika bir şey olur.”³¹

Bugünün ulaşım sisteminin önümüzdeki on yıllar içinde hatırı sayılır ölçüde evrimleşeceği de kesin görünen bir olasılık. Enerji etkinliği ve salımın azalması başlıca hedefler arasında kalmayı sürdürecektir. Eğer maliyet, karmaşıklık ve ölçek meseleleri denetim altına alınabilirse, dünyanın otomotiv ulaşımının çoğunda itici güç olarak petrol devre dışı bırakılabilir. Fakat içten yanmalı motor hayatımızdan kolay kolay çıkacak gibi görünmüyor. Günümüzdeki yarışın belirleyici etkisi, belli bir süre, Henry Ford'un Model T'sinin içten yanmalı motoruyla elektrikli araba karşısında zafer kazandığı yarışa göre daha zayıf kalabilir.

Ancak yarış kesin olarak başlamıştır. Bu yarışın sonucunun, önümüzdeki on yıllarda enerjimizi nereden sağlayacağız, nasıl kullanacağız ve kim galip gelecek gibi konular açısından enerji dünyamızı tarif etmeye büyük katkısı olacak. Ama şimdilik zafer kutlamasına girişmek için henüz çok erken.

SONUÇ: “BÜYÜK BİR DEVRİM”

Napolyon'un savaş bakanlarından birinin oğlu, kendisi de bir asker ve bilim adamı olan Sadi Carnot, on dokuzuncu yüzyılın başındaki Napolyon savaşlarında Britanya'nın zafer kazanmasının bir nedeninin enerji, özellikle de buhar enerjisi alanındaki üstünlüğü olduğuna inanıyordu. Carnot bu dengeyi düzeltme azmi ve buharlı motorun işleyiş biçimine duyduğu derin merakın dürtüsüyle, 1824 yılında *Ateşin Harekete Getirici Gücü Üzerine Düşünceler* adıyla yayınladığı bir araştırma yaptı. Ancak bu çalışmanın yayınlandığı dönemde hemen hiç ilgi uyandırmaması hayal kırıklığı yarattı. Birkaç yıl sonra 36 yaşındayken, eserinin yaratacağı muazzam etkiden haberi olmadan bir kolera salgınında öldü. Yazdıkları, insanoğlunun enerjiyi fiilen nasıl kullandığının ilk sistematik analiziydi. Kitabı termodinamiğin ikinci yasasının formülasyonuna hayati bir katkı yapacak ve “Carnot çevrimi” mühendisliğin temel taşlarından biri haline gelecekti.

Zaten Carnot analizinin geniş bir ilgi uyandıracığından hiç kuşku duymamıştı. Aslında yalnız bir motorun içinde olup bitenleri değil, insan ilişkilerindeki dönüşümü de tarif ettiğinin farkındaydı. Kendi deyişiyle “yanıcılar” kullanarak “ısı motorları” icat etmek “uygarlaşan dünyada büyük bir devrim üretecek gibi görünüyordu”. İnsanlık ilkel rüzgâr ve su gücü dışında insanın kasları ve kaba gücüyle kurulmuş olan bağları koparmıştı. Bu gerçekten de tam bir devrimdi. Carnot'tan yüzyıl sonra Hyman Rickover fiilen elde edilmiş başarıları rakamla-

ra dökmeye çalıştı. “Her lokomotif makinisti 100.000 erinkine eşit bir enerjiye hükmediyor” diyordu Amiral, “her jet pilotu ise 700.000 erinkine.” Bugün bu rakamlar herhalde kat kat yüksektir.

Enerji hizmetimize koşmak, bildiğimiz haliyle dünyayı olanaklı kılan şeydir. Bunun getirisi bir gün zarfında yaptığımız hemen her şeyle ölçülebilir. Peki ama gelecek için bahse girebilir miyiz?

Gelecek on yıllarda dünya enerji talebindeki artış çok büyük çaplı olacak. Yalnızca aradaki fark 1970’te dünyanın tükettiği tüm enerji miktarını bile aşacak. Bu artış gerçekten—daha müreffeh bir küresel ekonominin, yükselen yaşam standartlarının, yoksulluktan kurtulmak için harekete geçen milyarlarca insanın göstergesi olan—bir başarı ölçüsüdür. Kuzey Amerika, Avrupa ve Japonya petrol bakımından talep zirvesine ulaşmış durumda. Nüfus öngörülerini, artan etkinlik ve enerji ikamesi yüzünden petrol tüketimi ya aynı düzeyde kalacak ya da azalacak.

Süren talep küreselleşmesinden ötürü gelişmekte olan ülkelerde durum tamamen farklı olacak. Gelecek birkaç on yılda iki milyar insan—dünya nüfusunun yaklaşık dörtte biri—hatırı sayılır bir “gelir artışı” elde edecek. Büyük olasılıkla yılda 10.000 doların altında kalan kişi başı gelir 10.000 ila 30.000 dolar arasına çıkacak. Enerji kullanımından daha ileri bir etkinlik düzeyine ulaşmakla birlikte, bu gelir artışı çok daha fazla enerji gereksinimine yansıyacak. Peki bu gereksinim nasıl karşılanacak? Nasıl bir enerji karması bunu kriz ya da çatışmaya girmeden sağlayabilecek? Bu soruların yanıtları gelecek için kritik önem taşıyor.

Arzı çevreleyen güvenlik sorunu temel ilgi konusu olmaya devam edecek. Deneyim birçok kez arzın güvenilirliği ve güvenliğine yönelik tehditlerin beklenmedik bir şekilde ortaya çıkabileceğini göstermiştir. Meksika Körfezindeki kasırgaların Amerikan tarihinin petrol arzındaki en büyük aksamasına yol açarak Avrupa ve Japonya’dan acil petrol tedarik edilmesini gerektirecek kadar ciddi bir sıkıntı yaratacağını kim tahmin edebilirdi? Ekonomi ve teknolojiler değiştikçe güvenlik kaygıları yeni biçimlere bürünür. On yıl önce ABD-Çin ilişkileri küresel enerji güvenliği açısından bu ölçüde hassas bir etmen durumunda değildi. İnternet bizzat kendi varlığı da içinde olmak üzere, pek çok şeyin bağlı olduğu enerji sistemine, özellikle de elektrik şebekesine yönelik tehlikeleri daha da çoğalttı.

Ortadoğu ve Kuzey Afrika'da, özellikle de Basra Körfezinden çıkan enerji akışının boyutları bölgeyi petrol ve doğal gaz temin güvenliği açısından merkezi bir konuma oturtuyor. Kuzey Afrika ve Ortadoğu çevresindeki dalgalanmalar bölge politikalarını dönüşüme uğratmış ve hükümetlerle halklar arasındaki ilişkileri değiştirmiştir. Aynı zamanda istikrara zemin oluşturan jeostratejik dengeyi kısmen altüst etmiştir. Bu, kaynakların böylesine yoğunlaşmış bulunduğu bölgenin geleceği hakkındaki belirsizliğin daha da büyümesini getirmiştir. Bu belirsizlik ve olası siyasi oynaklık—ve kriz riski—zafiyet ve enerji güvenliğine ilişkin kaygıları artırıyor. Bu artan risk algısı petrol fiyatının içerdiği risk primi ni yükseltiyor; bu da bölgede yeni jeopolitiklerin hâlâ evrimleşmekte olduğunu gösteriyor.

Enerjiye erişim ve üretimle ilgili politikalar yatırım zamanlaması ve arzın yeterliliği—dolayısıyla da enerji güvenliği—gibi konular üzerinde çok büyük bir etki yapabilir. Arzı sınırlayabilir ve erişimi kısıtlayabilir. Ama yatırımı ve teknolojik ilerlemeyi teşvik ederek, olumlu yönde etkide bulunabilir. Yıllarca ABD'nin petrolünün "üçte ikisini" ithal ettiği söylenegelmiştir. Oysa bugün ithalat oranı yüzde 50 düzeyindedir. Bu, ülkedeki taşıt stokunda yakıt etkinliğinin yükselmesi, yurtdışında gerek kıyı açıklarında gerekse "sıkı petrol" üretimindeki artış ve biyoyakıt kullanımının yaygınlaşmasının sonucudur. Teknolojik ilerlemeler Kuzey Dakota'yı ABD'nin dördüncü büyük petrol üretici eyaleti yaptı. ABD'nin en büyük petrol ithalatı kaynağı 1970'li yıllarda ticari bazda var olmayan bir kaynaktır: Kanada petrol kumları.

Çevre ve enerji kaygılarının etkileşimi enerji piyasasının gelişimini şekillendirmeye devam edecek. En büyük sorun iklim değişikliği ve karbondur. Dünya enerjisinin yüzde 80'i Carnot'un "yanıcılar" dediği karbon bazlı yakılardan sağlanmaya devam ediyor. Dünyanın enerjisinin yüzde 75 ila 80'inin gelecek yirmi yıl boyunca yine karbon bazlı olarak kalmaya devam edeceği öngörülüyor. İklim değişikliğinin artan önemi, insanlar enerjiyi de karbonize etmeye uğraştıkça, gerek siyasi gerekse teknolojik açıdan bu oranla mücadelenin sürdürüleceğini garanti ediyor.

İklim değişikliği önde gelen konulardan biri, ancak diğer pek çok çevre sorunu da arzı etkileyecektir. Salımla ilgili olarak kömüre de

(dünya elektriğinin yüzde 40'ının kaynağı) savaş açıldı. Enerji güvenliği açısından özel bir değer taşıyan iki önemli inovasyon—petrol kumu, şeyl gazı ve sıkı petrol—kararlı bir karşı koyuşla karşılaşılıyor. Kimileri bunların üretim şeklinin değiştirilmesini isterken, kimileri de üretimlerine tamamen son vermek gerektiğini düşünüyor. Bu konuların çözüm şekli enerjiye erişim ve arz güvenliği açısından belirleyici önem taşıyacaktır. Japonya'daki Fukuşima Daiichi nükleer tesisi kazası dünyanın her köşesinde nükleer enerji üzerinde yeniden düşünmeye ve yeni tasarımlar ve pasif güvenlik unsurları oluşturmaya yönelik istemlerin güçlenmesine yol açtı.

Carnot'un yanıcı maddelerinden uzaklaşma eğilimi baş gösterdi, ancak bir geçiş sürecinin ilk aşamasındayız daha—ya da en azından enerji karmaşasının yeniden karılması aşamasındayız.

Bir yanıyla Sanayi Devriminin başından beri egemenliğini sürdüren karbon bazlı yakıtlardan karbonsuz yakıtlara doğru bir geçiş var. Ancak başka bir süreç daha var. O da çok daha yüksek bir enerji etkinliği sergileyen daha enerji-yalın bir dünyaya doğru yönelme. Etkinlik artışı yönündeki bu ilerleme ulaşımında şimdiden çok belirgin; hem bir galon yakıtla kat edilen mesafe açısından, hem de hibrid teknolojinin yaygınlaşması açısından. Biyoyakıtların varlığını daha çok hissettireceği anlaşılıyor; ancak kayda değer bir pazar payına ulaşabilmeleri için ikinci nesil üretime geçmeleri gerekiyor. Elektrikli arabaya gelince, küresel oto stokunda kendine ne kadar derin ve hızlı bir yer edineceğini kestirmek için henüz erken.

Gelecekteki gelişme açısından öne çıkan bir sektör var: elektrik üretimi. Dünya çapında elektrik tüketimi yirmi yılda hemen hemen iki katına çıkabilir. Yenilenebilir enerjiler hidroenerji yoluyla elektrik üretiminde önemli bir rol oynadı. Ancak birçok ülkede çevreci muhalefet tarafından ya sınırlandı ya da tamamen bloke edildi. Kullanılan diğer bir elektrik üretme teknolojisi de, yeryüzünün derinliklerindeki ısı yardımıyla üretilen buhardan yararlanılan jeotermal enerji. Bazı bölgelerde önemli bir katkı unsuru olan jeotermal kaynaklar jeolojik koşullarla ve yer altında uygun vasıfta "sıcak kaya" bulma olanağıyla sınırlıdır.

Elektrik üretimi için iki büyük yeni karbon dışı kaynak, rüzgâr ve güneştir. 1970'ler ile 1980'lerin başında "umut ışınları"nın boy göster-

mesinden bu yana bu alanda büyük ilerlemeler ve bolca teknolojik olgunlaşma kaydedildi. Maliyeti düşürecek yeni ilerlemeler de yolda. Ancak bugün için, başlı başına kayda değer bir iş alanı haline gelmiş olmakla birlikte, enerji sektörünün boyutlarıyla kıyaslandığında, henüz çok küçük kalmaktadır. Büyük ölçekli, rekabet edebilir düzeyde güvenilir elektrik temin edebileceklerini kanıtlamaları gerekiyor—ya da toplum sübvansiyonlar veya karbon bedelinin getireceği ek maliyetleri üstlenmeye istekli olduğunu ortaya koymak zorunda. Bu kaynaklar geliştikçe, genel şebekeyle bütünleşme biçimleri daha yakıcı bir problem haline gelecektir.

Şu anda enerji "büyük devrimi"nin yeni aşamasının kıyısında mıyız? Tarih bize enerji geçişinin genelde uzun sürdüğünü gösteriyor. Petrolün bir numaralı enerji kaynağı olarak kömürün yerini alması bir yüzyıla yakın sürmüştür.

Herhangi bir geçişin hızını etkileyecek tek etmen teknolojik ilerleme temposu değildir. Diğer bir etmen de uzun tedarik süreleri yasa-sıdır. Enerji sistemi, muazzam bir miktarda sermaye gömülmüş olan büyük ve karmaşık bir sistemdir. Yenilenme hızları cep telefonlarına hiç mi hiç benzemez. Bir enerji santralinin ömrü altmış yıl ve üzeridir. Büyük bir yeni petrol sahasının keşfedilip üretime geçmesi en az on yıl alır. Firmaların her yıl yeni bir model çıkartmalarına aldanmayın, araba stokları bile öyle çabuk değişmez. Yeni bir modeli geliştirmek, sonra da ondan bir filo üretmek normal bir yılda sadece yüzde 8 gibi bir dönüşüm oranıyla gerçekleşir.

Yine de değişiklikler hızlı gerçekleşebilir. Şeyl gazının piyasalarda tescil edilmesine yirmi yıl içinde başlandı. Bu noktaya geldikten sonra yalnız doğal gazın değil, nükleer enerjiden rüzgâr enerjisine kadar rakiplerinin ekonomik durumunu kökünden değiştirmesi iki yılı bulmadı.

2030'da toptanın küresel enerji tüketimi bugüne göre yüzde 35-40 dolayında artmış olabilir. Enerji karması büyük olasılıkla aşağı yukarı bugünkü gibi olur. Hidrokarbonlar toplam arzın yüzde 75 ile 80'i arasında oynar. Bu tabloyu daha köklü biçimde değiştirecek pek çok etmen insanın aklına gelebilir; siyasi karışıklıklardan askeri çatışmalara, küresel ekonomideki büyük çaplı değişimlerden fiyatlandırma ve düzenlemelerdeki değişikliklere ve kayda değer teknolojik atılımlara

kadar. Ancak uzun tedarik süreleri yasası yine de etkisini sürdürecektir. Gerçekten de enerji sistemi oldukça farklı bir görünüme ancak inovasyon ve teknolojik ilerlemenin birikimli etkisinin tam anlamıyla hissedilmeye başlayacağı 2030'dan sonra geçebilir.

Geleceğin enerjisini şekillendirecek öğeler şu anda oldukça fazladır, aralarında karmaşık, bazen de çapraşık bir etkileşim vardır ve bol miktarda çıkar ve perspektif farklılığı söz konusudur. Bütün bunlar bütünlüklü bir “enerji politikası” oluşturmayı önemli bir konu olarak karşımıza çıkarıyor. Gerçekten de enerji politikası çoğunlukla “enerji”yi odak bile almıyor görünen politikalar tarafından şekillendirilmiştir. Ancak tarih önümüze, gelecekte karar alırken yararlı olabilecek belli ilkeler koyuyor.

Bu ilkelerden birincisi, dünya ekonomisinin dayandığı gerek bugünkü 65 trilyon dolarlık, gerekse yirmi yıl sonraki 130 trilyon dolarlık enerji tabanının boyutları, karmaşıklığı ve önemini kabul ederek yola çıkmaktır. Enerji seçeneklerinin geniş yelpazesinin katkısının bilincinde olan evrensel yaklaşım çok önemlidir. Churchill’in arzla ilgili ünlü sözü hâlâ kulaklarımızda güçlü biçimde yankılanıyor: “çeşitlilik, yalnız çeşitlilik.” Petrol kaynaklarını çeşitlendirme anlayışını genişleterek, gerek “konvansiyonel” gerekse yeni enerji kaynakları arasında çeşitlendirmeye geçilmelidir. Risksiz bir seçenek bulunmadığını ve risklerin çok çeşitli biçimlerde karşımıza çıkabileceğini bilmek böyle davranmayı gerektirir.

Büyümekte olan dünya ekonomisinde enerji etkinliği en öncelikli konular arasındadır. Bu alanda azımsanmayacak sonuçlar elde edilmiştir, geçtiğimiz on yıllarda var olmayan teknolojiler ve araçlar şu anda hizmetimizdedir. İster gelişmiş isterse gelişmekte olan ülkelerde olsun kaydedilen gerçek ilerlemeler davranışlara ve değere yansacaktır, ama en çok da yeni süreçler, yeni fabrikalar, yeni inşaatlar, yeni taşıtlara yönelik yatırımlar şeklinde karşımıza çıkacaktır. Finansmandan tutun da, yakıt verimliliğinin basına “poz verme” fırsatı sağlamadığı—“kurdele kesilmediği”—gerçeğine kadar pek çok engel var.

Sürdürülebilirlik bugün toplumun temel bir değeridir. Çevre önceliklerini enerji üretimi ve tüketimiyle bütünleştirmeyi sürdürmelidir. Uygun çevre koruma önlemleriyle birlikte enerjiye erişim sağlayan bir maliyet-fayda analiziyle, etki ve ölçek açısından tahlil edilip değerlendirilmelidir.

Carnot'un büyük devriminin tüm seyri—on sekizinci yüzyılda James Watt'ın icat ettiği buhar motorundan on dokuzuncu yüzyılda Albay Edwin Drake'in ilk petrol kuyusuna, Sand Hill Road'da açılmak üzere olan en son temiz teknoloji tesislerine ve laboratuvarlarda üzerinde çalışılmakta olan en güncel gelişmelere kadar—enerji alanındaki ilerlemelerin inovasyona inanmanın ürünü olduğunu gösteriyor. Yeni bilgiler üretme ve "bilimi uygulama"nın belli bir maliyeti vardır. Ama eğer tüm inovasyon zincirine aralıksız uzun erimli destek verilmezse, dünya çok daha büyük bir bedel öder.

Bu sayfalarda gördük ki, arayışın pek çok yönü var. Ancak esas olan ve diğer her şeyin temelini oluşturan unsur, teknolojiyi ve inovasyonu ilerleten bilgi arayışdır. Cornat "büyük devrim"den söz ederken çok önemli bir gerçeği yakalamıştı. Ama o tarihte enerji atılımının henüz ilk günlerinde olduğundan, bu sözleri sadece bir öngöründen ibaretti. O günden bu yana gerçekleştirilenleri o tarihte hayal etmek kesinlikle olanaksızdı. Sonraki yıllarda artan enerji gereksinimini karşılamak, kaynaklara sürdürülebilir erişimi güvenceye almak ve dünyadaki büyümeyle destek olmak gibi zorluklar göz korkutucu görünebilir; boyutlarına baktığınızda gerçekten de korkutucular. Bu gereksinimleri karşılamak, diğerleri arasında enerjiyi sorumlu ve verimli kullanmayı, mantıklı kararlar almayı, istikrarlı yatırımı, devlet adamlığını, işbirliğini, uzun erimli düşünmeyi ve çevreyle ilgili endişelerle enerji stratejilerini titizlikle bütünleştirmeyi gerektirir.

Ancak belki de içlerinde en önemli kaynak olan insan yaratıcılığının giderek daha yüksek ölçüde erişilebilir hale gelmesi, haklı bir güven duymamıza neden oluyor. Ünlü bir jeolog şöyle demişti: "Petrol insanların kafasında bulundu." Bu sözü biraz değiştirerek, yirmi birinci yüzyılın enerji çözümleri dünyanın her köşesindeki insanların kafasında bulunacak diyebiliriz. Ve bu kaynak zemininin büyümekte olduğunu söyleyebiliriz.

Yarının gereksinimlerini talebin küreselleşmesi şekillendiriyor olabilir. Ama bu süreçte inovasyonun küreselleşmesi de eşlik ediyor. Bilgi üretimi ve bilimin hayata uyarlanması dünya çapında bir uğraşa dönüştü; sürekli genişleyen enformasyon ve iletişim sistemlerinin yaygınlaştırdığı bağlar ve etkileşimler başlanabileceklerin hız ve etkisini kat kat artırabilir. Bu, yeni çözümleri bulacak içgörü ve dehayı ateşleyecektir.

Bu hiç de körü körüne bir inanç değil. Önemli bir fark yaratacak inovasyonların zamanı hakkında kimse bir garanti veremez. Gereken boyuttaki bir yatırımın zamanında gerçekleşeceği ya da hükümetlerin hep akıllıca politikalar uygulayacağı garanti edilemez. Şurası kesin ki, tedarik süreleri uzun olabilir, maliyetler evrim geçirebilir. Ve burada anlatılanlarda gördüğümüz gibi süreç çatışma, kriz ve aksama riskleri içerecektir. İşlerin iyice çığıırından çıkıp ağır sonuçlar yaşanması mümkündür. Dolayısıyla yaratıcılığın serpilmesinin koşullarını iyi beslemek şarttır. Zorluklara göğüs germek ve büyüyen, müreffeh bir dünya için enerji güvenliği ve sürdürülebilirliğini garantiye almak için bu kaynağa çok ihtiyacımız var. Arayışın can damarı burasıdır; teknoloji kadar insan ruhuyla da bağlı olduğundan, bu, hiçbir zaman sona ermeyecek bir arayıştır.

NOTLAR

21. Bölüm: Buzullardaki Değişim

1. John Tyndall, *The Glaciers of the Alps* (Boston: Ticknor and Fields, 1860), s: 11.
2. Tyndall, *The Glaciers of the Alps*, s: 21 ("sentiment"); A.S. Eve ve C.H. Creasey, *Life and Work of John Tyndall* (London: Macmillan, 1945), s: 23 ("language").
3. Tyndall, *The Glaciers of the Alps*, s: 17 ("ancient glaciers").
4. Horace Benedict de Saussure, *Voyage dans de Alps* (Geneva: Chez Les Principaux Libraires, 1834).
5. James Rodger Fleming, *Historical Perspectives on Climate Change* (New York: Oxford University Press, 1998), s: 61 ("mathematical theory").
6. Elizabeth Cary Agassiz, editör, *Louis Agassiz: His Life and Correspondence*, c: 1 (Cambridge: Riverside Press, 1886), s: 263-64 ("shroud"); Edward Lurie, *Louis-Agassiz: A Life in Science* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1988), s: 80-102 ("beloved fossil fishes", "God's great plough").
7. Eve ve Creasey, *Life and Work of John Tyndall*, s: 86 ("gases not natural"); Fleming, *Historical Perspectives on Climate Change*, s: 68-69 ("in my hands"); Mike Hulme, "On the Origin of the 'Greenhouse Effect': John Tyndall's 1859 Interrogation of Nature", *Weather* 64, no. 5 (2009), s: 121-23 ("experimentally based account").
8. Fleming, *Historical Perspectives on Climate Change*, s: 58-71 ("tendency to accumulate" "every variation"); Eve ve Creasey, *Life and Work of John Tyndall*, s: 279 ("my poor darling").
9. Svante Arrhenius, "On the Influence of Carbonic Acid in the Air Upon the Temperature of the Ground," *The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, Nisan 1896, s: 237-76 ("absorption of the atmosphere"); Julia Uppenbriak, "Arrhenius and Global Warming", *Science* 272, no. 5265 (1996), s: 1122.

10. Spencer Weart, "The Discovery of Global Warming" and "The Carbon Dioxide Greenhouse Effect", *The Discovery of Global Warming*, <http://www.org/history/climate/co2.htm> (three thousand years); Svante Arrhenius, *World in the Making: The Evolution of the Universe*, tr. H. Borns (New York: Harper & Brothers, 1908), s: 63 ("more abundant crops").
11. Gustaf Arrhenius Sözlü Tarih, Scripps Institution of Oceanography Library, 11 Nisan 2006.
12. John Steinbeck, *The Grapes of Wrath (Gazap Üzümleri)* (New York: Penguin Books, 2006), s: 4.
13. G.S. Calendar, "Karbon Dioksit İklimi Etkileyebilir mi?" *Weather* 4 (1949), s: 310-14 ("chequered history").
14. Fleming, *Historical Perspectives on Climate Change*, s: 115.
15. Weart, "Küresel Isınmanın Keşfi" ve "Karbon Dioksit Sera Etkisi" ("marketplace of ideas"); Fleming, *Historical Perspectives on Climate Change*, s: 113 ("abandoned").

22. Bölüm: Keşif Çağı

1. Roger R. Revelle Sözlü Tarih, The Bancroft Kütüphanesi, Kaliforniya Üniversitesi, Berkeley 1986; Judith Morgan ve Neil Morgan, *Roger: A Biography of Roger Revelle* (San Diego: Scripps Institution of Oceanography, 1996), s: 89 ("a lot of imagination"), s: 44-45.
2. *San Diego Daily*, 27 Haziran 1990.
3. Morgan ve Morgan, Roger, s: 19; Gustaf Arrhenius Sözlü Tarih Projesi, Scripps Institution of Oceanography Library, 11 Nisan 2006 ("extreme stretch"); David M. Hart ve David G. Victor, "Bilimsel Elitler ve ABD'nin İklim Değişikliği Araştırma Politikasının Oluşumu", 1957-74; *Social Studies of Science* 23 (1993), s: 648 ("carbon-cycle").
4. Nancy Scott Anderson, *An Improbable Venture: A History of the University of California, San Diego* (La Jolla: University of California San Diego Press, 1993), s: 32-35 ("unexpected discoveries"); 10 Ekim 1949, Proposed University of California Mid-pac Expedition, s: 20 ("featureless plain"); Morgan ve Morgan, *Roger*, s: 86 ("best-known").
5. Ronald Rainger, "Patronage and Science: Roger Revelle, the US, Navy and Oceanography at the Scripps institution", *Earth Sciences History* 19:1 (2000), s: 58-89; Arrhenius Sözlü Tarih ("stratified").
6. R. Revere ve H. Suess, "Atmosfer ile Okyanus Arasında Karbon Dioksit Alışverişi ve Son On Yıllarda Atmosferik CO₂ Artışı Sorunu", *Tellus*, 9, no. 1, 1957; Spencer Weart, "Roger Revelle'in Keşfi", *The Discovery of Global Warming*, <http://www.aip.org/history/climate/Revelle.htm>.
7. Arrhenius Sözlü Tarihi ("grand experiment"); Hart ve Victor, "Bilimsel Elitler"; s: 656 ("curiosity").
8. Mark Bowen, *Thin Ice: Unlocking the Secrets of Climate change on the World's Highest Mountains*, (New York: Henry Holt, 2005), s: 110- 11.

9. Sydney Chapman, *IGY: Year of Discovery* (Ann Arbor: University of Michigan Press, 1959), s: 54 ("metal loses its strength"); *Time*, 4 Mayıs 1959.
10. Stephen E. Ambrose, *Eisenhower: Soldier and Statesman* (New York: Simon & Schuster, 1990), s: 13-39; David Eisenhower, *Eisenhower at War: 1943-1954* (New York: Random Houses 1986), s: 241-53; Sverre Petterssen, *Weathering the Storm: Sverre Petterssen, the D-Day Forecasts and the Rise of Modern Meteorology*, editor James Rodger Fleming (Boston: American Meteorological Society, 2001), Bölüm 16-19: *New York Times*, 6 Haziran 1964.
11. Roger R. Revelle, "Güneş, Deniz ve Hava: IGY Dünyanın Isı ve Su Bütçesi Araştırmaları" *Geophysics and the IGY*, Geophysical Monograph, no. 2. American Geophysical Union, Temmuz 1958, s: 147-53 ("dark age"); Ronald Fraser, *Once Around the Sun: The Story of the International Geophysical Year* (New York: Macmillan Company, 1958), s: 37 ("man-made").
12. Hart ve Victor, "Bilimsel Elit", s: 651 ("adequately documented"); Arrhenius Sözlü Tarih ("historic event").
13. Charles David Keeling, "Yeryüzünü İzlemenin Ödülleri ve Cezaları", *Annual Review of Energy and the Environment* 23 (1998), s: 25-82.
14. Keeling, "Yeryüzünü İzlemenin Ödülleri ve Cezaları", s: 30.
15. Revelle Sözlü Tarih ("never been interested"); Keeling, "Yeryüzünü İzlemenin Ödülleri ve Cezaları", s: 78-79 ("keen interest").
16. Spencer Weart, *The Discovery of Global Warming* (Cambridge: Harvard University Press, 2003), s:128-29.
17. Revelle Sözlü Tarih ("most beautiful"); Arrhenius Sözlü Tarihi ("I'm sorry").
18. Keeling, "Yeryüzünü İzlemenin Ödülleri ve Cezaları", s: 48 ("present trends"); Weart, *The Discovery of Global Warming*, s: 38 ("central icon")
19. Alan D. Hecht ve Dennis Tirpak, "İklim Değişikliği Çerçeve Anlaşması: Bilimsel ve Siyasal Tarih", *Climatic Change* 29 (1995), s: 375
20. The White House, *Restoring the Quality of our Environment: Report of the Environmental Pollution Panel*, 1965 Kasım, s: 126-27 ("almost certainly"); Hubert Hefner'den Dr Daniel P. Moynihan'a, 26 Ocak 1970, Moynihan Papers, Nixon Library; Steven R. Weisman, *Daniel Patrick Moynihan: Portrait in Letters of an American Visionary* (New York:Public Affairs, 2010) s: 202 ("get involved").
21. Betty Friedan, "Yaklaşan Buz Çağı", *Harper's*, Eylül 1958; G.J. Kukla ve R.K. Matthews, "Şimdiki Buzullar Arası Dönem Ne Zaman Sona Erecek?" *Science*, 178 no. 4057 (1972), s: 190-91 ("global cooling"); Hechr ve Tirpak, "İklim Değişikliği Çerçeve Anlaşması", s: 376 (Savunma Bakanlığı iklim analizi); S.I. Rasool ve S.H. Schneider "Atmosferik Karbon Dioksit ve Aerosollar: Büyük Artışın Küresel İklim Üzerindeki Etkisi", *Science* 173, no. 3992 (1971), s: 138-41 ("trigger an ice"); James Fleming, *Historical Perspectives on Climate Change* (New York: Oxford University Press, 1998), s: 132 (ABD Ulusal Bilim Kurulu raporu); Wallace Broecker, "Climate Change: Are we on the Brink of a Pronounced Global Warming", *Science* 189, no. 4201 (1975) s: 460-63 ("discount the warming effect").
22. Hecht ve Tirpak, "İklim Değişikliği Çerçeve Anlaşması", s: 377 ("propelling concern") Thomas Peterson, William Connolley ve John Fleck bu görüşe katılmıyor

ve 1970'lerde iklim bilimi topluluğunun "küresel soğuma" tahmininde bulunduğu savının "yanlış" ve "yaygın bir efsane" olduğunu kuvvetle ileri sürüyorlar. "1970'lerin Küresel Soğuma Bilimsel Konsensusu Efsanesi" Thomas C. Peterson, William M. Connolley, John Fleck, "1970'lerin Küresel Soğuma Bilimsel Konsensusu Efsanesi", *Bulletin of the American Meteorological Society*, cilt 89, Sayı 9, s: 1325-37. 1965 ile 1979 arasına ait çeşitli makalelerdeki bir dizi değinmenin yer aldığı "peer reviewed" literatürü tarayarak bu sonuca ulaşılar. Kısım bu "efsane"nin suçlusu olarak "haber medyası"nı görüyorlar. Ancak Moynihan'a yanıtan anladığımız kadarıyla, o yıllarda bilim adamları arasında net bir ayrışma vardı. İklim modellemeciliğinin babası Syukuro Manabe'nin ilk araştırmaları hakkında dediği gibi, "O tarihte kimsenin küresel ısınma diye bir endişesi yoktu... Hatta kimileri bir Buz Çağının yaklaştığını düşünüyordu." Ancak 1970'lerin sonlarında ağırlık soğumadan ısınmaya doğru kaydı; sadece "nükleer kış" endişesi kaldı. Kısacası tüm on yıla damgasını vuran şu ya da bu yönde bir "konsensus" bulunmadığı açıktır.

23. *Newsweek*, 28 Nisan 1975 "İklimimize Neler Oluyor", *National Geographics*; 1976 Kasım, *Time* dergisi, 19 Ağustos 1976.
24. R.P. Turco, O. B. Toon, T.P. Ackerman, J.B. Pollack ve Carl Sagan, "Nükleer Kış: Çoklu Nükleer Patlamanın Küresel Sonuçları" *Science* 222, no. 4630 (1983), s: 1283-92.
25. Hart ve Victor, "Bilimsel Elit", s: 657-661 ("advertant"); Weart, *The Discovery of Global Warming*, s: 5 (Kennedy); Martin Campbell-Kelly ve William Aspray, *Computer: A History of the Information Machine* (Boulder, CO: Westview Press, 2004), s: 79, ("considerable temerity").
26. Norman Macrae, *John von Neumann: The Scientific Genius Who Pioneered the Modern Computer, Game Theory, Nuclear Deterrence, and Much More* (Amerikan Matematik Cemiyeti, 2008) s: 5, 248 ("last word").
27. Macrae, *John von Neumann*, s: 52, 250, 266, 325, 369; Stanislaw M. Ulam, *Adventures of a Mathematician*, (Berkeley: University of California Press, 1991), s: 4, 203, 245.
28. Campbell-Kelly ve Aspray, *Computer*, s: 3-4 ("computers"); Macrae, *John von Neumann* s: 234 ("modern mathematical modeling").
29. Macrae, *John von Neumann* s: 298, 302 ("phenomena").
30. Spencer Weart, "Hükümet: Washington'un Görüşü", *The Discovery of Global Warming*, <http://www.aip.org/history/climate/Govt.htm> ("warfare"); Macrae, *John von Neumann*, s: 298, 316 ("jiggle", "weather predictions"); *New York Times*, 9 Şubat 1957, ("electric brain").
31. Norman Phillips, "Jule Charney, 1917-1981", *Annals of the History of Computing* 3, no. 4 (1981), s: 318- 19; Norman Phillips, "Jule Charney'nin Meteoroloji Üzerine Etkisi", *Bulletin of the American Meteorological Society* 63, no.5 (1982), s: 492-98; John M. Lewis, "Smagorinsky'nin GFDL'si: Ekibi Kurmak", *Bulletin of the American Meteorological Society* 89, no. 9 (2008), s: 1339-53; Macrae *John von Neumann* s: 316-20.
32. "Suki Manabe: İklim Modelinin Öncüsü", *IPRC Climate* 5, no. 2 (2005), s: 11-15; Syukuro Manabe ve Richard Wetherald, "Thermal Equilibrium of the Atmosphere-

re with a Given Distribution of Relative Humidity", *Journal of Atmospheric Sciences* 24, no. 3 (1967), s: 241-59; Spencer Weart, "İklimin Genel Dolaşım Modelleri" *The Discovery of Global Warming*: <http://www.aip.org/history/climate/GCM.htm>.

33. Fred Krupp'la görüşme.
34. Macrae, *John von Neumann*, s: 3245-326 (most prominent meteorologist) James G. Spec, *Red Sky at Morning: America and the Crisis of the Global Environment* (New Haven: Yale University Press, 2005), s: 5; Rafe Pomerance'la görüşme; *Report of an Ad Hoc Study Group on Carbon Dioxide and Climate*, Woods Hole, Massachusetts, 23-27 Temmuz, 1979, İklim Araştırma Kurulu'na rapor, Matematik ve Fizik Bilimleri, Ulusal Araştırma Konseyi (Washington, D.C.: Ulusal Bilimler Akademisi, 1979) ("incontrovertible evidence").
35. "Atmosferde Karbon Dioksit Birikiminin Etkileri", ABD Senatosu Enerji ve Doğal Kaynaklar Komitesi duruşması, 3 Nisan 1980.
36. George M. Woodwell, Gordon J. MacDonald, Roger Revelle ve Charles Keeling, "Karbon Dioksit Raporu", *Bulletin of the Atomic Scientists* 35, no. 8 (1979), s: 56-57.
37. Speth, *Red Sky at Morning*, s: 2-9.
38. Jonathan Overpeck, "Son Dört Yüzyılda Kuzey Kutbundaki Çevresel Değişiklikler", *Science* 278, no. 5341 (1997).
39. Walter Munk, "Roger Revelle'e ve onun Karbon Dioksit ve İklim Değişikliği Üzerindeki Çalışmalarına Saygı", *Colloquium on Carbon Dioxide and Climate Change*, Ulusal Bilimler Akademisi, Irvine, CA, 13-15 Kasım, 1995 ("exile"); Revelle Sözlü Tarih.
40. Roger R. Revelle, Konferans Notları, Mc6 Box 55, Dosya "Natural Sciences 118", Scripps Institution of Oceanography Archives.
41. Al Gore, *An Inconvenient Truth* (New York: Rodale Books, 2006), s: 10; Al Gore, *Earth in the Balance: Ecology and the Human Spirit* (New York: Rodale Books, 2006), s: 5 ("rest of my life"); Hecht and Tirpak, "İklim Değişikliği Çerçeve Anlaşması", s: 381 ("deeply disturbed").

23. Bölüm: Rio'ya Giden Yol

1. Mathew Paterson, *Global Warming and Global Politics* (Londra: Routledge, 1996), s. 32; Robert Stavins'le görüşme, *New York Times*, 26 Haziran 1988 ("For the Midwest").
2. Tim Wirth ve David Harwood'la görüşme; Tim Wirth röportajı, *Frontline*, PBS.
3. *New York Times*, 23 Haziran 1988; James Hansen röportajı, *Frontline*, PBS; James Hansen, tanıklık, ABD Senatosu Enerji ve Doğal Kaynaklar Komitesi, 23 Haziran 1988.
4. "Suki Manabe: İklim Modellemesinin Öncüsü, *IPRC Climate* 5, no. 2 (2005), s: 14 ("They weren't too impressed"); Tim Wirth'le görüşme ("huge event"); *New York Times*, 24 Ağustos 1988 ("almost overnight").
5. Roger R. Revelle'den Mancur Olson'a, 2 Eylül 1988, Mc A6, Box 19, Dosya "Muhaberat Ağustos 1988", Revelle'in yazıları.

6. Spencer Weat, *The Discovery of Global Informing* (Cambridge: Harvard University Press, 2003), s: 151 (Villach); Mohamed T. El-Ashry, "İklim Değişikliği, Temiz Enerji ve ABD Liderliği", AAAS. Science and Technology Policy Fellows Programs, 30. Yıldönümü Sempozyumu, 13 Mayıs 2004.
7. Richard Elliott Benedick, *Ozone Diplomacy: New Directions in Safeguarding the Planet* (Cambridge: Harvard University Press, 1998).
8. Richard Kerr, "Hansen vs. the World on the Greenhouse Threate", *Science* 244, no. 4908 (1989), s: 1041-43.
9. Tim Wirth'den Roger R. Revelle'e, 15 Temmuz, 1988; Roger R. Revelle'den Tim Wirth'e, 18 Temmuz, 1988; Roger R. Revelle'den Tim Bates'e, 14 Temmuz 1988; Mc A6, Box 19, Dosya "Muhaberat, Temmuz 1988", Revelle'in yazıları.
10. James E. Hansen, Wei-Chyung ve Andrew A. Lacis, "Mount Agung Eruption Provides a Test of Global Climactic Perturbation", *Science* 199, no. 4333 (1978), s: 1065-68 ("simultaneous studies"); *Audubon*, Kasım-Aralık 1999 ("captivated", "best proof "); James Hansen, "Gezegene İklim Tehdidi: Enerji Politikası ve Nesiller arası Adaletin Etkileri", Jacob Bjerknes Konferansı, Amerikan Jeofizik Birliği, 17 Aralık 2008 ("Venus syndrome").
11. Andrew Revkin, "Bitmeyen Yaz: Sera Etkisiyle Yaşamak", *Discover*, Ekim 1988.
12. George H.W. Bush, basın açıklaması, 1 Eylül 1988; George Bush Başkanlık Kütüphanesi; *New York Times*, 2 Eylül 1988 ("White House effect"); Alan D. Hecht ve Dennis Tirpak, "İklim Değişikliği Çerçeve Anlaşması: Bilimsel ve Siyasi Tarih", *Climactic change* 29 (1995) s: 383.
13. *Time*, 20 Ağustos 1923, 11 Haziran 1934, 19 Haziran 1939, 19 Ağustos 1955.
14. *Sports Illustrated*, 13 Mart 1989; *Time*, 6 Ağustos 1934. ("US Sahara"); *New York Times* 4 Eylül 1988 ("packaging our bags"); Irving M. Mintzer ve J.A. Leonard, "Değişen Bir Dünyaya Dair Vizyonlar": *Negotiating Climate Change: The Inside Story of the Rio Convention*, editörler Irving M. Mintzer ve J.A. Leonard (Cambridge: Cambridge University Press, 1994), s: 52 ("science fiction").
15. Daniel Yergin ve Joseph Stanislaw, *The Commanding Heights: The Battle for The World's Economy* (New York: Touchstone, 2002), s: 95-96.
16. Margaret Thatcher, *The Downing Street Years* (Londra: Harpercollins, 1993), s: 640-641; Margaret Thatcher, kraliyet topluluğuna yaptığı konuşma 27 Eylül 1988.
17. Weart, *The Discovery of Climate Change*, s: 12 ("indispensable man"); Bert Bolin, *A History of the Science and Politics of Climate Change: The Role of Intergovernmental Panel on Climate Change* (Cambridge: Cambridge University Press, 2008), s: 23 ("As chairman"); Danel Esty.
18. Bolin, İklim Değişikliği Bilim ve Siyaset Tarihi, s: 48-49; 58; James Baker konuşma. Dışişleri Bakanlığı Bülteni, Nisan 1989.
19. Daniel Esty'yle görüşme.
20. Bolin, *A History of the Science and Politics of Climate Change*, s: 63.
21. W.K. Reilly, *Breakdown on the Road from Rio: Reform, Reaction and Distraction Compete, in the Cause International Environment*, 1993-94, Arthur ve Frank Payne Konferansı, Stanford University ("bet your economy"); William Reilly'le görüşme ("dined out"); George Will, *Washington Post*, 31 Mayıs 1992 ("red roots").

22. John Sununu; *Los Angeles Times*, 2 Mart 1990 ("nuclear power fights").
23. Beyaz Saraya Bonn ABD Elçiliğinden iletilen mesaj, 13 Mart 1992, Dosya 45045-020, George H.W. Bush Başkanlık Kütüphanesi; *New York Times*, 9 Mayıs 1989; *New York Times*, 24 Mart 1992.
24. George H.W. Bush basın konferansı, 10 Nisan 1992.
25. *New York Times*, 13 Haziran 1992 ("lone holdout").
26. *New York Times*, 14 Haziran 1992 ("second to none", "Darth Vader") William Reilly'le görüşme.
27. Irving M. Mintzer ve J. Amber Leonard, editörler, *Negotiating Climate Change: The Inside Story of the Rio Convention* (Cambridge: Cambridge University Press, 1994) 1. Bölüm, Ek ("dangerous anthropogenic interference").
28. William Reilly'le görüşme.

24. Bölüm: Bir Pazar Oluşturmak

1. Michael Sandel, "Kirlenme Hakkı Satın Almak Ahlakı Değildir", editör *New York Times*, 17 Aralık 1997; Fred Krupp'la görüşme.
2. Ronald Coase otobiyografi, Nobel Prize web sitesi ("underrate your abilities").
3. Ronald Coase, "Sosyal Maliyet Problemi", *Journal of Law and Economics*, cilt 3 (1960), s: 1-44, ("externalities").
4. John H. Dales, *Pollution, Property & Prices: An Essay in Policy-making and Economics* (Toronto: University of Toronto Press, 1968), 6. Bölüm; David Montgomery, "Lisans Pazarı ve Etkin Kirlilik Kontrolü Programları" *Journal of Economic Theory* 5, no. 3 (1972), s: 395-418.
5. Richard Nixon, "Kongre'ye Mesaj" 10 Ağustos 1970 ("war on pollution"); Robert W. Hahn, "Çevre Sorunlarıyla İlgili Ekonomik Reçeteler: Hasta Doktorun Tavsiyelerine Ne Kadar Uydu?" *Journal of Economic Perspectives*, 3, no. 2 (1989), s. 97-98.
6. Harold Williamson, Ralph Andreano, Arnold Daum ve Gilbert Klose, *The American Petroleum Industry: The Age of Energy, 1899-1959* (Evanston, IL: Northwestern University Press, 1963), s: 409.
7. C. Boyden Gray ve William Martin'le görüşmeler.
8. Hahn, "Çevre Sorunlarıyla İlgili Ekonomik Reçeteler" s: 95-114.
9. Robert Stavins'le görüşme.
10. Robert Stavins, editör, *Project 88: Harnessing Market Forces to Protect the Environment* (Washington, D.C.: 1988) ("incentive systems").
11. Richard Conniff, "Al-Sat Politikasının Tarihi", *Smithsonian*, Ağustos 2009 (Kanada başbakanı).
12. C. Boyden Gray'le görüşme; Bruce A. Ackerman ve Richard B. Stewart, "Çevre Yasası Reformu: Pazar İnisiyatifleri için Demokratik Tez", *Columbia Journal of Environmental Law* 171, no. 3 (1988).
13. Fred Krupp ve C. Boyden Gray'le görüşme.
14. Kathy McCauley, Bruce Barron ve Morton Coleman, *Crossing the Aisle to Cleaner Air: How the Bipartisan "Project 83" Transformed Environmental Policy*

- (Pittsburgh: University of Pittsburgh, 2008), s: 25 ("totally different concept"); Robert N. Stavins, "Büyük Politika Deneyinden Ne Öğrenebiliriz? SO₂ Tahsisat Ticaretinin Dersleri", *Journal of Economic Perspectives* 12, no. 3, (1998), s: 74 ("decision-making").
15. Joseph Goffman ve Daniel J. Dudek, "Temiz Hava Yasası Asit Yağmuru Programı: Yeni Bir Paradigma Yaratmak için Dersler"; sunum, 88. Yıldönümü Toplantısı, Hava ve Atık Yönetimi Birliği, 18-23 Haziran 1995, s: 5, 7, 9. Goffman ile Dudek'in bundan haberdar olup olmadığını bilmiyoruz ama, bir "akademik yazı" iletiler. Frederich von Hayek'in 1945 yılına ait "toplumdaki bilginin nasıl kullanılacağı" konusundaki tarihi makalesine katılıyorlardı; bir fiyat sistemiyle koordine edilen çok sayıda karar vericinin yer aldığı dağınık bir pazar, merkezi yönlendirilen bir ekonomiden çok daha iyi bilgilenir, daha hızlı işler ve daha yenilikçidir. *Bak.* Frederich A. Hayek, "Toplumdaki Bilgiyi Kullanmak", *American Economic Review* 35, no. 4 (1945), s: 519-30.
 16. Stavins, "Büyük Politika Deneyinden Ne Öğrenebiliriz?", s: 69.
 17. Çevre Koruma Ajansı, "Asit Yağmuru ve İlişkili Programlar: 2008 Highlights"; Aralık 2009; Çevre Savunma Fonu, "Al-Sat Başarısı Öyküsü"; 12 Şubat 2007: Lauraine G. Chestnut ve David M. Mills, "ABD Asit Yağmuru Programının Yararları ve Bedellerine Yeni Bir Bakış", *Journal of Environmental Management* 77 (2005), s: 252-66.
 18. A. Denny Elierman, Paul L. Loskow. Richard Schmalensee, Juan-Pablo Montero ve Elizabeth M. Bailey, *Markets for Clean Air: The US Acid Rain Program* (Cambridge: Cambridge University Press, 2000), s: 314 ("impossible to believe"); Joseph Goffman'la görüşme; Fred Krupp, "Pazara Dönük Bir Çevrecinin Ortaya Çıkışı", *Strategy + Business* 51 (2008), s: 1-7.
 19. Bert Bolin, *A History of the Science and Politics of Climate Change: The Role of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Cambridge: Cambridge University Press, 2008), s: 87-89, 112-13 ("best estimated"); Richard A. Kerr, "It's Official: Humans Are Behind Most of Global Warming", *Science* 291, no. 5504 (2001), s: 566.
 20. Bolin, *A History of the Science and Politics of Climate Change*, s: 108, 139.
 21. Bolin, *A History of the Science and Politics of Climate Change*, s: 137, 182, 196 ("lacked the scientific knowledge"); Richard S. Linzden, "Sera Isınmasını Ciddiye Almak", *Energy and Environment* 18, no. 7-8 (2007), s: 937-50 ("iconic claim").
 22. Görüşme.
 23. Stuart Eizenstat, David Sandalow ve Joseph Goffman'la görüşme.
 24. Stuart Eizenstat'la görüşme.
 25. Chuck Hagel'le görüşme.
 26. Krupp, "Pazara Dönük Bir Çevrecinin Ortaya Çıkışı", s: 1-7 (policies and measures); Stuart Eizenstat'la görüşme ("three issues").
 27. Stuart Eizenstat'la görüşme.
 28. Bolin, *A History of the Science and Politics of Climate Change*, s: 151, 159.
 29. Chuck Hagel ve diğerleriyle görüşmeler.

25. Bölüm: Küresel Gündemde

1. Tony Blair, *A Journey: My Political Life* (New York: Knopf, 2010), s: 554-60.
2. Nicholas Stern'den yazara; Nicholas Stern *The Global Deal: Climate Change and the Creation of a New Era of Progress and Prosperity* (New York: Public Affairs, 2009), s: 204.
3. James Connaughton ("zippo") and Jeffrey Kupfer; Christine Todd Whitman, *Its My Party Too: the Battle for the Heart of the GOP and the Future of America* (New York: Penguin, 2005) s: 170-73. Ron Suskind, *The Price of Loyalty: George W. Bush, the White House, and the Education of Paul O'Neill* (New York: Simon&Schuster, 2004), s: 88, 99, 121-22; Paul O'Neill, *Science, Politics, and Global Climate Change* (Pittsburgh: Alcoa, 1998).
4. Donald Evans'la görüşme.
5. James Mahoney'le görüşme; Granger Morgan, H. Dowiarabadi, M. Henrion, D. Keith, R. Lempert, S. McBrid, M. Small, T. Wilbanks, editörler; *Best Practice Approaches for Characterizing, Communicating, and Incorporating Scientific Uncertainty in Decisionmaking* (Washington, D.C.: National Oceanic and Atmospheric Administration, 2009).
6. Blair, A Journey, s: 311 ("masterstroke").
7. David King'le görüşme; David King, "İklim Değişikliği Bilimi: Uyarlama mı, Hafifletme mi, Görmezden Gelme mi? *The Ninth Zuckerman Lecture*, 31 Ekim 2002; David King, "İklim Değişikliği Bilimi: Uyarlama mı, Hafifletme mi, Görmezden Gelme mi?" *Science* 303, no. 5655 (2004), s: 176-77.
8. CENTRA Technology Inc. and Scitor Corporation, "Rusya: İklim Değişikliğinin 2030'a Etkisi: Jeopolitik Sonuçlar", 2009 Eylül.
9. Richard Sandor'la görüşme; Richard Sandor, "İklim Değişikliğine Yönelik Piyasa Bazlı Çözümler", 1 Eylül 2004.
10. İklim Değişikliği Üzerine Hükümetlerarası Panel, *Climate Change 2007: The Physical Science Basis* (New York: Cambridge University Press, 2007), s: 2. 12, 85-88; Al Gore *Wall Street Journal* Ekonomi konferansındaki yorumları, 3 Mart 2009.
11. Nicholas Stern, *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. (Cambridge: Cambridge University Press, 2007) *Economist*, 2 Kasım 2006.
12. William Nordhaus ve Nicholas Stern'le görüşmeler.
13. John Browne, *Beyond Business* (Londra: Weidenfeld and Nicolson, 2010), s: 80; John Browne, konuşma, Stanford University, 19 Mayıs 1997.
14. Daniel C. Esty ve Andrew S. Winston, *Green to Gold: How Smart Companies Use Environmental Strategy to Innovate, Create Value and Build Competitive Advantage* (New Haven: Yale University Press, 2006); Global Climate "Backgrounder", 25 Şubat 1997 ("radical reductions").
15. Al Gore, Nobel Barış Ödülü Konuşması, Oslo, Norveç, 10 Aralık 2007.
16. Rajendra Pachauri, "Enerji ve Büyüme: Mitlerin ve Miyopluğun Ötesi", *Energy Journal* 10, no. 1 (1989), s: 12 ("continuing insularity"); "Nobel Barış Ödülünü kazanan Rajendra Pachauri'yle söyleşi", *Yale Environment* 360, 3 Haziran 2008 ("alarm"); Rajendra Pachauri'yle görüşme, CERAWEEK, 1 Şubat 2008 ("no room").

17. Nancy Pelosi, konuşma, Johns Hopkins University Commencement, 21 Mayıs 2009.
18. Şifre çözümü, "Emektarların Sorunları, Konut Yapımı ve Kentsel Gelişme ve Kabul Gören Bağımsız Ajanslar, 1999—7. Kısım—Çevre Koruma Kurulu", ABD Temsilciler Meclisi Onay Komitesi, 1998; Carol Browner, konuşma, MIT Enerji İnisiyatifi, 13 Nisan 2009; George W. Bush'un Chuck Hagel'e mektubu, 13 Mart 2001 ("not a 'pollutant'").
19. Edward Markey, konuşma, MIT Enerji İnisiyatifi, 13 Nisan 2009 ("most important"); Yüksek Mahkemenin Görüşü, *Massachusetts Çevre Koruma Kurulu'na karşı*, 2 Nisan 2007, 549 U.S. 497, s: 2-3, 16: *New York Times*, 30 Ekim 2006.
20. Samuel Bodman ve Paula Dobriansky; George W. Bush, ABD Ulusa Sesleniş, Washington, D.C., 23 Ocak 2007; George W. Bush, *Decision Points* (New York: Crown, 2010), s: 547.

26. Bölüm: Konsensus Arayışı

1. Barack Obama, "İş Alanları Enerji Bağımsızlığı ve İklim Değişikliği Üzerine Değerlendirmeler", 26 Ocak 2009.
2. Ed Markey'le görüşme.
3. Erica Downs, "Çin'in Enerjideki Yükselişi" *China's Rise in Historical Perspective*, editör Brantly Womack (Lanham, MD: Rowman and Littlefield Publishers, 2010), s: 190.
4. Joanna A. Lewis, "Uluslararası İklim Değişikliği Görüşmelerinde Çin'in Stratejik Öncelikleri", *Washington Quarterly* 31, no. 1 (Kış 2007-8), s: 155-74 (dört yıllık çalışması); Ulusal Kalkınma ve Reform Komisyonu, "Çin'in Ulusal İklim Değişikliği Programı", Çin Halk Cumhuriyeti, Haziran 2007 ("further intensify"); Kenneth Lieberthal, "ABD-Çin Temiz Enerji Ortaklığı: İlerleme, Açınımlar ve Tavsiyeler; Brookings Institution, Eylül 2009 (possible consequences); *New York Times*, 8 Eylül 2009 ("win-win").
5. Isabel Hinton, "Hindistan'da İklim Cephesinde Net Bir Zafer", *Yale Environment* 360, 1 Mart 2010 ("kiss of death"); Jairam Ramesh, Parlamento Konuşması, 5 Aralık 2009: *Wall Street Journal*, 8 Mart 2010 ("bread-and-butter").
6. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Konvansiyonu, "Taslak Karar: Başkanın Önerisi, Kopenhag Mutabakatı", 18 Aralık 2009 ("international measurement"); William Antholis ve Strobe Talbott, *Fast Forward: Ethics and Politics in the Age of Global Warming* (Washington, D.C.: Brookings Institution Press, 2010), 5. Bölüm ("variable geometry"); David Sandalow'la görüşme; Eric Pooley, *The Climate War: True Believers, Power Brokers, and the Fight to Save the Earth* (New York: Hyperion, 2010), s: 423-41.
7. Pensilvanya State University, "RA-IO Dr. Michael E. Mann'ı da kapsayan Nihai Soruşturma Raporu", 4 Haziran 2010.
8. *Hindu*, 19 Ocak 2010 (many glaciers "iota"); *Guardian*, 9 Kasım 2009 ("stands-till" "arrogant"); Isabel Hinton, "Hindistan'da İklim Cephesinde Net Bir Zafer", *Yale Environment* 360, 2 Mart 2010 ("copied"); *Times* (Londra), 21 Ocak 2010 ("astrologer"); *Bloomberg*, 20 Ocak 2010 ("pathetic state").

9. Dmitry Medvedev, konuşma, 4 Ağustos 2010; Reuters, 23 Ağustos 2010 (Vladimir Putin).
10. *New York Times*, 16 Aralık 2010 ("command-and-control"); Associated Press, 3 Ocak 2011 ("unable to legislate"); *New York Times*, 9 Aralık 2010.

27. Bölüm: Yenilenebilir Enerjilerin Yeniden Doğuşu

1. Jimmy Carter, *White House Diary* (New York: Farrar, Straus ve Giroux, 2010), s: 352) *New York Times*, 21 Haziran 1979; *Time*, 7 Temmuz 1979.
2. Beyaz Saray, "Bilgi Metni: Başkan Temiz Enerji Ekonomisi Vizyonunu Öne Çıkartıyor", 22 Nisan 2009; Evan Osnos, "Yeşil Dev: Pekin'in Temiz Enerji için Hızlandırılmış Programı" *New Yorker* 21 Aralık 2009 (Hu Jintao); *Guardian* (Londra), 14 Mayıs 2010 (Cameron).
3. Harvey Strum, "Eisenhower'in Güneş Enerjisi Politikası", *Public Historian* 6, no. 2 (1984), s: 37-55.
4. Denis Hayes; *New York Times*, 23 Nisan 1970 ("speech somewhere"); *Time*, 4 Ocak 1971 ("issue of the year").
5. Scott Sklar'la görüşme.
6. *New York Times Magazine*, 16 Mart 1975 ("eco-freaks"); Denis Hayes'le görüşme; Amory B. Lovinsy "Enerji Stratejisi: Denenmeyen Yol mu?" *Foreign Affairs*, 1976 Ekim; Denis Hayes, *Rays of Hope: The Transition to Post-Petroleum World* (New York: W.W. Norton, 1977).
7. Jimmy Carter, konuşmalar, 2 Şubat 1977 ve 18 Nisan 1977; Carter, *White House Diary*, s: 41: görüşmeler (sweater).
8. Denis Hayes'le görüşmeler, *BusinessWeek*, 9 Ekim 1978 ("public imagination").
9. *BusinessWeek*, 8 Eylül 1980.
10. Jimmy Carter, konuşma, 15 Temmuz 1979 ("crisis of the American spirit") *Wall Street Journal*, 11 Aralık 2008 ("gnawing on a rock").
11. Robert W. Rightler, *Wind Energy in America: A History* (Norman: University of Oklahoma Press, 1996), s: 222 (white elephants); Denis Hayes'le görüşme; tartışma.
12. A.L. Shrier'le görüşme.
13. *Washington Post*, 14 Mayıs 2008 ("joke"); *Economist*, 25 Eylül 1993 ("graveyard"); *Wall Street Journal*, 11 Aralık 2008; Scott Sklar'la görüşme.
14. Taichi Sakaiya'yla görüşme (Kotaro Ikeguchi).
15. *BusinessJapan*, Şubat 1978 ("bureaucrat-novelist"); Taichi Sakaiya'yla görüşme.
16. Rolf Wüstenhagen ve Michael Bilharz, "Almanya'da Yeşil Pazanın Gelişmesi: Etkin Kamu Politikası ve Yeni Çıkan Müşteri Talebi", *Energy Policy* 34 (2006), s: 1681-96 ("almost accidental").
17. Gerhard Schroeder, Hermann Scheer ve Hans-Josef Fell'le görüşmeler; *Time*, 26 Ağustos 2002, ("solar crusader").
18. Gerhard Schroeder'le görüşme.
19. *New York Times*, 16 Mayıs 2008 ("turbocharger").
20. Hans-Josef Fell'le görüşme; "Çevre, Koruma ve Nükleer Güvenlik Bakanı; "Almanya'da Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Gelişimi, 2009—Grafikler ve Tablolar", Federal Alman Cumhuriyeti, Eylül 2010; Avrupa'da Yenilenebilir Enerji Des-

tek Politikaları: 2011 Ülkelerarası Karşılaştırma, IHS Emerging Energy Research, 2011.

21. *New York Times*, 22 ve 23 Nisan 1990 (Dünya Günü); Scott Sklar'la görüşme.
22. Barry G. Rabe, *Statehouse and Greenhouse: The Emerging Politics of American Climate Change Policy* (Washington, D.C.: Brookings Institution Press, 2004), s: 49-62; "Kuzey Amerika'da Yenilenebilir Enerjinin Görünümü, 2010-2015", IHS CERA, Kasım 2010; *Sacramento Bee*, 13 Nisan 2011 ("can't be afraid"); *Los Angeles Times*, 13 Nisan 2011 ("didn't get my name").
23. Michael Eckhart'la görüşme.
24. "Green Tech" blogu, CNET News, 5 Mart 2008.
25. Kabuki Ueda'yla görüşme.
26. Huang Liming, "Kırsal Yenilenebilir Enerjinin Finansmanı: Çin ile Hindistan'ın Karşılaştırılması"; *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13 no. 5 (2009), s: 1096-1103; Yingqi Liu ve Ari Kokko, "Çin'de Rüzgâr Enerjisi: Politika ve Gelişim Sorunları", *Energy Policy* 38, no. 10 (2010), s: 5520-29.
27. Görüşmeler.
28. "Yenilenebilir Enerji Yasası" Çin Halk Cumhuriyeti, 28 Şubat 2005; "Orta ve Uzun Erimli Yenilenebilir Enerji Geliştirme Planı, Çin Halk Cumhuriyeti, Eylül 2007.
29. Wen Jiabao, konuşma, Dünya Ekonomik Forumu, 28 Ocak 2009; *New York Times*, 8 Eylül 2010.
30. Uluslararası Enerji Ajansı, *World Energy Outlook 2010* (Paris: International Energy Agency 2010).
31. Barack Obama, Ulusa Sesleniş, 27 Ocak 2010.
32. REN21, *Renewables 2010 Global Status Report*, Eylül 2010, s: 13-30.
33. Denis Hayes'le görüşme.
34. *Christian Science Monitor*, 10 Eylül 2010; *New York Times*, 6 Ekim 2010.

28. Bölüm: Bilim Deneyi

1. Clay Christensen, *The Innovator's Dilemma* (Cambridge: Harvard University Press 2003).
2. Steven Chu, otobiyografi, Nobel Ödülü web sitesi.
3. Raymond Orbach ve John Tully'le görüşme.
4. Chu, otobiyografi, Nobel Ödülü web sitesi.
5. Vernon W. Ruttan, *Is War Necessary for Economic Growth, Military Procurement and Technology Development* (Oxford: Oxford University Press, 2006); s: 21-27.
6. Robert Solow, "Büyüme ve Sonrası", Nobel Ödülü konuşması, 18 Kasım 1987; Steven Koonin "Enerji İnovasyonundan Enerji Dönüşümüne", s: 4, 8-10 (scrubbers); MIT Enerji İnişiyatifi, *The Future of Natural Gas: Interim Report* (Cambridge: Massachusetts Institute of Technology Press, 2010) (coal bed methane).
7. DOE, "DOE Nobel Adayları" ve "Laboratuvarlar", ABD Enerji Bakanlığı.
8. Enerji Danışma Kurulu Sekreteryası, *Task Force on Strategic Energy R&D, Energy R&D: Shaping Our Nation's Future in a Competitive World* (Washington, DC: GPO, 1995), s: 1 ("deficit"; Kelly Gallagher, Ambuj Sagar, Diane Segal, Paul de

Sa ve John P. Holdren, "DOE Enerji, Araştırma, Geliştirme ve Sergileme Veritabanı Bütçesi Yetkisi," *Ending the Energy Stalemate: A Bipartisan Strategy to Meet American Energy Challenges* (Washington, DC: National Commission on Energy Policy, 2004) (low point).

9. William Draper III'le görüşme, *Commanding Heights*, PBS; *New York Times*, 26 Haziran 1989 ("adventure capital").
10. Spencer E. Ante, *Creative Capital: Georges Doriot and the Birth of Venture Capital* (Boston: Harvard Business Press, 2008), s: 80-88, 198.
11. Samuel Bodman'la görüşme, Ante, *Creative Capital*, s: 109, 126 ("peaceful life"), 198; *Charter of the Massachusetts Institute of Technology*, <http://libraries.mit.edu/archives/mithistory/charter.html>.
12. David Packard, *The HP Way* (New York: Collins Business Essentials, 1995), s: 22.
13. Tom Perkins, *Valley Boy: The Education of Tom Perkins* (New York: Gotham Books, 2007); Ray Lane'le görüşme.
14. Nancy Floyd'la görüşme.
15. Ira Ehrenpreis'le görüşme.
16. Ray Lane'le görüşme; Kleiner Perkins, "Para Ağacı Raporu", PricewaterhouseCoopers, 21 Ocak 2011, https://www.pwcmoneytree.com/MTpublic/ns/moneytree/filesources/exhibits/10Q4MT_Release_FINAL.pdf.
17. Robert Metcalfe'la görüşme; Susan Hockfield, Açış Konuşması, Massachusetts Teknoloji Enstitüsü, 6 Mayıs 2005, at <http://web.mit.edu/hocue/d/speeches/zooos-inaugural-address.html>.
18. Steven Koonin, "Enerji İnovasyonundan Enerji Dönüşümüne" s: 6 ("decades"); Ray Lane ve Ernest Moniz'le görüşme.
19. Steven Chu, konuşma, CERAWEEK, 9 Mart 2010; Matt Rogers'la görüşme; Kurulu Toplantısı, TK, s: 16 ("rolling the dice"); Başkanlık Bilim ve Teknoloji Danışmanlar Konseyi, *Accelerating the Pace of Change in Energy Technologies Through an Integrated, Federal Energy Policy* (Washington, DC: Office of the President, 2010), s: 3-5.
20. Başkanlık Danışmanlar Konseyi, *Accelerating the Pace of Change in Energy Technologies through an Integrated Federal Energy Policy*, s: 13-14 (comparative funding). ARPA-E etkili ulusal akademilere önerildi. *Rising Above the Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future* (Washington, DC: National Academies Press, 2007).

29. Bölüm: Parlak Işığın Simyası

1. Walter Isaacson, *Einstein: The Life of a Genius* (New York: Simon and Schuster, 2009), 4. Bölüm ("lazy dog"); Albrecht Folsing, *Albert Einstein: A Biography*, tr. Ewald Osers (New York: Penguin, 1997), s: 77, 95 ("exceedingly thorough", "depressed").
2. John Stachel, editör, *Einstein's Miraculous Year: Five Papers That Changed the Face of Physics* (Princeton: Princeton University Press, 1998), s: 177-98; Isaacson, *Einstein*, s: 94-101.
3. Jean Posbic'le görüşme ("explained it all").
4. Ernest Moniz'le görüşme.

5. John Perlin, *From Space to Earth: The Story of Solar Electricity* (Cambridge: Harvard University Press, 2002), s: 18 (Siemens).
6. Albert Einstein, Fizik Nobel Ödülü 1921, http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laturates/1921/.
7. Perlin, *From Space to Earth*, s: 4, 25-26, 31, 202; *New York*: 26 Nisan 1954 ("almost limitless"); *Time*, 17 Ekim 1955.
8. Stephen E. Ambrose, *Eisenhower: Soldier and President* (New York: Simon and Schuster, 1984), 18, 19; Deborah Cadbury, *Space Race: The Epic Battle Between America and the Soviet Union for Dominion of Space* (New York: HarperPerennial, 2006), s: 173 ("Kaputnik").
9. Berlin, *From Space to Earth*, s: 41-44 ("roofs"); John Perlin, "Güneş Enerjisi: Yavaş Devrim", *Invention and Technology* 18, no. 1 (2002).
10. Peter Varadi'yle görüşme; Peter Varadi, konuşma, 19. Avrupa Fotovoltaik Güneş Enerjisi Konferansı, 7-11 Haziran 2004.
11. Paul Maycock'la görüşme.
12. Paul Maycock'la görüşme.
13. Peter Varadi'yle görüşme.
14. Naohiro Amaya ("very apprehensive") ve Taichi Sakaiya'yla görüşme; Daniel Yergin, *The Prize: The Epic Quest for oil Money, and Power* (New York, Simon and Schuster, 1991), s: 688 (Ginza).
15. Paul D. Maycock ve Edward N. Stirewalt, *A Guide to the Photovoltaic Revolution: Sunlight to Electricity in One Step* (Enunaus: Rodale, 1985), s: 67-69.
16. Sanyo Corporation, "Solar Global Site": <http://www.sanyo.com/solar/history/index.html>; Sharp Corporation, "Solar Global Website": <http://sharp-solar.com/index.html>; International Energy Agency, "Japonya'da FV Enerji Uygulamalarına ilişkin Ulusal Araştırma Raporu" 2002, 2003 Mayıs ("solarroofs"), Atul Arya'yla görüşme ("shocked").
17. Jean Posbic, Hermann Scheer ve Anton Milner'le görüşme.
18. *Wall Street Journal*, 12 Ekim 2006 ("by accident"); *Time*, 17 Ekim 2007; Bill Powell, "Çin'in Yeni Güneş Kralı", *Fortune*, 11 Şubat 2009.
19. Shi Zhengrong'la görüşme.
20. Associated Press, 8 Eylül 2009; *New York Times*, 9 Eylül 2009.
21. Avrupa Fotovoltaik Sanayi Birliği ve Greenpeace, *Solar Generation 6: Solar Photovoltaic Electricity Empowering the World 2011*, <http://www.epia.org/>.
22. Cleantech Group, "Temiz Teknoloji Risk Yatırımı 2009'da Bağlayıcı olmayan Kopenhag İklim Değişikliği Mutabakatına Karşın Toplam 5,6 Milyar Dolara Ulaştı, Cleantech Group ve Deloitte" 6 Ocak 2010 basın açıklaması; Peachtree Capital Advisors, 2010 *Greentech M & A Review*, 12 Ocak 2011.
23. David Carlson'la görüşme.
24. Daniel Clery, "Afrika Güneşinin Avrupa'ya Nakli, Özel Teslimat" *Science*, 329 no. 5993 (2010) s: 782-83 (Desertec); *Fortune*, 21 Temmuz 2008 (land rush).
25. Lawrence Makovich, Patricia DiOrio ve Douglas Giuffre, "Yenilenebilir Portföy Standartları: Kendilerini Aştılar" IHS CERA, 2008 (another layer); Paul Maycock ve Anton Milner'le görüşme.
26. Paul Maycock'la görüşme.

30. Bölüm: Rüzgârın Gizemi

1. Raymond Chandler, "Kızıl Rüzgâr", *Trouble Is My Business*'de (New York: Vintage, 1988), s. 162.
2. ABD Enerji Bakanlığı, *2030'a Kadar %20 Rüzgâr Enerjisi: Rüzgâr Enerjisinin ABD'nin Elektrik Arzına Katkısı* (Springfield, VA: ABD Ticaret Bakanlığı Ulusal Teknik Enformasyon Servisi, 2008); Küresel Rüzgâr Enerjisi Konseyi ve Greenpeace International, "Küresel Rüzgâr Enerjisine Bakış, 2010"; Ekim 2010.
3. Edward J. Kealey, *Harvesting the Air: Windmill Pioneers in Twelfth-Century England* (Berkeley: University of California Press, 1987), 6. Bölüm.
4. Lynn White Jr., *Medieval Technology & Social Change* (Londra: Oxford University Press, 1964), s. 88-89; Carlo M. Cipolla, *Before the Industrial Revolution: European Society and Economy or 1000-1700* (New York: W.W. Norton, 1993), s. 144 ("distant announcement").
5. W.O.A. "Rüzgâr Enerjisinin Depolanması", *Scientific American* XLIX, no. 2 (1883), s. 17; Robert Righter, *Wind Energy in America: A History* (Norman: University of Oklahoma, Norman Press, 1996), s. 45-47, 52 ("more than offset").
6. Righter, *Wind Energy in America*, s. 94 ("Cheapest power").
7. Palmer Putnam, *Putnam's Power from the Wind*, editör Gerald Koepl (New York: Van Nostrand Reinhold, 1982), s. 3 ("Surprisingly high").
8. *New York Times*, 31 Ağustos 1941.
9. Righter, *Wind Energy in America*, s. 136 ("precursor").
10. Righter, *Wind Energy in America*, s. 174 ("We thought").
11. John Berger, *Charging Ahead: The Business of Renewable Energy and What It Means for America* (Berkeley: University of California Press, 1997), s. 157 ("suspend you"); Chris Hunt'la görüşme. Righter, *Wind Energy in America*, s. 171 ("eyesore").
12. James Delisen'le görüşme.
13. James Delisen'le görüşme; Ole Sonnichsen, *The Winner: The Dramatic Story of Vestas* (Copenhagen: Gads Forlag, 2009).
14. Henry Nielsen, Keld Nielsen, Flemming Petersen ve Hans Siggaard Jensen, "Riso Ulusal Laboratuvarı: Değişen Bir Toplumun Kırk Yılına Araştırması", Riso Ulusal Laboratuvarı, 1998, s. 3, 19 ("peaceful use"); Ole Sonnichsen, *The Winner*, s. 18.
15. James Delisen'le görüşme; Peter Asmus, *Reaping the Wind: How Mechanical Wizards, Visionaries and Profiteers Helped Shape Our Energy Future* (Washington, D.C.: Island Press, 2001), s. 42-43, 119; Righter, *Wind Energy in America*, s. 181 (90 percent).
16. Berger, *Charging Ahead*, s. 155; *Wind Energy in America*, s. 230-31.
17. *Forbes* 18 Temmuz 1983; Righter, *Wind Energy in America*, s. 209; Asmus, *Reaping the Wind*, s. 127 ("tax farms").
18. James Delisen'le görüşme; *Washington Post*, 17 Kasım 1991.
19. Robert Kelly'le görüşme.
20. Victor Abate'yle görüşme.
21. Dünya Rüzgâr Enerjisi Birliği, *World Wind Energy Report 2009* (Bonn: World Wind Energy Association Head Office, 2010).

22. Liu Zhenya, konuşma, Washington, D.C., 24 Nisan 2009.
23. Görüşme ("precious resource").
24. IHS Emerging Energy Research, "Küresel Rüzgâr Türbini Piyasaları ve Stratejiler: 2010-2025", s: 1.13.
25. Tulsi Tanit'le görüşme ("beauty of wind"); *Wall Street Journal*, 18 Nisan 2008 ("under pressure").
26. IHS Emerging Energy Research, "Küresel Rüzgâr Santrali Sahipleri Sıralaması 2009", Haziran 2010, s: 5.
27. Lew Hay III'le görüşme.
28. Lawrence Makovich, Patricia DiOrio ve Douglas Giuffre, "Yenilenebilir Portföy Standartları: Kendini Aşmak", IHS CERA, Şubat 2008 (yüzde 6).
29. "PG&E Corp. Q2 Earnings Call" deşifre, 6 Ağustos 2008 ("gets hot"); Liu Zhenya, konuşma, Washington, D.C., 24 Nisan 2009.
30. Görüşme ("awfully long way").
31. James Dehlsen'le görüşme; John Wellinghoff görüşme, GreenMonk, 15 Nisan 2010: <http://www.ferc.gov/media/videos/wellinghoff/2010/04-15-10-wellinghoff-transcript-part-2.pdf>.
32. Görüşme.
33. IHS CERA, "Yenilenebilir Portföy Standartları: Kendini Aşmak", 2008; IHS CERA, "Teksas'ta Rüzgâr Üretiminin Tüm Maliyetinin Diğer Seçeneklerle Karşılaştırılması", 2008.
34. BBC News, 23 Eylül 2010.
35. Görüşme ("windiest places").
36. Görüşme.
37. *Boston Globe*, 28 Nisan 2010.

31. Bölüm: Beşinci Yakıt—Etkinlik

1. Ulusal Bilimler Akademisi, *Real Prospects for Energy Efficiency in the United States* (Washington, DC: National Academies Press, 2010), s. 4; ExxonMobill, *Outlook for Energy: A View to 2030*, Aralık 2010.
2. Dünya Ekonomik Forumu ve IHS CERA, *Energy Vision Update 2010: Towards a More Energy Efficient World*, 2010, s. 12; Barack Obama, "Başkanın Enerjiyle İlgili Sözleri," 29 Haziran 2009.
3. Alan Greenspan, *The Age of Turbulence: Adventures in a New World* (New York; Penguin Press, 2007), s: 492
4. Scott Murtishaw ve Lee Schipper, "1990'larda ABD'de Enerji Tüketiminin Parçalı Analizi: İnternetin ve Hızlı Ekonomik Büyümenin Etkilerinin Kanıtı; *Energy Policy* 29, no. 15 (2001) s: 1335-56.
5. Wen Jiabao, konuşma, Enerji Korunumu ve Salımı Azaltma Üzerine Ulusal Telekonferans, 27. Nisan 2007.
6. Erica Downs, "Çin'in Enerji Alanındaki Yükselişi", *Chinas Rise in Historical Perspective*, editör Brandy Womack (Lanham, MD: Rowman & Littlefield, 2010), s: 181 (Jieneng Jianpai).

7. Wen Jiabao, konuşma, Enerji Korunumu ve Salımı Azaltma Üzerine Ulusal Telekonferans, 27. Nisan 2007.
8. BBC Worldwide Monitoring, 5 Mart 2010.
9. Joanna I. Lewis, "Kopenhag Sonrası Çin'in İklim ve Enerji Politikasının Tahlili", Alman Marshall Fonu Politika Özeti, Haziran 2010; Hongyan H. Oliver, Kelly Sims Gallagher, Donglian Tian ve Jinhua Zhang, "Çin'in Yolcu Taşıtları için Yakıt Tasarrufu Standartları", Enerji Teknolojisi İnovasyon Politikası araştırma grubu, John F. Kennedy Devlet Yönetimi Okulu, Harvard Üniversitesi, Mart 2009.
10. Çin valisiyle görüşme; *Financial Times*, 27 Ekim 2010 ("demir yumruk"); *New York Times* 10 Ağustos 2010.
11. Allison Hannon, Ying Liu, Jim Walker, Changhua Wu, *Delivering Low Carbon Growth: A Guide to China's 12th Five Year Plan* (The Climate Group with HSBC: Mart 2011).
12. Neal Elliott ve Anna Shipley, "Enerji Etkinliği ve Yenilenebilir Enerjinin Doğal Gaz Piyasaları Üzerindeki Etkisi"; Enerji-Etkin Ekonomi için Amerikan Konseyi, Nisan 2006, s: 11, 21.
13. Andrew Liveris, konuşma, CERAWeek, 11 Mart 2010.
14. Dow Corporation, "Dow Sürdürülebilirlik—Enerji Etkinliği ve Korunumu": <http://www.dow.com/commitments/goals/energy.htm>.
15. Andrew Liveris, konuşma, CERAWeek, 11 Mart 2010; Richard Wells'le görüşme; Andrew Liveris, *Wall Street Journal* 2008 Eko-Nomik Konferansı; Andrew Liveris'le görüşme.
16. Uluslararası Enerji Ajansı, *Tracking Industrial Energy Efficiency and CO₂ Emissions: In Support of the G-8 Plan of Action* (Paris: International Energy Agency, 2007), s: 19, 34.
17. Jeffery Smisek, konuşma, CERA Week, 11 Mart 2011; John Heimlich, "ABD Hava yollarının Ekonomik Tırmanışı", ATA Economics, 2 Haziran 2011, sunum 24 Ocak 2007 (higher fuel efficiency).
18. ABD Uluslararası Hava Yolcu ve Yük Taşımacılığı İstatistikleri, Federal İletişim Komisyonu, 2007 (sharp ascent); David Nielson, Boeing Havalimanı Stratejisi baş mühendisi, "Boeing's Contribution to Aviation Sustainability", Pasifik Havzası Geliştirme Konseyi, 27 Ağustos 2007 (By 2026); Jeffery Smisek, konuşma, CERA Week, 11 Mart 2011.
19. *Observer*, 29 Ocak 2006 ("negative effects"); Rough Guides, basın açıklaması, 1 Mart 2006; *Times* (Londra, 23 Temmuz 2006; *Londy Planet: Discover Europe* (2010), s: 790.
20. Andris Piebalgs'la görüşme.

32. Bölüm: Korunum Açığını Kapatmak

1. *Chicago Tribune*, 16 Temmuz 1878 ("Apprehension").
2. Leon Glicksman, "İnşa Edilen Çevrede Enerji Etkinliği", *Physics Today* 61, no. 7 (2008), s: 2.
3. Gail Cooper, *At Conditioning America: Engineers and Controlled Environment* (Poo Poo) (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1998), s: 9-10; *Mechanical Engineering*, Mayıs 2000 (jackets).

4. Claude Wampler, "Dr. Willis H. Carrier: İklimlendirirmenin Babası," The Newcomen Society of England, 1949; Margaret Ingels, *Willis Haviland Carrier: Father of Air Conditioning* (Louisville: Fetter Printing Company, 1991), s. 33-34 ("manufactured weathers").
5. Ingels, *Willis Haviland Carrier*, s. 63-79 (Madison Square Garden); "The Milam Building" Amerikan Makine Mühendisleri Birliği, 1991 (high-rise); *Popular Mechanics*, Temmuz 1939 (Şam ve Bağdat).
6. *New York Times*, 2 Haziran 2002.
7. Leon Glicksman'la görüşme.
8. Gary Simon'dan yazara.
9. Lee Schipper'la görüşme.
10. Ulusal İnşaatçılar Derneği, *Housing Facts, Figures, and Trends*, Mayıs 2007, s. 13; Ulusal Petrol Konseyi, "Konutlarda Ticari Etkinlik", 18 Temmuz 2007, s. 12.
11. Jone-Lin Wang, "Neden Daha Fazla Elektrik Kullanıyoruz?", *Wall Street Journal*, 10 Mart 2010 ("gadgiwatts"); İklim Grubu, "Smart 2020: Enformasyon Çağında Düşük Karbon Ekonomisini Mümkün Kılmak" 2008 (120 million); G.I. Meijer, "Enerjiye Aç Veri Merkezlerini Serinletmek", *Science* 328, no. 5976 (2010), s. 318-19.
12. Lawrence Makovich, "Enerji Korunumu Yatırım Zorluğuyla Baş etmek" IHS CERA, 2007 ("conservation gap"); Dünya Ekonomi Forumu ve IHS CERA, *Energy Vision Update 2010: Towards a More Energy Efficient World*, 2010, s. 4 ("investment grade").
13. George Glicksman'la görüşme.
14. Glicksman, "İnşa Edilmiş Çevrede Enerji Etkinliği", s. 3-6 ("high-tech versions"); Leon Glicksman'la görüşme; ABD Yeşil Binalar Konseyi web sitesi, <http://www.usgbc.org>.
15. Naohiro Amaya'yla görüşme.
16. Yoriko Kawaguchi'yle görüşme.
17. Ekonomi, Ticaret ve Sanayi Bakanlığı, *Top Runner Program*, gözden geçirilmiş basım, Mart 2010, <http://www.enecho.meti.go.jp/policy/saveenergy/toprunner2010.03en.pdf>.
18. Kateri Callahan, "Altyapıyı Enerji Etkinliği Doğrultusunda Kurmak", Dünya Ekonomi Forumu ve IHS CERA, *Energy Vision Update 2010: Towards a More Energy Efficient World*, 2010, s. 24 ("public policy support"); James Rogers, konuşma, CERAWEEK, 15 Şubat 2008.
19. IHS CERA, *Smart Grid: Closing the Gap Between Perception and Reality* (2010); Brookings, Teknoloji ve İnovasyon Enstitü Merkezi, "Akıllı Şebekenin Geleceği: İyileştirme Yasasının Ardından Politika Fırsatlarını ve Zorlukları Değerlendirmek", 14 Temmuz 2010.
20. *Scientific American*, 13 Ağustos 2008.
21. Sewart Baker, Natalie Filipiak ve Katrina Timlin, "Karanlıkta: Can Alıcı Endüstriler Siber Saldınlara Uğruyorlar" (CSIS ve McAfee: 2011).

33. Bölüm: Karbonhidrat İnsan

1. Henry Ford ve Samuel Crowther, *My Life and Work* (Garden City: Doubleday, Page&Co., 1923), s: 188-200) Henry Ford, "Otomobiller ve Soya Fasulyesi: Arthur van Vliisingen, Jr.'la Bir Görüşme", *Rotarian*, Eylül 1933.
2. Steven R. Weisman, *The Great Tax Wars: Lincoln-Teddy Roosevelt-Wilson: How the Income Tax Transformed America* (New York: Simon&Schuster, 2002); Hal Bernton, William Kovarik ve Scott, *The Forbidden Fuel: Power Alcohol in the Twentieth Century* (New York: Boyd Griffin, 1982), s: 10 ("made from cornstalks").
3. Bernton, Kovarik ve Sklar, *The Forbidden Fuel*, s: 1-13 ("wonderfully clean-burning", "rapidly depleted," "direct route", "potential speakeasy"); Reynold Wik, *Henry Ford and Grass-roots-America* (Ann Arbor: University of Michigan Press, 1973), s: 249 (secretary).
4. *Washington Post*, 13 Ekim 1977 (Birch Bayh); *Fortune*, 1 Ekim 1990.
5. Steve Coll, *Ghost Wars: The Secret History of the CIA, Afghanistan, and Bin Laden, from the Soviet Invasion to September 10, 2001* (New York: Penguin Press, 2004), s: 46-52; Jimmy Carter, *White House Diary* (New York: Farrar, Straus and Giroux, 2010), s: 382 ("sharpest message") Jimmy Carter, *Ulusa Sesleniş*, 4 Ocak 1980.
6. *New York Times*, Ocak 1980 (Warren Christopher); Bernton, Kovarik ve Sklar, *The Forbidden Fuel*, s: 105 (high scenario); *Washington Post*, 3 Ağustos 1986 ("very inefficient").
7. Richard Lugar'la görüşme; Brent D. Yacobucci, "Yakıt Etanol: Arka Planı ve Kamu Politikasıyla İlgili Meseleler", Kongre Araştırma Servisi, 3 Mart 2006 (E10); Richard G. Lugar ve R. James Woolsey, "Yeni Petrol", *Foreign Affairs* 78, no. 1 (1999), s: 88-102 (mandatory targets).
8. *New York Times*, 7 Kasım 2005 ("good old-fashioned"); Başkan Bush ve Başkan Lula Biyoyakıt Teknolojisini Tartışıyor Beyaz Saray, 9 Mart 2007 ("truly obsessed", "couldn't have lunch"); George W. Bush, *Ulusa Sesleniş*, 31 Ocak 2006 ("addicted to oil"); "Bush ve da Silva'nın Ortak Mesajı", CNN, 6 Kasım 2005; *Wall Street Journal*, 9 Ağustos 2006 ("kind of startled").
9. Jose Goldemberg'le görüşme; Frederick Johnson, "Brezilya Şekeri: Politika ve Üretim" *The Journal of Developing Areas* 17, no. 2 (1983), s: 243-56 (prices collapsed); William S. Saint, "Enerji için Tarım: Brezilya'nın Ulusal Alkol Programının Sosyal Seçenekleri", *World Development* 10, no. 3 (1982), s: 223-38 ("wartime economy"); Werner Baer ve Claudio Paiva, "Brezilya", *Political Economy of Latin America in the Postwarperiod*, editör Laura Randall (Austin: University of Texas Press, 1997), s: 70-110 (no prospects); Marc Weidenmier, Joseph Davis ve Roger Aliaga-Diaz, "Şeker Pompada Daha mı Tatlı? Brezilya'nın Alternatif Enerji Programının Makroekonomik Etkisi", Ulusal Ekonomik Araştırma Bürosu, Önerisi No. 14362, Ekim 2008; ABD Kongresi, Temsilciler Meclisi, Bilim ve Teknoloji Komitesi Enerji Geliştirme ve Uyarlamaları Alt Komitesi, 96. Kongre, Venezuela ve Brezilya ziyaretleri, 13-20 Ocak 1980; (Washington, D.C.: GPO) Ocak 1980.

10. Jose Goldemberg'le görüşme; Jose Goldemberg, "Sürdürülebilir Enerjiye Dayalı Gelecek için Etanol", *Science* 315, no. 5813 (2007), s: 808-10; UNICA Şeker-kamışı Endüstrisi Birliği web sitesi: <http://english.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/> (flexfuel).
11. 1970'lerin sonlarından bu yana etanol enerji dengesi üzerine zaman zaman yoğunlaşan bir tartışma süregeliyor. John Deutch, *Energy Policy in Crisis: The Godkin Lecture* (Cambridge: Harvard University press, 2011), 5. Bölüm.
12. Mısır Çiftçileri Koalisyonu, "Facebook": <http://www.cornfarmerscoalition.org/fact-book/>; ABD Tarım Bakanlığı Ekonomik Araştırma Servisi "ABD'nin Yerli Mısır Kullanımı": <http://www.ers.usda.gov/Briefing/corn/Gallery/Background/cornuseTable.html>.
13. Georgina Kessel Martinez'le görüşme; *Washington Post*, 27 Ocak 2007.
14. Uluslararası Enerji Ajansı, *Technology Roadmap: Biofuels for Transportation* (Paris: OECD/IEA, 2011), s: 16-20.
15. Bernton, Kovarik ve Sklar, *The Forbidden Fuel*, s: 74-75 (Leo Spano); *Washington Post*, Outlook, "Bazı Atıklar Gerçekten de Tatlı Olabilir", 11 Kasım 1975, s: 1011 ("lowly fungi"); Norm Augustine'den yazara ("quantum leap").
16. *Nightline*, ABC, yayın tarihi: 23 Ocak 2007 (Bransby); Bush, Ulusa Sesleniş 31 Ocak 2006.
17. Kanada Hükümeti, "Iogen—Kanada'nın Yeni Simyacıları", *Innovation in Canada Series*, 15 Şubat 2005.
18. Tiffany Groode, "Duvan Yıkıp Geçmek: Biyoyakıt Üretiminin Artmasının önündeki Belli Başlı Engelleri Belirlemek" HIS CERA, 2009 ("daunting logistics", "local nature"); Paul A. Willems, "Biyoyakıtların Görünümü: Endüstriyel Kimyanın Merceğinden", *Science* 325, no. 5941 (2009), s: 707-10.
19. Richard Hamilton'la görüşme; *Newsweek*, 27 Ekim 1980.
20. Steven Koonin'le görüşme.

34. Bölüm: İçteki Ateş

1. William Adams Simonds, *Edison: His Life, His Work, His Genius* (Indianapolis; Bobbs-Merrill, 1934), s: 273-75) Douglas Brinkley, *Wheels for the World: Henry Ford, His Company, and a Century of Progress* (New York: Viking, 2003), s: 25-26; Henry Ford (Samuel Crowther'le birlikte), *Edison as I Knew Him* (New York, Cosmopolitan, 1930), s: 1-12.
2. David A. Kirsch, *The Electric Vehicle and the Burden of History* (New Brunswick: Rutgers University Press: 2000), s: 1 ("five different method").
3. C. Lyle Cummins, *Internal Fire: The Internal Combustion Engine, 1673-1900* (Wilsonville, OR: Carnot Press, 1976); David Landes, *The Unbound Prometheus: Immunological Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to Present*, 2. basım. (New York: Cambridge University Press, 2003), s: 102 ("within reach"); Lotus Yaprağı: Otomobil Kaynağının Evrimi ve Standardizasyonu, *Lotus Magazine* 7, no. 4 (1916), s: 183-92 (Cugnot).

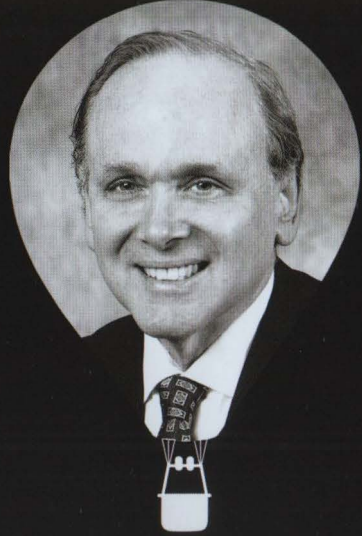
4. Cummins, *Internal Fire*, s: 138-72.
5. *Chicago Tribune*, 8 Ağustos 1892 ("a wagon propelled"); James Flink, *The Automobile Age* (Cambridge: Massachusetts Institute of Technology Press, 1990), s: 2 (Red Flag Act).
6. Flink, *The Automobile Age*, s: 13.
7. Brinkley, *Wheels for the World*, s: 32, *Akron Beacon Journal*, 20 Ocak 1999 (first police car); Carl Sulzberger, "Erken Bir Yol Savaşçısı: Otomobilin İlk Yıllarında Elektrikli Taşıtlar", *IEEE Power and Energy Magazine* 2, no. 3 (2004), s: 66-71.
8. ABD Enerji Bakanlığı, "Elektrikli Taşıt Tarihi: İlk Yıllar (1890'dan 1930'a)", (Phaeton, steamers); James Flink, *America Adopts the Automobile*, 1895-1910 (Cambridge: Massachusetts Institute of Technology Press, 1970), s: 242, 273.
9. Matchew Josephson, *Edison: A Biography* (New York: John Wiley and Sons 1992), s: 407-14.
10. Brinkley, *Wheels for the World*, s: 114-15 ("useless nuisance").
11. John B. Rae, *American Automobile Manufacturers: The First Forty Years* (Philadelphia: Chilton Company, 1959), s: 33 ("fever"); Flink, *America Adopts the Automobile*, 1895-1910, s: 50, 64 ("god to the women").
12. Brinkley, *Wheels for the World*, s: 100 ("greatest need today"); Ford Corporation, "Model T Gerçekleri": http://media.ford.com/article_display.cfm?article_id=858.
13. Josephson, *Edison: A Biography*, s: 423 ("electric Pigs").
14. *National Petroleum News*, 5 Şubat 1936 ("dump").
15. Robert Stobaugh ve Daniel Yergin, editörler, *Energy Future: A Report of the Energy Project at the Harvard Business School* (New York: Ballantine Books, 1979), s: 183 ("handouts"); Henry Ford II, konuşma, Dengeli Ulusal Büyüme ve Ekonomik Kalkınma Üzerine Beyaz Saray Konferansı 30 Ocak 1978 ("moved us faster"); *Los Angeles Times*, 21 Ocak 1979 ("give up").
16. Philip Sharp'la görüşme.
17. *Popular Science*, Temmuz 1992; Amory Lovins, "Enerji Stratejisi: Denenmeyen Yol mu?", *Foreign Affairs* 55, no. 1 (1976), s: 65-96.
18. David Halberstam, *The Reckoning* (New York: Avon Books, 1994), s: 304, Daniel Sperling ve Deborah Golden, *Two Billion Cars: Driving Toward Sustainability* (Oxford: Oxford University Press, 2009), s: 19, Toyota web sitesi.
19. Rick Wagoner'la görüşme ("home rune"); *Fortune*, 1 Mayıs 1995; *Fortune*, 11 Nisan 1994 ("Golden Age"); *Fortune*, 10 Ocak 1994 ("most successful").
20. Rick Wagoner'la görüşme ("truck capacity"); *New York Times*, 20 Ekim 1996: *New York Times*, 27 Ekim 1996.
21. IHS CERA, "Benzin ve Amerikan Halkı", Kasım 2006.
22. David L. Greene, "Yolcu Arabaları ve Hafif Kamyonetlerin Yakıt Etkinliğini Yükseltmeye Yönelik Politikalar", ABD Senato Enerji ve Doğal Kaynaklar Komitesinde tanıklık; 30 Ocak 2007.
23. A.g.e.
24. Toyota Motor Corporation ismini, şirketi kuran ailenin adından daha farklı telaffuz ediyor. Motor firması 1937'de ailenin dokumacılık şirketinin uzantısı olarak

- kuruldu; *Fortune* 26 Haziran 2009; Toyota Motor Corporation: <http://www.toyota.com/html/hybridenergyview/2005/summer/hybridhistory.html>; *Fortune*, 24 Şubat 2006 ("global twenty-first century"); *Fortune*, 24 Şubat 2006 ("really cars").
25. Sperling ve Golden, *Two Billion Cars*, s: 170 (missed the point); *Fortune*, 24 Şubat 2006 (Academy Awards).
 26. Kongre Bütçe Ofisi, *Effects of Gasoline Prices on Driving Behavior and Vehicle Markets* (Washington, DC: GPO) Ocak 2008, s: 32.
 27. *Time*, 6 Ekim 1961 ("vice versa"); *International Herald Tribune*, 7 Mart 2007 ("warriors"); Ulusal Araştırma Konseyi, *Effectiveness and Impact of Corporate Average Fuel Economy Standards*. (Washington, DC: National Academies Press, 2002), s: 4-5 ("marked inconsistency").
 28. *New York Times*, 19 Aralık 2007.
 29. *Associated Press*, 20 Aralık 2007 ("slap in the face"); Sperling ve Golden, s: 65 ("hottest car"); *Financial Times*, 11 Ocak 2008.

35. Bölüm: Büyük Elektrikli Araba Deneyi

1. "A. Haagen-Smit," *World of Chemistry* (Thomson Gale Publishers, 2005), Arie Haagen-Smit, vd. "A Physiologically Active Principle from Cannabis Sativa (Marihuana)", *Science* 91, no. 2373 (1940) s: 602-3.
2. *Los Angeles Times*, 19 Mart 1977 ("stinking cloud"; "not be difficult").
3. *Los Angeles Times*, 5 Kasım 1954.
4. Tiffany Groove ve Levi Tillemann-Dick, "Elektrikli Araba Yapma Yarışı", *Wall Street Journal, Special Section*, 9 Mart 2011; Agence France Presse, 1 Ekim 2009 ("battle"); Reuters, 30 Temmuz 2008 ("Industrial Revolution"); Barack Obama, konuşma, 19 Şubat 2010.
5. *Los Angeles Times*, 14 Ekim 1954; *Los Angeles Times*, 21 Ekim 1954 ("dangerous intensity" Housewives) *Los Angeles Times*, 26 Ekim 1954; *Los Angeles Times*, 27 Ekim 1954 ("City Revelse"); *Los Angeles Times*, 7 Kasım 1954 ("clear, bright skies").
6. Kevin Starr, *Golden Dreams: California in an Age of Abundance, 1950-1963* (New York: Oxford, 2009), s: 260 ("worst attack ever"); Güney Körfezi Hava Kalitesi Yönetim Bölgesi, "Upland, Calif., ABD'de Hava Kirliliği Alarminin III. Son Aşamasında" Mayıs 1997: <http://www.aqmd.gov/news1/Archives/History/stage3.html> ("auto travel"); Chip Jacobs ve William Kelly, *Smogtown: The Lung Burning History of Pollution in Los Angeles* (New York: Overlook Press, 2008), s: 162 ("greatest concentration").
7. *Los Angeles Times*, 22 Mart 1977; *Los Angeles Times*, 19 Mart 1977.
8. Güney Körfezi Hava Kalitesi Yönetim Bölgesi, *The Southland's War or on Smog: Fifth years of Progress Towards Clean Air*, Mayıs 1997; Mary Nichols, yorumlar, *Wall Street Journal* Eko-Nomi Konferansı, 4 Mart 2011.
9. Daniel Sperling ve Deborah Golden, *Two Billion Cars: Driving Toward Sustainability* (Oxford: Oxford University Press, 2009), s: 24 ("real culprit"); Tom Stricker'la görüşme.
10. *Bloomberg*, 18 Temmuz 2008.
11. Fred Smith'le görüşme; Fred Smith, tanıklık ABD Senatosu Enerji ve Doğal Kaynaklar Komitesi, 22 Haziran 2010.

12. Seth Fletcher, *Bottle Lightning: Superbatteries, Electric Cars, and the New Lithium Economy* (New York: Hill and Wang, 2011), s: 30-35; Ulusal Araştırma Konseyi, *Transition to Alternative Transportation Technologies: Plug-in Hybrid Electric Vehicles* (Washington, DC: National Academies Press, 2010), s: 9.
13. *Fortune*, 11 Temmuz 2008.
14. *Fortune*, 1 Temmuz 2010 (lithium-ion batteries); *New York*, 24 Ağustos, 2009 ("hugely underestimated", "logjam"); Elon Musk, "In the Beginning", Tesla Blog, 22 Haziran 2009 ("redesigned"); *Wired*, Ekim 2010; Robert Lutz'dan yazara.
15. Scott Doggett, "Tesla Roadster'i Normal Elektrik Priziyle Şarj Etmek 32 Saat Sürüyor", Edmonds.com, 7 Temmuz 2008: <http://blogs.edmunds.com/greencaradviser/2008/07/32-hours-needed-to-charge-a-tesla-roadster-using-common-electrical-oudet.html>.
16. Carlos Ghosn'la görüşme; *Fortune*, 19 Şubat 2010 ("mermaid", "not a bet").
17. *Bloomberg*, 15 Temmuz 2010.
18. Lee Schipper'la görüşme ("emissions elsewhere").
19. IHS CERA, "Otomotiv Senaryoları 2010"; Elektrifikasyon Koalisyonları, *Electrification Roadmap: Revolutionizing Transportation and Achieving Energy Security* (Washington, D.C.: Electrification Coalition, 2009).
20. Steve Koonin'le görüşme.
21. Calvin Timmerman, "Akıllı Şebekenin Geleceği: İyileştirme Yasası sonrasında Politika Fırsatları ve Zorlukların Değerlendirilmesi"; Brookings Institution, 24 Temmuz 2010.
22. Rick Wagoner'le görüşme.
23. Carlos Ghosn'la görüşme.
24. Zhang Guobao, konuşma, Temiz Enerji İşbirliği konulu ABD-Çin Stratejik Forumu Brookings Instution, 18 Ocak 2011.
25. *Fortune*, 13 Nisan 2009.
26. *Reuters*, 29 Aralık 2009.
27. Tom Stricker'la görüşme
28. California Fuel Cell Partnership, İstasyon Haritası: <http://www.cafcp-org/station-map>.
29. Mary Barcelia, "Nakledilecek Doğal Gaz: Niş Pazar mı, Fazlası mı?" IHS CERA, 13 Ekim 2010.
30. Dieter Zetsche, yorumlar, *Wall Street Journal*, Ekonomi Konferansı, 13 Mart 2008; Bill Ford, yorumlar, *Wall Street Journal* Ekonomi Konferansı, 3 Mart 2011.
31. John Heywood'la görüşme.



DANIEL YERGIN, enerji alanının en yetkin otoritelerinden biri ve uluslararası politikalar uzmanıdır. *Petrol* kitabıyla Pulitzer kazanan Dr. Yergin, “enerji alanındaki başarıları ve uluslararası ilişkileri güçlendirmesi” dikkate alınarak ABD Enerji Ödülüne layık görülmüştür. IHS Cambridge Enerji Araştırmaları şirketinin başkanıdır.

DÜNYANIN EN ÇOK OKUNAN
ENERJİ KİTABI, PULİTZER ÖDÜLLÜ
PETROL'ÜN YAZARINDAN

ENERJİNİN GELECEĞİ

DANIEL YERGIN

- İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ
- YENİ ENERJİLER
- GELECEĞİN
DÜNYASI



www.optimistkitap.com
www.iskitaplari.com

Tek başına satılamaz.