21. Yüzyıl Kitaplığı



Nadir Metaller Savaşı

Enerji Geçişinin ve Dijitalleşmenin Karanlık Yüzü

Guillaume Pitron

Çeviren: Alp Tümertekin

TÜRKİYE İŞ BANKASI
Kültür Yayınları

Genel Yayın: 6152

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

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

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

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

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

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

21. YÜZYIL KİTAPLIĞI

GUILLAUME PITRON
NADİR METALLER SAVAŞI

ÖZGÜN ADI
LA GUERRE DES MÉTAUX RARES
(LA FACE CACHÉE DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ET NUMÉRIQUE)

© LES LIENS QUI LIBÈRENT, 2018
Bu basım, Les Liens qui Libèrent ile yapılan anlaşmayla ve atanmış acenteleri Books And More #BAM (Paris- Fransa) ve AnatoliaLit Agency (İstanbul-Türkiye) ile birlikte yayımlanmıştır. Tüm hakları saklıdır."

FRANSIZCA ÖZGÜN METİNDEN ÇEVİREN
ALP TÜMERTEKİN

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

EDİTÖR
DEVRİM ÇETİNKASAP

GÖRSEL YÖNETMEN
BİROL BAYRAM

DÜZELTİ/DİZİN
NECATİ BALBAY

GRAFİK TASARIM UYGULAMA
TÜRKİYE İŞ BANKASI KÜLTÜR YAYINLARI

I. BASIM EYLÜL 2024, İSTANBUL

ISBN 978-625-429-857-8

BASKI: MATSİS MATBAA A.Ş
Tevfikbey Mah. Dr. Ali Demir Cad. No:51 Kobi İşmerkezi
Sefaköy Küçükçekmece / İstanbul
Tel. (0212) 624 21 11
Sertifika No: 75309

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

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

ÇEVİREN: ALP TÜMERTEKİN

Alp Tümertekin 1955'te İstanbul'da doğdu. St. Michel Fransız Lisesi'ni bitirdi. İ.Ü. Edebiyat Fakültesi Fransız ve Roman Dilleri Bölümü'nden mezun oldu. Çevirdiği eserler İş Kültür, YKY, Ayrıntı, İthaki ve Janus Yayıncılık tarafından yayınlanmaktadır.

21. Yüzyıl Kitaplığı

GUILLAUME PITRON

NADİR METALLER SAVAŞI

ENERJİ GEÇİŞİNİN VE DİJİTALLEŞMENİN KARANLIK YÜZÜ

Güncellenmiş ve genişletilmiş yeni baskı
Hubert Védrine'in önsözü ile

Çeviren: Alp Tümertekin

TÜRKİYE İŞ BANKASI
Kültür Yayınları

İŞ PORTFÖY

İÇİNDEKİLER

Önsöz IX
Cep Boy Baskı İçin Yeni Önsöz XIII
Giriş XIX
1. Bölüm: Nadir Metallerin Laneti 1
2. Bölüm: Yeşil ve Dijital Teknolojilerin Karanlık Tarafı 25
3. Bölüm: Başka Yerlere Taşınan Kirlilik 49
4. Bölüm: Batı'ya Ambargo Uygulanıyor 75
5. Bölüm: Yüksek Teknolojilere El Koymak 97
6. Bölüm: Çin'in Batı'yı Geride Bıraktığı Gün 119
7. Bölüm: Akıllı Füzeler Yarışı 139
8. Bölüm: Madencilik Alanı Genişliyor 159
9. Bölüm: Son Sığınakların Yok Oluşu 185
Son Söz 205
Kaynakça 211
Ekler 225
Teşekkürler 251
Dizin 255

Babama,
Anneme

"Yaşamda başımıza iki trajedi gelebilir.
Biri en değer verdiğimiz arzumuzu yitirmek, diğeri ise ona kavuşmaktır."

George Bernard Shaw

Önsöz

Guillaume Pitron bu çarpıcı ve endişe verici denemede tehlike çanlarını çalıyor ve ortaya ciddi bir ikilem koyuyor.

Tehlike çanı jeopolitiğe dair: Dünyadaki dijital gelişim için, yani aralarında cep telefonları imalatının da yer aldığı bütün haber ve iletişim teknolojileri için nadir toprak elementlerine, "nadir metallere" giderek daha çok ihtiyaç duyuluyor. Elektrikli ve hibrit otomobillerin imalatında benzinlilere oranla iki kat fazla nadir metal kullanılıyor.

"Promethium" gibi Latince ve gayet "uygar" adlar taşıyan nadir metaller (sayıları aşağı yukarı otuzdur) hiç de kıt olmayan başka metallerin içinde çok küçük oranlarda bulunur. Çıkarılmaları da ayrıştırılmaları da çok pahalıya mal olur. İlk sorun şu: Bu kaynakların büyük kısmı Çin'in elinde; Çin de bu durumu doğal olarak istismar etme eğiliminde. Yeraltı kaynakları arasında nadir metaller de bulunan diğer ülkeler çeşitli nedenlerle bu kaynakları işlemeyi ya terk ya da ihmal ettiler. Sonuçta, çoğu durumda Çin bu alanda tekel haline geldi, Pekin "nadir metallerin yeni efendisi" olup çıktı. Guillaume Pitron tezini desteklemek ve bu bağımlılığın içerdiği tehlikelere dikkat çekmek için, süper mıknatıslar ve uzun menzilli füze teknolojisinin geliştirilmesi gibi Batılıların açıkça hafife aldığı ya da tutarsız davrandığı birçok örneği sayıyor. Bunun çaresi açık

gibi görünüyor: ABD, Brezilya, Rusya, Güney Afrika, Tayland, Türkiye, hatta ("uyuyan madencilik devi") Fransa'da ve benzeri ülkelerde, kısacası Çin dışında her yerde nadir metaller üretimine başlamak.

Ancak işler tam da burada karmaşıklaşıyor ve bir ikilemle karşı karşıya geliyoruz: Bu nadir metallerin işlenmesi hiç de temiz bir iş değil! Pitron "yeşil enerjilerin ve kaynakların karanlık bir tarafı var" derken bunun altını çiziyor. Nadir metallerin çıkarılması ve arıtılması çevreyi oldukça kirleten yöntemler gerektiriyor. Geri dönüşümleri de tam bir hayal kırıklığı. Öyleyse, paradoks gibi gelecek ama, daha yeşil, "ekolojikleşmek" isteyen (ki bu, çevreye verdiğimiz zararın geriye döndürülmesi için hayati öneme sahip bir yaklaşım) ileri teknoloji sahibi ülkeler "pis" metallere en bağımlı ülkeler olacaktır. Tek başına bilişim ve iletişim sektörü hava taşımacılığından %50 daha fazla sera gazı üretmekte! Yani tam bir kısırdöngü söz konusu!

Bu çelişkinin üstesinden gelmek için ne yapmalıyız?

Dar anlamda nadir toprak elementlerinin, genel anlamda da maden kaynaklarının işlenmesine yeniden başlamak (ki bu da hükümetler ile madencilik şirketleri arasındaki mücadeleyi yeniden başlatacaktır) gerekecek elbette, ama bunu çevreye saygı göstererek, ekonomik ve teknolojik araçlardan, yani mali kaynaklardan ve yeniliklerden faydalanarak yapmalıyız. Pitron dünyadaki tüketicilerin gittikçe artan kısmının böyle bir yaklaşımın bedelini ödemeye hazır olacağı kanısında...

Yazar bu noktada yine de cesaret verecek bir sözle bitiriyor sözlerini: "Nadir metaller sanayisinde bilinçlenme hamlelerinin" yaşandığına dair örnekler veriyor.

"Gezegeni" değil belki ama gezegen üzerindeki yaşamı korumak için, insanın bütün elzem ekonomik etkinliklerinin ekolojik bir dönüşümden geçmesi zorunlu. İşte bu bağlamda, bunun gibi daha yüzlerce örnek, üstesinden gelinmesi gereken ikilem, alınması zor karar, elde edilecek bilimsel başarılar, iknayla veya teminatla değiştirilecek nice bakış açıları olacaktır, ama sonunda ekolojikleşme de hız kazanmış olacaktır. Fakat burada zamana karşı bir yarış da söz konusu...

Guillaume Pitron'un kitabı hem kendi dikkatini hem de bizim dikkatimizi, fazla hesaba katılmayan çok önemli bir konuya odaklamakla bizi tam zamanında uyarıyor.

Hubert Védrine,[1] Kasım 2017

DİPNOTLAR

Cumhurbaşkanı Jacques Chirac döneminde Fransız dışişleri bakanlığı görevinde bulunan Hubert Védrine, Mitterand'ın genel sekreteri ve diplomatik danışmanlığını yapmıştır – ç.n.

Cep Boy Baskı İçin Yeni Önsöz

2023 yılının ilkbahar aylarında apaçık bir gerçeklikle karşı karşıya kaldık: İlk kez 2018 yılında yayınlanan *Nadir Metaller Savaşı* başlıklı çalışmamın baştan aşağı güncellenmiş yeni bir baskısını yapmak mutlaka gerekiyordu. Elinizde bulunan kitap işte bu güncellenmiş baskı.

Gerçek şu ki nadir metaller son yıllarda hem stratejik açıdan hem de gelen eleştiriler açısından devamlı gündemde kalmaya başladı. Tabii bunun çok haklı gerekçeleri var: 2023'te Avrupa Parlamentosu'nun Avrupalı otomobil üreticilerine 2035 yılından itibaren kıtamızda satılacak araçların %100 elektrikli olmasını şart koşması pil ihtiyacımız konusunda tam anlamıyla katalizör etkisi yarattı. Gerek Avrupa gerek dünyanın diğer kesimlerinde *gigafactories* ("dev fabrikalar") adı verilen yüzlerce üretim biriminin pıtrak gibi ortaya çıkmasına yol açtı. Bunlar, insanlığın artık girdiği yeşil dönemecin elle tutulur yeni simgeleri sayılabilir.

Maden kaynaklarına başvurmadan bu tür bir üretim olanaksızdır. Yapılan bir çalışmanın sonuçlarına göre, 2035 hedeflerine uygun olarak sadece elektrikli taşıtların pilleri için dünyanın çeşitli bölgelerinde dört yüz yeni madenin (97 tanė doğal grafit, 74 tane lityum ve 72 tane de nikel madeni)[1] açılması gerekmektedir. Bu metallere olan ihtiyacımızın

patlamasıyla ABD ve Avrupa uzun zamandır içine düştükleri uyuşukluktan yavaş yavaş çıkmak zorunda kaldılar... Devletler ve otomobil üreticileri maden çıkaran ve bu sayede birdenbire yepyeni bir itibara kavuşan (Şili, Endonezya, Gana, Kanada vb.) ülkelerle metal temini konusunda işbirliği anlaşmaları imzalamaya başladılar.

Bu yeraltı kaynaklarının çıkarılmasının ekolojik ve ekonomik zorlukları konusunda da söylenecek çok şey var: Herhangi bir madencilik etkinliğiyle doğası gereği ilişkili çevresel riskler, son zamanlarda giderek artan sayıda çevreci aktivisti ve siyasal sorumluyu metal üretiminin bir kısmının Batı'ya taşınması, hatta okyanus dibinde polimetalik nodül madenciliği gibi tartışmalı konularda tavır almaya zorladı.

Öte yandan kitapta ele aldığımız izleklerin ne kadar önemli olduğu bir başka bağlamda, jeopolitik bir bağlamda, iyice ayyuka çıktı. Örneğin COVID ve Rus gazı krizleri, bizimkinden farklı stratejik gündeme sahip devletler tarafından üretilen kaynaklara (gaz) ve tıbbi malzemeye (tıbbi maske), başta Avrupa olmak üzere, ne kadar bağımlı olunduğunun anlaşılmasını sağladı. İlk kapanma ile Rusya'nın Ukrayna'yı işgal etmesi arasında küçücük iki yıl var... Ama küreselleşme algımız altüst oldu bile: "Piyasaların görünmez eli" hiçbir engel olmadan kaynaklara ulaşmamızı temin edecekken aynı "görünmez elin" artık stratejik kırılganlıklara ve ekonomik bağımlılıklara yol açtığı konuşuluyor.

Bu çalışmanın güncellenmiş haliyle yeni bir baskısının yapılmasını gerektiren başka bir neden de inkâr edilemeyecek satış başarısı. Yüz bin nüsha satılan bu çalışma on beş ayrı ülkede, on bir ayrı dile çevrildi (veya çevriliyor); üstelik "yeni petrol" diye anılan madencilik alanında yaşanacak gelişmelerden anlaşıldığı kadarıyla bu ilgi azalacak gibi de durmuyor. Amacımız *Nadir Metaller Savaşı*'nın her yeni baskısıyla birlikte kitabın bu alanda bir başvuru kitabı olarak kalması.

Değişmez ilkemizi burada bir kez daha yüksek sesle vurgulayalım: Enerji geçişinin "karanlık yüzü" konusunda araştırma yapmak ve yazılar kaleme almak, yaşamımızı karbondan arındırmamayı savunmak değildir... Tam tersine, asıl yapmamız gereken bu! Ulusal Bilimsel Araştırma Merkezi (CNRS, Centre national de la recherche scientifique) araştırmacılarından maden kaynakları uzmanı Olivier Vidal, "Hedefi şaşırmamak gerekir. Bu geçişin 2050 yılına kadar bir bedeli olacak tabii ki, ama sonraki beş yüz yılın kazananı biz olacağız!"[2] diyor. Bir kez

daha söyleyelim: Bu konuda araştırma yapmamız ve yazılar kaleme almamızın nedeni, enerji geçişinin dizginlenmesi değil, hızlanması ve olumsuz etkilerinin hafifletilmesidir. Böyle bir hedef ise tam anlamıyla bir meydan okuma anlamına geliyor: İstesek de istemesek de maden çıkarımının kütlesel boyutlara varması ama sorumluluktan da kaçmaması gerekecektir.

Öyleyse enerji geçişi mümkün olan yegâne çare demek ki; bununla birlikte nadir metalleri incelediğimizde peş peşe sorular sel gibi geliyor üstümüze, ama bu soruların her biri baş döndürücü yeni bakış açıları da sunuyor bize.

Sayıları gittikçe artan "gelişmekte olan" ülkeler, bizler Batı'da "sıfır salıma sahip" elektrikli SUV'larda (*Sport Utility Vehicles*) bigâne ve rahat dolaşabilelim diye nadir toprak elementlerin çıkarımının ekolojik darbesini yemek zorunda kalırken enerji geçişinin kârını ve maliyetini adil biçimde nasıl paylaşabileceğiz?[3]

Öte yandan *green tech* üretimi için gereken nadir toprak elementleri ve lityum madenlerinin yeniden açılması yönündeki sayısız proje yurttaşların muhalefetiyle engellenebilecekken demokrasi ile ekolojiyi nasıl bağdaştırabileceğiz? Döngüsel ekonomi hâlâ istenen hızda somutlaşmadığına göre, tüketim tarzlarımızı ne oranda değiştirmemiz gerekecek?[4] Tek bir Avrupalının ihtiyaçlarını karşılayabilmek için yeraltından yılda 20 ton malzeme[5] çıkarmak gerektiğini hatırlatalım... Yaşam tarzlarımızın sürdürülebilirliği ile bağdaşmayacak bir rakam bu.

Bu soruların cevabı hiç de kolay değil; bununla birlikte olup bitenler, bu devasa meseleler karşısında insan zihninin hem tutarsızlığını hem de sağduyusunu açığa vuruyor. Yakınlarda yaşanan bazı gelişmeler ise bizi özellikle tedirgin ediyor.

Bunların en başında, Norveç hükümetinin Haziran 2023'te kendi münhasır ekonomik bölgesinde deniz zemininden metal çıkarılmasına izin vermesi geliyor. Bu kaynakların denizden çıkarılmasının ekolojik bedeli ne olacaktır? Bunu tam olarak bilmesek de İngiliz SMD (Soil Machine Dynamics) Mining Project şirketinin fabrikalarında daha yeni üretilen ve yarından tezi yok deniz dibini sürebilecek şantiye makinelerine kısaca bakmak yararlı olacaktır. Şimdilik Papua Yeni Gine açıklarında deniz tabanından metal çıkarmak için tasarlanan 300 ton ağırlığında, 15 metre uzunluğunda, iki tane 800 beygir gücünde motorla

çalışan tekerlekli bir ekskavatör olan *bulk cutter*[6] bunlardan biridir örneğin. 2015'teki Taraflar Konferansı (Conference of the Parties-COP 21) sırasında, yıllar sonra petrolden kurtulmak için okyanusların binlerce metre altında bu tür buldozerler kullanmayı tartışacağımız söylenseydi, bu konuda uyarılsaydık, Paris Anlaşması'nı yine öyle şen şakrak imzalar mıydık?

Rolls-Royce'un 2021 yılında verdiği bir ilan bizi şaşkınlık içinde bıraktı. Elektrikli otomobile geçmek isteyen Britanyalı otomobil üreticisi boş ağırlığı 2.975 kilogram olan ("Spirit of Ecstasy" modelinin elden geçirilmiş hali) Spectre adlı elektrikli yeni bir *coupé* modelin 2023 yılı sonunda piyasaya sunulacağını bildirdi. Aracın yolcularla birlikteki ağırlığı (yani yüklü halinde izin verilen toplam ağırlık (GVW) 3,5 ton olan üst sınıra yaklaşabilir ki bu sınırın ötesine geçildiğinde ağır yük aracı sayılacak arabayı kullanmak için C sınıfı ağır taşıt ehliyeti gerekecektir. Nitekim başka bir otomobil üreticisi olan Bentley kısa süre önce Avrupalı yetkililere, gelecekte lüks taşıtlar tarafından rahatlıkla aşılabilecek bu sınırın daha yükseğe çekilmesini önerdi.[7] Bu ticari strateji "yeşil" geçişin lafzı ve ruhuyla hakikaten bağdaşıyor mu?

Ne mutlu ki yakınlarda ortaya çıkan iki dinamik içimizi umutla doldurdu:

İlkin, Avrupa Birliği tarafından 2022 yılında kabul edilen "CSRD" (Corporate Sustainability Reporting Directive)[8] var. Bu yönerge çok sayıda işletmeyi bildik muhasebelerine ek olarak, faaliyetlerinin insan ve çevre üzerindeki etkilerinin bilançosunu çıkarmakla da yükümlü tutuyor. "Üç kâr-zarar çizelgeli" (ekonomik, toplumsal ve çevresel) bu bilanço sayesinde, sadece maddi türden kâr ya da zarar kaydının düşüldüğü geleneksel defter tutma yöntemlerinden farklı olarak, ekonomik aktörlerin toplumsal ve ekolojik borç ya da alacaklarına da ışık tutulabilecek. Tüketim ürünlerinin asla gerçek bedelini ödemediğimizi anlamamızı sağlayacağından "CSRD" yönergesi tam bir Kopernik Devrimi'dir. Yeraltı kaynaklarının çıkarılmasının sağlığımız, biyoçeşitlilik ya da toprağın verimliliği üzerindeki etkilerini hesaba kattığımızda tüketim ürünlerinin, yok pahasına değilse bile indirimli fiyattan satıldığı ortadadır.

Maliye, getirilen bu beyan zorunluluğu için nasıl bir yaptırım uygulayacak? Ve sonuçta alım gücümüz bundan nasıl etkilenecek? Neler

olabileceğini şimdiden hissediyoruz: Tüketicilerin etraflarını saran teknolojilerin –en "yeşil" olanlar da dahil– faydalarından en ufak bir rahatsızlık duymadan yararlanmaya hazır oldukları şu zamanda, bu üçlü muhasebe sistemi her an patlamaya hazır bir bomba gibidir.

Bizi umutlandıran diğer konu da nadir metaller konusunda yaptıkları mezuniyet tezleri ya da doktora tezleri sırasında aydınlatılmak ya da tavsiye almak arzusuyla bize başvuran Fransız, Avrupalı ya da Amerikalı üniversite öğrencilerinin sayısıdır. Lityum, nikel ya da nadir metaller jeopolitiğine artan ilginin, hangi partiden olursa olsunlar siyasal önderlerimizin konuya görece ilgisizliğine son verdiği de açık. Bu üzücü gözlemin aksine, genç kimyager, jeolog, iktisatçı, diplomat, gazeteci ve diğer uzmanların henüz pek yeni olan bu konuyu derinleştirmeye ve yeni boyutlarla zenginleştirmeye hazırlandığına da şüphe yok.

Gerçekten de, nadir metallerin incelenmesi hem ilgi çekici hem stratejik bir boyuta sahip. Bu inceleme alanı ekonomi, jeopolitik ve malzeme bilimi gibi çeşitli disiplinleri birbirine bağlar, ama buna bir de ortak evimizin korunup ayakta tutulması çabası dahil olur. Bundan yüz yıl önce petrol, yaşam tarzlarımıza sızdığında böyle bir konu gündemde değildi. Kanımızca nadir metaller, bizi dünyayı ve her şeyi daha karmaşık bir yaklaşımla ele alıp düşünmek zorunda bırakıyor. Bu metaller bir yandan geçmişi anlatırken, geleceğin üzerindeki örtüyü de bir köşesinden kaldırıyor; zayıf yanlarımız kadar dehamızın kapsamını da ortaya koyuyor. Hem heyecan verici hem de müthiş karmaşık "yeşil" dünyaya bir bakış atmamızı sağlıyor. Diplomatik güç ilişkilerini ve son teknolojik buluşların getireceği yararları görebileceğimiz bir pencere sunuyor. Jeolojik katmanları, okyanusların tabanını, hatta asteroitlerde gömülü zenginliklere yakından bakmamıza imkân tanıyor. Bu yönleriyle nadir metaller, aslında evreni düşünmemize yardımcı birer gözlüktür.

Paris, 28 Ağustos 2023

DİPNOTLAR

"Almost 400 new mines needed to meet future EV battery demand, data finds", Tech Informed, 27 Eylül 2022.

2 Olivier Vidal ile yapılan görüşme, 2023.

3 Konuyla ilgili bir raporda enerji geçişini gerçekleştirebilmek için Fransa devletinin 2030 yılına kadar 300 milyar avro yatırım yapması gerektiği hesaplandı: Jean Pisani-Ferry ve Selma Mahfouz, "Les incidences économiques de l'action pour le climat", France Stratégie, Mayıs 2023.

4 Bkz. Circularity Gap Report, değerlendirme ve danışmanlık firması Deloitte tarafından her yıl yayınlanan rapor.
2023 yılında yayınlanan raporda dünya ekonomisinin 2018'de %9,1 oranında döngüsel olduğuna, ancak son verilere göre sadece %7,2 oranında döngüsel olduğuna dikkat çekiliyor.

5 "Orano'nun eski başkanı Philippe Varin, Kritik metaller: 'Avrupa'daki bütün maden yataklarını işlemeliyiz' der", Euractiv, 10 Ocak 2023.

6 Bkz. SMD Mining şirketi sitesinde yer alan *SMD Mining Projects* başlıklı broşür (smd.co.uk).

7 "Le poids problématique des nouveaux SUV électriques", Caradisiac, 22 Kasım 2022.

8 Kurumsal Sürdürülebilirlik Raporlaması Yönergesi – ç.n.

Giriş

Dört yüz bin yıl boyunca insanlığın elinde seyahat etmek, kaleler inşa etmek ve tarlaları sürmek için ateşten, çalışma şevkinden, rüzgârlar ile sellerin kaprisli coşkusundan ve hayvan gücünden başka bir şey yoktu. Enerjinin nadir ve değerli olduğu bu dünyada, insanlar yavaş hareket ediyorlardı; ekonomik büyüme genellikle durağan, her tür ilerleme münferitti. Tarih genellikle ağır adımlarla ilerliyordu.

Derken, 19. yüzyılda, bir icadı büyük çaplı olarak kullanmaya başladılar: buhar makinesi. Bu gücü dokuma makinelerinde, lokomotifleri hareket ettirmede, kısa sürede okyanuslara hükmedecek zırhlı gemilerde kullandılar. Buhar makinesi ilk sanayi devrimini başlattı; bu aynı zamanda tarihte yaşanan ilk enerji geçişiydi de. Bu geçiş kömür denilen kara bir taşın vazgeçilmez bir yakıt olarak işlenmesine dayanıyordu.

20. yüzyılda insanlar içten yanmalı motor (ya da "benzinli motor") denilen başka bir yeniliğin peşine takıldılar ve buhar makinesini bir kenara bıraktılar. Taşıtların, gemilerin, tankların ve artık havalanabilecek kadar hafif olan uçaklar gibi yeni makinelerin gücü bu yeni teknoloji sayesinde arttı. Katkıda bulunduğu ikinci sanayi devrimi bu kez petrol denen bir kayaç yağının çıkarılmasına dayanan bir enerji geçişi oldu.

Fosil yakıtların neden olduğu iklimsel altüst oluştan endişe duyan insanlar, 21. yüzyılın başından bu yana daha verimli, daha temiz olmasıyla bilinen ve ultra performanslı yüksek gerilim şebekelerine bağlanan yeni icatlar geliştirdi: rüzgâr türbinleri, güneş panelleri ve elektrikli bataryalar. Buhar makinesinden ve termik motordan sonra, "yeşil" denilen bu teknolojiler, dünyamızı dönüştürmekte olan üçüncü bir sanayi ve enerji devrimine sürüklüyor bizleri. İlk ikisi gibi bu devrim de önemli bir kaynağa dayanıyor. Bu kaynak o kadar hayati öneme sahip bir malzeme ki enerji uzmanları, tekno-kâhinler, devlet başkanları, hatta askeri strateji uzmanları buna "*the next oil*" yani 21. yüzyılın petrolü diyorlar.

Ne tür bir kaynak bu?

Kamuoyunun bu konuda en ufak bir fikri bile yok.

İnsanlığın yeni büyük macerası enerji üretme tarzını (dolayısıyla tüketim alışkanlıklarını) değiştirmektir. Siyasal sorumluluk sahipleri, Silikon Vadisi girişimcileri, mutlu kanaatkârlık[1] kuramcıları, Papa Francis ve çevreci dernekler hep bir ağızdan küresel ısınmayı dizginleme ve bizi yeni bir Tufan'dan kurtarma çağrıları yapıyor. Bu proje şimdiye kadar imparatorlukların, dinlerin ve para biriminin asla beceremediği şekilde herkesi bir araya getiriyor.[2] Kanıt olarak şunu gösterebiliriz: Eski cumhurbaşkanı François Hollande'ın dediği gibi "tarihimizin ilk evrensel anlaşması"[3] barış, ticaret ya da finans dünyasının düzenlenmesine ilişkin bir anlaşma değildi; COP 21[4] ertesinde 2015 yılında imzalanan Paris sözleşmesiydi... Yani enerji konusunda yapılan bir anlaşmaydı!

Ne var ki her gün kullandığımız teknolojiler evrim geçirse de birincil enerji kaynakları ihtiyacı değişmiyor. Nitekim daha yeşil yeni bir dünyayı kucaklamak için petrolün ve kömürün yerine hangi kaynağı koymalıyız sorusuna aslında kimse ne cevap verebileceğini bilmiyor. 19. yüzyılda atalarımız kömürün ne kadar önemli olduğunu biliyorlardı; 20. yüzyılda yaşayan eğitimli biri de petrole ne kadar ihtiyaç duyduğumuzu biliyordu. 21. yüzyılda ise daha sürdürülebilir bir dünyanın "nadir metaller" denen kayaçlara büyük ölçüde bağlı olduğunu bile bilmiyoruz.

İnsanlar demir, altın, gümüş, bakır, kurşun, alüminyum vb. herkes tarafından bilinen başlıca metalleri uzun süre kullandı. Ancak 1970 yıllarından itibaren kayaçlarda çok az oranlarda bulunan, çok sayıda küçük nadir metalin sahip olduğu muhteşem manyetik, optik ve ka-

talitik özelliklerinden yararlanmaya başladık. Bu koca aile esrarengiz adlar taşıyan yeğenlere de kucak açıyor: Nadir toprak elementleri, vanadyum, germanyum, platonoidler, tungsten, antimon, berilyum, renyum, tantal, niobyum vb. Saydığımız bu nadir metaller doğada en bol rastlanan metallere bağlı olmak gibi ortak bir özelliğe sahip yaklaşık otuz hammaddelik bir alt küme oluşturur.

Doğadan çok küçük miktarlarda çıkartılan her şey gibi nadir metaller de olağanüstü özelliklere sahip birer konsantre bileşiktir. Portakal çiçeğinden bir esansiyel yağ damıtma işi uzun ve zahmetli bir süreçtir,[5] ama bu iksirin tek bir damlasının bile kokusu ve tedavi gücü araştırmacıları hâlâ şaşırtmaktadır. Kolombiya'nın balta girmemiş ormanlarının bir köşesinde kokain üretmek de[6] bunun kadar zordur, ama bu tozun bir gramının psikotrop etkileri merkezi sinir sistemimizi tümüyle bozacak kadar güçlüdür.

İşte nadir, çok nadir metallerde de durum aynıdır... Bir kilogram vanadyum üretebilmek için 8,5 ton kayaç, 1 kilogram seryum için 16 ton, 1 kilogram galyum için 50 ton, daha da nadir bir metal olan lutesyumun 1 kilogramı için baş döndürücü bir sayı olan 1.200 ton kayaç arıtmak gerekir[7] (bkz. Ek 1: "Periyodik tablo"). Sonuçta elde edilen şey bir bakıma yer kabuğunun "etkin maddesidir": Milyarlarca yıl süren jeolojik etkinliğin bize sunabileceği en iyi şey, hiç görülmedik özelliklere sahip atomlardan oluşan bir konsantre bileşik. Bu metallerin küçücük bir miktarı bile sanayide işlendiğinde öyle bir manyetik alan yaratır ki aynı miktarda kömür ya da petrolden çok daha büyük miktarda enerji üretilebilir. "Yeşil Kapitalizmin" anahtarı işte budur: Milyarlarca ton karbon gazı salan kaynakları terk ediyoruz ve yerlerine yanmayan yani en ufak miktarda bile CO_2 yaymayan kaynaklar koyuyoruz.

Daha az kirlilik, ama aynı zamanda daha çok enerji. Charles Coryell tarafından 1940'lı yıllarda keşfedilen bu elementlerden birine "prometyum"[8] adının verilmesi bir rastlantı değil demek ki: Coryell'in eşi Grace Mary bir Yunan miti olan Prometheus'tan esinlendiği bu ismi kocasının kulağına fısıldamış. Bir Titan olan Prometheus tanrıça Athena'nın yardımıyla tanrıların yaşadığı Olimpos'a gizlice girmiş, kutsal ateşi çalıp insanlara hediye etmiştir.

Bu isim insanın nadir metallere hâkim olmakla elde ettiği Prometheusvari gücü çok iyi anlatır. Bizler enerji geçişinin iki temel dayanağı

olan dijital teknoloji ve "yeşil" teknolojiler alanında tıpkı birer Demiurgos gibi davrandık ve nadir metallerin kullanımlarını genişlettik. Günümüzde bize *green tech* ile bilişimin yakınlaşmasıyla ortaya daha iyi bir dünyanın çıkacağı söyleniyor. *Green tech* (rüzgâr türbinleri, güneş panelleri, elektrikli taşıtlar) içerdiği nadir metaller sayesinde karbon salmayan bir enerji üretir; bu enerji de "ultra performansa sahip" olduğu söylenen elektrik şebekeleri tarafından aktarılacaktır. Böylece müthiş bir enerji tasarrufu gerçekleştirilecektir. Oysa bu şebekeler de dijital teknoloji tarafından yönetiliyor ve onlar da büyük oranda bu metallerle dolu. (Nadir metallerin ve minerallerin sanayideki başlıca kullanımları konusunda bkz. Ek 13.)

Bu enerji geçişinin ve ona eşlik eden üçüncü sanayi devriminin büyük kuramcısı Amerikalı Jeremy Rifkin daha da ileri gider.[9] Rifkin'i okuduğumuzda yeşil teknolojiler ile yeni iletişim ve bilişim teknolojilerinin (BİT) birleşmesi, bol ve ucuz "yeşil" elektriği üretip paylaşmamızı daha şimdiden mümkün kılmaktadır. Başka deyişle her gün kullandığımız cep telefonları, iPad ve bilgisayarlar çevreye daha saygılı bir ekonomik modelin vazgeçilmez aktörleri halini almışlardır. Rifkin'in kehanetleri öyle heyecan verici ki yeni enerji modellerinin nasıl düzenleneceği konusunda Hauts-de-France bölgesi için danışmanlık yaptığı[10] gibi şu anda birçok devlet başkanına tavsiyelerde de bulunuyor.

Bu tür kehanetler tarihin yönüyle de uyumlu: Son on yılda rüzgâr kaynaklı enerjiler 7 kat, fotovoltaik kaynaklı güneş enerjileri de 44 kat arttı. 2020 yılında yenilenebilir enerjiler dünyadaki nihai enerji tüketiminin hemen hemen %15'ini oluşturuyordu;[11] Avrupa 2030 yılına kadar bu oranı %32'ye yükseltmeyi öngörüyor![12] Termik motor kullanan teknolojiler bile, daha yüksek performansa sahip ve daha hafif, dolayısıyla daha az fosil kaynak tüketen taşıt ve uçaklar üretilmesine imkân verdiği için nadir metallere bağımlıdır.

Öte yandan ordular da enerji geçişine, daha doğrusu stratejik geçiş sürecine dahil olmuş durumdalar. Generallerin silahların karbon salımından endişe duyduklarını sanmak hata olur. Buna karşılık, kara altın (petrol) rezervleri azalırken strateji uzmanlarının petrol olmadan nasıl savaşabileceklerini öngörmesi de gerekir. Amerika'nın güçlü bir düşünce kuruluşu 2010 yılında dünyanın en büyük ordusunu ne yapıp edip 2040 yılına kadar fosil yakıtlara olan bağımlılığından kurtulma-

ya çağırıyordu.[13] Bu hedefe nasıl ulaşılacak? Yenilenebilir enerjilere yönelerek ve taktik taşıtlar dahil olmak üzere elektrikli taşıt filoları kullanarak.[14] Fosil enerjileri terk edildiğinde cepheye yakıt ikmali denen lojistik kâbus da ortadan kalkacaktır.[15]

Dahası, savaş artık yeni toprakları, sanal bölgeleri kolonileştiriyor: Ordunun iletişim ağlarını ve dijital altyapılarını koruması ve düşmanınkileri hedef alma becerisi geliştirmesi gerekiyor.[16] 24 Şubat 2022 tarihinden itibaren Rusya ile Ukrayna'yı karşı karşıya getiren silahlı çatışma, hem savaşın bilişsel boyutunda hem de sahada dijital teknolojinin ne kadar önemli olduğunu gösterdi.[17] Generallerin peşinden bizler de gayrimaddi bir dünyaya geçiş yapıyoruz, nitekim dijital teknolojiler yardımıyla biz de bazı kaynakları aslında bir hiçle, ikame edeceğiz – taşıtların yolları tıkamasının yerine basit *cloud*'ları, elle tutulamayan e-postaları, internet akışını koyacağız. Ekonominin bu şekilde dijitalleşmesi insanın canlılar âleminde daha az fizik iz bırakabileceği harika bir geleceğin habercisi gibi görünüyor. Öyleyse hem dijital hem de enerji alanında yaşanacak bir devrimle karşı karşıyayız: Bu iki teknoloji ailesi el ele ilerliyor ve daha iyi olacağı vaat edilen bir dünyanın ortaya çıkması için birlikte çalışıyor.

Nadir metaller uluslararası ilişkilerin nasıl yürütüleceğini bile belirliyor. Bu metaller sayesinde diplomatlar da kendi jeopolitik geçişlerini yaşıyorlar. Jeopolitikçiler karbon gazı salmayan yeni enerjilerin payının artmasıyla birlikte fosil kaynak üreticisi devletler ile fosil kaynak tüketicisi devletler arasındaki ilişkilerin altüst olacağını anlatıyorlar. Yeni enerjilerin payının artması, ABD'nin dünya petrolünün önemli bir bölümünün geçtiği Hürmüz ve Malakka boğazlarında kol gezen donanmalarını başka yerlere kaydırmasına ve Körfez'deki petrol zengini monarşiler ile kurulu ortaklığı gözden geçirmesine yol açacaktır. Böyle bir yola girilmesi, AB'nin Rus, Katar ve Suudi kaynaklı hidrokarbürlere bağımlılığını azaltacağı gibi üye ülkelerin enerji konusundaki egemenliğini de güçlendirecektir.

Enerji geçişi işte bütün bu nedenlerden ötürü iyimser bir geçiş sayılmaktadır. Ancak uygulanması hiç de kolay değildir; petrol ile kömür son sözlerini söylemediler henüz,[18] ama gözlerimiz önünde uyanmakta olan dünya yüreğimize biraz olsun su serpiyor. Enerji konusunda kanaatkârlık fosil kaynaklara sahip çıkılmasından kay-

naklanan gerilimleri hafifletecek, önde gelen sanayi kuruluşlarında mutlaka yeşil istihdam yaratacak, zorlu rekabet mücadelesinde Batılı ülkeleri yeniden ön sıralara yerleştirecektir.[19] Donald Trump, Jair Bolsonaro ve Kremlin'deki strateji uzmanları ne düşünürse düşünsün bu geçiş mutlaka yaşanacaktır, çünkü petrol grupları dahil olmak üzere ekonominin tüm aktörlerini kendine çeken çok büyük meblağların döndüğü bir sektör söz konusu.

Enerji geçişinin ilk adımları 1980'li yıllarda Almanya'da atılmıştı,[20] ama 2015 yılında Paris'te bir araya gelen 195 ülkenin bu harika serüvenin hızlandırılmasına karar vermesi en önemli adımdı. Hedef, küresel ısınmayı yüzyıl sonuna kadar 2 santigrat derecenin altında tutmaktı ve bu hedefe ulaşabilmek için fosil enerjilerin yerlerine yeşil eşdeğerleri konulmalıydı.

Delegeler Paris Anlaşması'nı imzalamak üzereyken kocaman sakallı, uçuk mavi gözlü ve dağlardan tekrar insanlar arasına dönen bir hacı gibi giyinmiş yaşlı bir bilge Paris-Le Bourget kongre merkezinin geniş salonuna girdi. Ağzının kenarında esrarengiz bir gülümsemeyle devlet başkanlarının arasından geçti, kürsüye geldi ve sözlerini düşünerek, ciddi bir sesle konuşmaya başladı: "Niyetleriniz pek güzel; ortaya çıkartmak üzere olduğunuz yeni dünya hepimizin hoşuna gidebilecek bir dünya. Ancak cüretkârlığınızın bizi sürüklediği tehlikelerden şüphe etmiyorsunuz!"

Sessizlik.

Ardından bilge Batılı ülke heyetlerine dönüp, "Bu geçiş ekonomileriniz çeşitli sektörlerini, hem de en stratejik olanlarını tamamen zora sokacak. Yığınla insan işten çıkarılacak, bu işsiz yığınlar kısa sürede toplumsal huzursuzluğa neden olup demokratik kazanımlarımızı hedef alacak. Bu geçiş askeri alandaki hükümranlığınızı bile zayıflatacaktır" dedi. Sonra da orada bulunanların hepsine dönüp şunu ekledi: "Enerji geçişi ve dijitale geçiş çevreyi daha önce görülmedik boyultarda tahrip edecek. Şurası kesin ki bu yeni uygarlığı inşa etmeye yönelik çabalarınız ve yerküreden bu uğurda istenen haraç öyle devasa boyutlarda ki hedefe ulaşılabileceği bile şüpheli." Sözlerini kâhince uyarılarla bitirdi: "Gücünüz sizi öyle körleştirdi ki okyanusu gören denizcinin, dağın dibinde duran dağcının alçakgönüllülüğü nedir bilmiyorsunuz artık. Oysa son sözü hep doğanın güçleri söyler!"

Yaşlı bilge hayal ürünü tabii ki. Ne COP 21'de sahneye çıktı ne de RER B hattını kullanıp inzivaya çekildiği yere döndü. Buna karşılık, o gün Bourget'de hazır bulunan 196 delegasyon[21] Paris Anlaşması'nı imzaladılar ve Herakles'in on üçüncü görevi için kolları sıvadılar ama şu can alıcı soruları hiç sormadılar: Nadir metaller olmadan bu sözleşmenin hiçbir hükmü olamayacağına göre bu metalleri nereden ve nasıl tedarik edeceğiz? Bir zamanlar kömür ve petrolle oynanan satranç oyunu artık yenilendiğine göre bu yeni oyunda kazananlar ve kaybedenler olacak mı yine? Bu metallerin düzenli tedariğini sağlamak ekonomilere, insanlarımıza ve çevreye ne tür bedeller yükleyecek?[22]

Altı yıl boyunca yaklaşık bir düzine ülkede dünyayı derinden değiştirmeye başlayan bu yeni nadir metaller konusunda araştırma yaptık. Bunun için tropikal Asya'da madenlere girmemiz, Palais-Bourbon'un koridorlarında milletvekillerinin fısıldaşmalarına kulak kabartmamız, çift motorlu uçakla Kaliforniya çöllerinde uçmamız, Güney Afrikalı bir kabilenin kraliçesi önünde eğilmemiz, İç Moğolistan'daki "kanser köylerini" ziyaret etmemiz, Londra'nın pek saygıdeğer kurumlarında saklanan eski parşömenlerin tozunu almamız gerekti.

Dört kıtada nadir metallerin gizli, ketum dünyasında çalışan kadınlar ve erkekler dijital dönüşüm ve enerji geçişi konusunda bambaşka, çok daha karanlık bir hikâyeyi paylaştılar bizimle. Anlattıklarına göre, fosil kaynakların dümen suyunda ortaya çıkan bu yeni malzemeler insanlığa ve gezegenimize daha yeşil, daha kardeşçe, daha basiretli bir dünyayı müjdeleyen hizmetler sunmuyordu, hatta tam tersi söz konusuydu!

Büyük Britanya dünya kömür üretimi üzerindeki hegemonyası sayesinde 19. yüzyıla egemen olmuştu; 20. yüzyılda olan bitenlerin büyük bölümü, ABD ve Suudi Arabistan'ın petrol üretimi ile petrol yollarının güvenliğinin sağlanması bağlamında okunabilir; 21. yüzyılda ise bir devlet kendi egemenliğini nadir metaller ihracatı ve tüketimine dayandırmak üzeredir. Bu devlet Çin'dir.

Ekonomi ve sanayiyi ilgilendiren şu tespiti en başından ortaya koyalım: Enerji geçişini benimsemekle kendimizi Çin ejderinin ağzına atıyoruz. Orta İmparatorluk[23] enerji geçişinin iki ayağı olan düşük karbon salımlı enerjilere ve dijital teknolojilere geçiş için vazgeçilmez olan çok sayıdaki nadir metalin üretiminde önder, bazı örneklerde tekel durumundadır. Hatta ileride açıklayacağımız inanılması güç koşullarda,

nadir toprak elementleri denilen ve yeri pek zor doldurulabilen,[24] sanayi tesislerinin vazgeçmesi neredeyse imkânsız en stratejik metal sınıfının yegâne tedarikçisi halini aldı (nadir toprak elementlerinin sanayideki başlıca kullanımları konusunda bkz. Ek 14).

Batı ülkeleri böylelikle, yeşil ve dijital teknolojilerinin, başka deyişle gelecekteki sanayilerinin en değerli yanının kaderini tek bir ulusun ellerine teslim etmiş oldu. Bu kaynakların ihracatını sınırlayan Çin daha çok kendi teknolojilerini geliştirmeye odaklanıyor ve ekonomi alanında dünyanın geri kalanıyla ilişkilerini sertleştirmekten kaçınmıyor. Bunun doğrudan sonucu ise, Paris, New York ya da Tokyo'da ağır ekonomik ve toplumsal etkiler ortaya çıkması olacaktır.

İkinci tespitimiz ise ekolojiye dair: Daha ekolojik bir büyüme modeli arayışımız bizi yer kabuğunu yoğun biçimde işlemeye, oradaki etkin bileşenleri yani nadir metalleri çıkarmaya zorladı; bunun çevre üzerindeki etkileri petrol çıkarılmasının etkilerinden çok daha ağır oldu. Enerji modelimizin değişmesini desteklemek aşağı yukarı on beş yılda bir nadir metaller üretiminin öncekinin iki katına çıkmasını gerektiriyor. Nitekim önümüzdeki 30 yılda insanlığın 70.000 yıl boyunca çıkardığından daha fazla maden çıkarması gerekecek. Oysa bu alanda yavaş yavaş kendini göstermeye başlayan kıtlıklar Jeremy Rifkin'in, *green tech* endüstrisinin ve Papa Francis'in hayalleri boşa çıkarabilir, bilge münzevimizi haklı çıkarabilir.

Üçüncü tespitimiz ise askeri ve jeopolitik nitelikli: Batılı orduların en gelişmiş teçhizatının (robotlar, siber silahlar, Amerika'nın en gözde avcı uçağı F-35 gibi savaş uçakları) devamlılığı da kısmen Çin'in iyi niyetine kalmış bulunuyor. Amerikan yönetimi Güney Çin Denizi'nde ABD ile Çin arasında patlak verebilecek bir savaşa hazırlanırken[25] Amerikan istihbarat kurumlarını en üst düzeyde meşgul ediyor.

Kaldı ki bu yeni malzemeleri elde etmeye yönelik yarış, en bereketli maden yataklarının ele geçirilmesi için yaşanan gerginlikleri artırmakta ve bölgesel çatışmaları açgözlülüğün el uzatamayacağı sanılan kutsal alanlara taşıyor. Nadir metaller konusundaki açlık aslında dünya nüfusunun 2030 yılında 8,5 milyara ulaşacak olması,[26] yeni yüksek teknoloji tüketim tarzlarının ortaya çıkması ve gelişmekte olan ülkeler ile Batılı ülkeler arasında ekonomik alandaki yakınlaşmanın güçlenmesiyle körüklenmektedir.

Fosil yakıtlardan kendimizi kurtarmak isterken, eski bir düzenden yeni bir dünyaya geçerken, aslında yeni, üstelik daha da güçlü bir bağımlılık yaratıyoruz. Robotik, yapay zekâ, dijital hastane, siber güvenlik, tıbbi biyoteknolojiler, bağlantılı nesneler, nanoelektronik, sürücüsüz taşıtlar... Geleceğin ekonomisinin en stratejik alanları, hesaplama becerilerimizi yüz kat artıracak ve enerji tüketme tarzlarımızı modernleştirecek tüm teknolojiler, gündelik hareketlerimizin en küçüğü, hatta en önemli kolektif tercihlerimiz bile nadir metallere bağımlı hale gelecek. Bu kaynaklar 21. yüzyılın hissedilir, elle tutulur temel kaidesi olacak. Oysa bu bir iptila ve bu iptila hiçbir kâhinin öngörmediği bir geleceğin ana hatlarını çizmeye koyuldu bile. Doyuramadığımız petrol ve kömür açlığımızın yol açtığı kıtlık, çatışma ve krizlerden kurtulabileceğimizi sanıyorduk, ama bunların yerine eşi benzeri görülmedik kıtlık, çatışma ve krizlerden oluşan yeni bir dünya koymaktayız.

Çaydan kara altın yani petrole, küçük hindistancevizinden laleye, güherçileden kömüre kadar hammaddeler hep büyük keşiflere, savaşlara ve imparatorluklara yön verdiler. Tarihin akışını sık sık değiştirdiler.[27] Dünyayı değiştirme sırası artık nadir metallerde. Çevreyi kirletmekle yetinmeyip ekonomik dengeleri ve gezegenimizin güvenliğini tehlikeye atıyorlar. Çin'in 21. yüzyıldaki yeni otoritesini pekiştirdikleri gibi Batı'nın milenyum başında başlayan zayıflamasını da hızlandırdılar.

Bununla birlikte, nadir metaller savaşı henüz kaybedilmiş sayılmaz. Çin maden çıkarma çalışmalarının çevre üzerindeki etkisini hiç hesaba katmayarak müthiş bir hata yaptı ve Batı karşı hamlede bulunmuş sayılır: 2023 yılında Avrupa Birliği tarafından çıkarılan kritik kaynaklar yasası (Critical Raw Materials Act) bunun göstergesi. Yasa yeraltı kaynakları üzerindeki hükümranlığı yeniden kazanmanın temellerini atıyor. Öte yandan henüz bilmediğimiz teknik ilerlemeler sayesinde zenginlik ve enerji üretme şeklimizin dönüşeceği de kesin.

Elinizdeki kitap tüm bunlar olup biterken, yaklaşmakta olan dünyanın karşı-tarihini anlatmak istiyor. Sayısız vaatte bulunan teknolojik bir serüvenin gizli tarihi bu, ama çözüm getirmeyi görev edindiği tehlikelerle yarışacak devasa boyutlarda yeni tehlikelere gebe olan cesur ve hırslı bir arayışın kulis haberlerini de okuyucuya taşımak niyetinde.

DİPNOTLAR

Bu ibare çiftçi, yazar ve düşünür Pierre Rabhi'den gelmektedir (1938-2021). Rabhi tüketim tarzlarımızda basitlik ve itidalden yanaydı. Bkz. Pierre Rabhi, *Vers la sobriété heureuse*, Actes Sud, 2010.

2 Yuval Noah Harari, *Sapiens. Une brève histoire de l'humanité*, Albin Michel, 2015 [*Hayvanlardan Tanrılara Sapiens: İnsan Türünün Kısa Bir Tarihi*, Kolektif Kitap, 2017].

3 "COP 21: Fabius présente un projet d'accord 'juridiquement contraignant'", *Libération*, 12 Aralık 2015.

4 Birleşmiş Milletler İklim Değişiklikleri Çerçeve Sözleşme Tarafları 21. Konferansı.

5 Örneğin bir ton portakal çiçeği yaprağı damıtıldığında ancak 1 kilogram esansiyel yağ verir.

6 Bir kilogram kokain elde etmek için 500 kilogram koka yaprağı gerekir.

7 Bir kilogram kayaçta ortalama 120 miligram vanadyum, 66,5 miligram seryum, 19 miligram galyum ve 0,8 miligram lutesyum vardır.

8 Jacob A. Marinsky ve Lawrence E. Glendenin ile.

9 Jeremy Rifkin, *The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World*, Palgrave Macmillan, 2011 [*Üçüncü Sanayi Devrimi: Yanal Güç, Enerjiyi, Ekonomiyi ve Dünyayı Nasıl Dönüştürüyor*, İletişim Yayınları, 2021].

10 Jeremy Rifkin birçok kent ve bölge için (Teksas'ta San Antonio, Monako, Roma, Utrecht, Luxembourg) "*master plan*/nazım plan" yapmıştı. Ortaya çıkan sonuçlar karışık, hatta tartışmalıdır.
Bkz. Erwan Seznec, "Hauts-de-France: mais où est donc passée la troisième révolution industrielle?", *Mediacités*, 4 Aralık 2020. 2022 yılında, Hauts-de-France bölgesinde inşaat, enerji, hareketlilik ve endüstriyel ya da tarımsal üretim konularında şirketler, yerel yönetimler, araştırma ve eğitim kurumları, dernekler tarafından 1.200 civarında proje yürütülüyordu. Bölge yönetimi kaynakların kullanılabilirliği, biyoçeşitliliğin korunup sürdürülmesi ve sağlık üzerindeki etki sorunlarını da çalışmalarına dahil ederek hedefleri doğrultusunda çalışmaya devam etti, bkz. Claude Lenglet ve diğ., "Rev3. Une prospective 2022-2032", CCI Hauts-de-France, Ekim 2022.
Luxembourg'daki sonuçlar da karışık. 2021 sonunda ekonomi bakanı 2015 Paris sözleşmesi tarafından gerekli bulunan iklim hedeflerine uyulabilmesi için süreci uzattı. Bkz. "Étude stratégique de la 3e révolution industrielle pour le Luxembourg: état des lieux 2021 des 49 mesures stratégiques", Chambre de commerce et Inspiring More Sustainibility (IMS) Luxembourg, 2021. Jeremy Rifkin 2022 Aralık ayından itibaren Türkiye'de ana muhalefet partisine danışmanlık yapmaktadır. Bkz. "CHP lideri ABD'li ekonomisti danışman olarak atadı", *Hürriyet Daily News*, 1 Aralık 2022.
Yenilenebilir enerjiler hidrolik, biyokütle, güneş ve rüzgâr enerjisi gibi diğer enerji tiplerini de içermektedir. Bu kaynakların %15'i de jeotermal ve güneş kaynaklı olmak üzere yenilenebilir ısıdan oluşur.
Geleneksel biyokütle (odun enerjisi, tarımsal atıklardan kaynaklanan katılardan elde edilen) enerjisi yenilenebilir enerjilerin önemli bir bölümünü

(2020 yılı verileriyle yaklaşık dörtte birini) oluşturur. Bkz. "World Energy Outlook 2022", International Energy Agency, 2022.

12 Mayıs 2022 tarihli REPowerEU planı pek iddialı olan %45'lik bir yeni hedef tanımladı. Bkz. "Factsheet: RePowerEU actions", Commission européenne, 18 Mayıs 2022. Geleneksel biyokütle Avrupa Birliği'ndeki yenilenebilir enerjilerin aşağı yukarı %60'ına denk düşüyor. Bkz. "Brief on biomass for energy in the European Union", Joint Research Centre, Commission européenne, 2019.

13 Christine Parthemore ve John Nagl, *Fueling the Future Force: Preparing the Department of Defense for a Post-Petroleum Era*, Center for a New American Security, Eylül 2010.

14 Amerikan ordusu 2030 yılına kadar yabancı ülkelerdekiler de dahil olmak üzere bütün askeri üslerinde karbon kaynaklı olmayan elektriğe geçmek, 2035 yılına kadar da her üste yenilenebilir enerji ile çalışan bir mikro şebeke kurmak ve taktik olmayan araçlar dışında bütün araç filolarını elektrikli araçlarla yenilemek istiyor. Bkz. *United States Army Climate Strategy*, Department of the Army, Office of the Assistant Secretary of the Army for Installations, Energy and Environment, Şubat 2022. Ordular bünyesinde enerji kazanımlarının ayrıntılı biçimde incelendiği kaynaklar için bkz. Constantine Samaras ve diğ., "Energy and the military: Convergence of security, economic, and environmental decision-making", *Energy Strategy Reviews*, c. 26, Kasım 2019.

Fransa'da ise Savunma Bakanlığı enerji geçişine yönelik çok sayıda proje yaptırıyor. Service d'infrastructure de la Défense [Savunma Altyapı Hizmetleri] (SID) 2.000 hektarlık arazide "fotovoltaik çözümler" öngörüyor; bir askeri üssün enerji öz-tüketimini sınamak amacıyla ENSSURE (ENergy Self SUfficient REsilient military base) değerlendirmelerini yapıyor, benzer şekilde Coëtquidan (Morbihan) askeri kampında biyogaz deneyleri gerçekleştiriyor. Bkz. Service d'infrastructure du ministère des Armées internet sitesi. Aynı konuda bkz. "Le SID, acteur majeur de la transition énergétique des Armées", *Le Moniteur*, 25 Ocak 2022.

15 Petrol ve su ikmal konvoyları sahada bir zayıflık noktası oluşturur. Army Environmental Policy Institute (ABD) tarafından sağlanan verilere göre bu konvoylarda 3.000'den fazla ölü ve yaralı vardı ki bu da Amerikan ordusunun Irak ve Afganistan'daki insan kayıplarının %10 ile %12'sini temsil ediyordu. Bkz. David Eady ve diğ., "Sustain the Mission Project: Casualty Factors for Fuel and Water Resupply Convoys", Army Environmental Policy Institute, Eylül 2009.

16 Fransa'daki telekomünikasyon ve robotik alanlarındaki yüksek teknolojili sayısız proje Agence de l'innovation de défense/Savunma İnnovasyon Ajansı (AID) tarafından yürütülmektedir. Bkz. "Bilan d'activités 2021", ministère des Armées.

17 "On the front lines of Ukraine war: tech and social media", *South China Morning Post*, 18 Şubat 2023.

18 Uluslararası Enerji Ajansı tarafından önerilen fosil enerjilerin azaltılması ile ilgili en iyimser senaryoda petrole dünya çapındaki talep 2050 yılına kadar %76 oranında azalacaktır, yani günde 23 milyon varil olacaktır (2021 yılında ise bu sayı 94,5 milyon varildir). Doğalgaz talebi 4.210 milyon metre-

küpten 1.160 milyon metreküpe düşecektir; kömür talebi ise 5.640 milyon tondan 540 milyon tona kadar gerileyecektir. Bkz. "*World Energy Outlook 2022*", International Energy Agency, 2022.

19 International Renewable Energy Agency (IRENA) tarafından öne sürülen "1,5 °C" senaryosu 2030 yılına kadar yenilenebilir enerji ağlarında dünyada 38 milyon yeni iş, enerji geçişini ilgilendiren diğer sektörlerde de 50 milyondan çok iş yaratılacağını öngörüyor. *World Energy Transitions Outlook 2022*. 1,5 °C Pathway, IRENA, Mart 2022.

20 Bkz. Florentin Krause, Hartmut Bossel ve Karl-Friedrich Müller-Reißmann'ın "beyaz defteri": *Energie-Wende: Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran*, S. Fischer Verlag, 1980.

21 195 devlet ve 1 Avrupa Birliği delegasyonu ile toplam 196.

22 İklim değişikliği konulu Paris Anlaşması'nda "metaller", "mineraller" ve "hammaddeler" terimleri bir kez bile geçmemektedir. Aynı şekilde Aralık 2018 tarihinde Katowice'de (Polonya) toplanan COP 24 kararlarından hiçbiri madenlerle ilgili değildir. Birleşmiş Milletler İklim Değişiklikleri Çerçeve Anlaşması (UNFCCC) basın servisinin aktardığı üzere görüşmeler sırasında "mineral kaynaklar meselesinin tartışılıp tartışılmadığını bilmiyoruz" ("*We are not aware of a specific discussion on the question of mineral resources*").

23 Pitron yazdığı metinlerde ara sıra, eskiden Çinlilerin kendi ülkelerini adlandırmakta kullandıkları ifadelerin Fransızcadaki karşılığı "*L'Empire du Milieu*" ifadesini kullanabiliyor – ç.n.

24 Nadir metallerin çoğunun yerine başka bir malzeme kullanılamaz. Bkz. Rapor: *Study on the Critical Raw Materials for the EU*, 2023, Commission européenne, 2023. Bu konuyla ilgili olarak Avrupa Birliği tarafından 2017 yılında yayınlanan kritik hammaddelere ilişkin 3. listedeki EI/SR, yerine kullanma göstergelerine (ekonomik önem/tedarikte kıtlık riskine) bakınız.

25 "America and China are preparing for a war over Taiwan", *The Economist*, 9 Mart 2023. Bu konuyla ilgili başka bir kaynak için Bkz. "War Games T-Day, The battle for Taiwan", Reuters Investigates, 5 Kasım 2021.

26 *World Population Prospects 2022*, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, United Nations, 2022.

27 Michèle Bilimoff, *Histoire des plantes qui ont changé le monde*, Albin Michel, 2011. Aynı konuda bkz. Bill Laws, *50 plantes qui ont changé le cours de l'histoire*, Éditions Ouest-France, 2011.

1. Bölüm

Nadir Metallerin Laneti

"Niye geldiniz buraya kadar? Burada işiniz yok!" Kırklarında bir erkek siyah Audi'sini yanımızda durdurdu; dik bakışlarla süzüyor bizi. Adamlarından biri daha geliyor, hemen sonra motorlu biri daha. "Gidin, burası tehlikeli! Başımıza iş açılsın istemiyoruz!" Üçü de açıktan düşmanca davranmaya başlıyor. Gerilim tırmanıyor. Arabayı süren, "Defolun buradan!" diye bağırıyor. Ağız dalaşının başından itibaren, tepenin yamacına iliştirilmiş tuhaf bir çadıra bakarak, vakit kazanmak istediğimizi anladı.

Bize kılavuzluk eden Wang Jing eski bir madenci, "Yine burada çalışmaya başlamışlar! Bu ocakların çok uzun zamandır kapalı olduğuna emindim" diye fısıldıyor. Hemen her yanda gördüğümüz eksiksiz malzemeler ve drenaj boruları şüphelerimizi doğruluyor. Çadır iki yüz metre ötemizde, çöktürme havuzlarına ve oyulmuş kayaçlara tepeden bakıyor. Bu kampın nadir metal arıtmakla uğraştığı kesin. Maden cevherleri nereden çıkarılıyor? Wang Jing, "Etrafımızdaki ocaklardan tabii ki, ama bir de tepenin öteki yamacında uçsuz bucaksız, uzayıp giden eli değmemiş ocaklar var" diyor.

İki gün önce, 2016 yılının Temmuz ayında, Pekin'in 1.700 kilometre güneyinde, Jiangxi Eyaleti'ndeki bir yerleşim yeri olan Ganzhou'nun

küçük havaalanına ayak basmıştık. Ardından madenlere varmak için saatlerce güneye doğru yol aldık. Otoyol orada, pirinç tarlalarının adım adım alçalan taraçalarıyla çevrili harap bir şoseye ayrılıyor. Bölük pörçük asfalt parçaları üzerinde on-on beş kilometre daha gidiyoruz, başlarında *caomao* (geleneksel sivri uçlu şapkalar) olan kadınlar ve moloz taşıyan kısa römorkların ve çekçeklerin arasından kıvrıla kıvrıla geçiyoruz. Nan Kang Dağları'nın eteğindeki tepelerde lotus ve palmiye ormanları uzayıp gidiyor. Cömert ve muhteşem, organik bir krallık burası; dalları budakları göğün mavisine kadar uzanıyor.

Burası gezegenimizin nadir metal çıkarılan en önemli alanlarından biri.

Nadir Metalleri Tanımlayalım

Doğa hammadde konusunda bazen müthiş cömert bazen de müthiş elisıkı davranabilir. Kavak ve çam gibi pek bilinen orman ağaçları yanında bir de Mozambik abanozu ya da Madagaskar gül ağacı gibi nadir ahşaplar vardır. Laleler Hollanda'da tarlaları boydan boya kaplayabilir, ama Hollanda kelebek orkidesi gibi çiçekleri hiç göremeyiz çiçek tezgâhlarında. Her tarafta kuşlar var, Batı Avrupalı avcıların akşamlarını şenlendiren yeşilbaş ördek gibi sayısız kuş var etrafta. Bir de Normandiya'nın ötücü kuğuları gibi daha az göze çarpanlar var.

Metaller de buna benziyor: En bol olan demir, bakır, çinko, alüminyum ya da kurşun otuz kadar nadir metalle birlikte bulunuyor.[1] Amerikan İçişleri Bakanlığı'na bağlı bir kamu kuruluşu olan Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS, United States Geological Survey) ve Avrupa Komisyonu bu konuyla ilgili çok sayıda liste hazırladı.[2] Bu listeleri okuduğumuzda zırcahil olduğumuzu hemen anlıyoruz: Ağır ya da hafif nadir toprak elementleri, germanyum, tungsten, antimon, niyobyum, berilyum, galyum, kobalt, vanadyum, tantal vb. diye bir şeyler varmış.

Bu metallerin pek çok ortak özelliği var.[3]

- Bol bulunan metallere bağlanmışlar, yerkabuğunda bu metallere, çoğu zaman çok küçük oranlarda karışmışlar. Kendimize bir kerteriz belirleyelim: Yerkabuğunda en bol bulunan elementler oksijen (%46), silisyum (%28), alüminyum (%8) ve demirdir (%5,5). Oysa neodimyum ve galyum doğada demirden sırasıyla 1.400 ve 3.000 kez daha az bulunur.[4]

• Bu durum piyasalara kaçınılmaz biçimde yansır; büyük medya kuruluşlarının gözüne takılmayan çok küçük yıllık üretimler söz konusudur. 2022 yılında 2,6 milyar ton demire karşın yaklaşık 300.000 ton nadir toprak elementi çıkarılmıştır, yani 9.000 kat daha az. Galyum da aynı durumda: Yılda 22 milyon ton bakıra karşılık 500 ton galyum üretilmiştir, yani 40.000 kat daha az.[5]

• Dolayısıyla nadir metaller pahalıdır: 2022 yılında bir kilogram galyum yaklaşık 350 dolar ediyordu, yani demirden neredeyse 3.000 kat pahalıydı; germanyum ise galyumdan 5-10 kat daha pahalıdır![6]

• Son olarak da nadir metallerin, başta insanın karbon ayakizini sınırlandırmaya çalışan yeni teknolojileri, özellikle de "yeşil" denilen (*green tech*) teknolojileri üreten sanayicilerin tutkun olduğu olağanüstü özelliklere sahip olduğunu belirtelim.

Yeni Enerjilerin Taşıyıcıları

İnsan toplumları çok eski zamanlardan beri sayısız enerji kaynağını (rüzgâr, termik, güneş) mekanik enerjiye dönüştürmeye çalıştı.

Örneğin yel değirmeni rüzgâr enerjisinin önce kanatları, ardından çarkı, en sonra da zeytin ya da taneleri ezen mekanik bir değirmen taşını hareket ettirdiği araçtır. Buhar makinesi ise su buharı tarafından taşınan termik enerjiyi, pistonlar sayesinde bir lokomotifi hareket ettirmek üzere mekanik enerjiye dönüştüren motordur. İçten yanmalı motordaysa, bu sefer benzinin yanmasıyla ortaya çıkan termik enerji pistonları, dolayısıyla taşıtı hareket ettirir. Aslında yüzyıllardır hareket yaratan makineler imal ediyoruz.[7] Hareket imkânımızı ne kadar artırırsak, o denli hızlı yer değiştirip ticaret yapabiliriz; makinelere ve diğer robotlara yeni işler verebilir, üretkenliği artırıp daha çok kâr sağlayabiliriz.

Makinelerin en iyi şekilde işlemesini sağlamak için, onları ucuz ve bol enerjiyle beslememiz gerekir. Ekonomik büyüme hedefine ancak bu koşulla ulaşabiliriz. Bu yüzden hemen hemen üç yüz yıldır hiç durmadan boyut/güç/fiyat açısından hep daha etkili motorlar üretiyoruz. Bu motorlar kaynak tüketimi bakımından hep daha verimli ve pratik olmalarının yanı sıra daha çok mekanik enerji de üretebiliyorlar.

Nadir metaller işte burada devreye giriyor. Bu metallerin varlığı 18. yüzyıldan beri minerologlar tarafından biliniyordu, ama sanayi

alanında kullanılabilecekleri bir yer bulunmadığı için kimsenin ilgisini çekmemişlerdi. Ancak 1970'li yıllardan itibaren insanlar bu metallerden bazılarının[8] olağandışı manyetik özelliklerinden yararlanmaya ve son derece güçlü mıknatıslar imal etmeye başladılar.

Elektrik akımı bir elektrik motorunun statoru üzerindeki bobinlerden geçmeye başladığında, ortaya hareket yaratan bir kuvvet çıkar ve bu da rotor üzerinde bulunan kalıcı mıknatısları devreye sokar. En küçük elektro-mıknatısın boyu bir topluiğne başı kadardır. Şimdiye kadar imal edilmiş en büyük elektro-mıknatısın dıştan dışa çapı 5 metre, ağırlığı da 132 tondur ve Fransa'da Essonne bölgesindeki Saclay Atom Enerjisi Komisyonu'nda bulunmaktadır.[9] Benzinli motor ya da buhar makinesi için piston neyse, ister minicik ister devasa olsun mıknatıs da elektrik motorları için odur. Elektro-mıknatıslar küçüklü büyüklü milyarlarca motor imal etmemizi sağladılar; bunlar da her gün bizim yerimize bıkıp usanmadan belirli hareketleri tekrarlayıp duruyorlar: Motorlu bisiklete binebiliyor, bir sürü lokomotifi harekete geçirebiliyor, elektrikli diş fırçasını titretebiliyoruz; ya da cep telefonu kullanabiliyor, arabamızın camını indirip kaldırabiliyor, asansörü bir gökdelenin son katına çıkarabiliyoruz. 2030 yılına kadar hiç değilse elektrikli taşıtlar için[10] 10 ila 12 iki kat daha fazla mıknatısa ihtiyaç duyulacağı tahmin ediliyor.

Aslında toplumlarımız, bilmeden, tümüyle manyetikleşti; öyle ki nadir metal içeren mıknatıslar olmasa dünyanın çok daha yavaşlayacağını ileri sürmek abartılı olmaz...[11] Bir dahaki sefer, koleksiyonunu yapıp buzdolabınızın kapağına yapıştırdığınız rengârenk mıknatıslı süslerle oynarken aklınızda olsun!

Enerji Alanında Yaşanan Değişikliğin Kökeninde Teknolojik Bir Devrim Yatıyor

Elektrikli motorlar insanlığın refahını ölçüsüzce artırmakla kalmadı; yaptıkları en önemli iş enerji geçişini makul bir hipotez olarak kabul ettirmeleriydi. Elektrikli motorlar sayesinde hiç kömür ve petrol kullanmadan azami derecede hareket ve zenginlik üretebildiğimizi keşfettik. Elektrikli araçların kısa sürede bütün geleneksel çekicilerin yerine geçecek şekilde programlanmasına şaşırmamak gerekir. Gemilerin seryrüseferinde, güneş enerjisiyle çalışan Solar Impulse uçağının dünyanın etrafında uçurulmasında, uzay sondaları ve uyduların fır-

latılmasında, otomativ piyasasını altüst eden bir sürü aracı hareket ettirmede daha şimdiden kullanılıyorlar.[12] Bu motorlar tabii ki elektrik bataryalarına bağlı, rotordaki mıknatısları hareket ettirecek manyetik alanı yaratan statordaki bobinleri bu bataryalar besliyor. Bununla birlikte, nadir metaller temiz elektrik üretmeyi de mümkün kılıyor: Bazı rüzgâr türbinlerinin rotorlarını döndürüp[13] fotovoltaik panellerle güneş ışınlarını elektriğe dönüştürüyor.[14] Üretimden nihai tüketime kadar enerji çevriminin büyük bölümünü temiz tuttukları için nükleer santrallerin, kömür ya da petrolle beslenen santrallerin olmadığı bir dünya düşlememizi mümkün kılıyorlar.

Nadir metaller sayısız yeşil teknoloji açısından elzem sayılmalarına yol açan kimyasal, katalitik ve optik başka pek çok özelliğe daha sahip oldukları için daha işin başında olduğumuzu söyleyebiliriz.[15] Bu özellikleri ayrıntılı biçimde ele almak ayrı bir kitap yazmayı gerektirir, ama şu kadarını söyleyelim ki bu metaller taşıtların egzoz gazlarının hapsedilmesinde, düşük enerjili ampüllerin[16] çalışmasında, daha hafif ve daha dayanıklı yeni sanayi malzemelerinin tasarlanmasında ve bu sayede taşıtlar ile uçakların enerji tüketiminin daha verimli hale getirilmesinde kullanılıyorlar. Bundan iki bin yıl önce İbraniler Sina Çölü'nü gökten kendilerine indirilen tanrısal bir besin olan kudret helvası sayesinde geçebilmişlerdi. Bugünse ekolojik şölenin sofrasında bize yeni, ama bu sefer yeraltında yatan bir bereket boynuzu takdim ediliyor. Her yeşil uygulamanın kendi nadir metali vardır. Bir iyilik perisi tarafından kollandığımıza şüphe yok.

İşin en şaşırtıcı yanı bu metallerin yarı iletken özelliklere sahip olmaları nedeniyle dijital aygıtlardan geçen elektrik akımlarını değiştirtebilmeleri ve bu sayede yeni iletişim ve bilgi teknolojileri açısından elzem olmalarıdır. Bir zamanlar ayrı işlevler yüklenen yeşil teknolojiler ve dijital teknolojiler artık birbirine yaklaşmakta: "Akıllı" denen ağlarda tüketiciler ile üreticiler arasındaki enerji akışı hep daha gelişmiş algoritmalar ve yazılımlar kullanılarak düzenleniyor. Nitekim her geçen gün daha çok evde kullanılmaya başlayan Linky ve Gazpar sayaçları buna yarıyor. Yarının akıllı kentlerinde, aydınlatmayı kaldırımların kullanım sıklığına göre ayarlayabilen sensörlerle sokakları donatarak %65'e kadar enerji tasarrufu sağlayabileceğiz; aynı şekilde hava tahmini yapan yazılımlar sayesinde güneş panellerinin performansı da %30 oranında iyileştirilebilecek.

Dolayısıyla sözünü ettiğimiz iki geçişinin her biri diğerine muhtaç.[17] Dijital teknoloji *green tech*'e eşlik eder ve etkisini katbekat artırır. İki teknoloji alanının yakınlaşması benzersiz bir enerji bolluğu çağı başlatıp yeni sanayi sektörlerini harekete geçiriyor ve daha şimdiden dünya genelinde 12 milyondan çok istihdam yarattı bile.[18] Talih kuşu diye buna denir, nitekim bunu siyasi yöneticilerimiz de anlamış olmalı ki Avrupa Birliği söz konusu yeni pazarların açılmasını hızlandırmak amacıyla üye ülkelerin 2030 yılına kadar 1990 yılı düzeyine göre CO_2 salımlarını %55 azaltmalarını ve enerji tüketimlerinde yenilenebilir enerji payını %32 düzeyine çıkarmalarını emretti.[19] Hem, böyle bir yola girmişken neden duralım ki? Fransa'da kurulu négaWatt isimli derneğe göre "Fransa'nın bütün enerji ihtiyacı 2050 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarıyla karşılanabilecektir."[20]

Nadir Metal Tüketimi Hızlanıyor

Teknik icatların çeşitlenmesi işlenen metal tiplerinin çoğalmasına yol açtı. İnsanlık Antikçağ ile Rönesans arasında sadece yedi metalden yararlanmaktaydı,[21] 20. yüzyılda on kadar, 1970'li yıllardan itibaren yirmi kadar metal kullanmaya başladı. O günden itibarense Mendeleyev'in periyodik tablosundaki 86 metalin neredeyse tamamını kullanmaktadır (Ek 1).

İşin en önemli yanı tüketimlerinin tam anlamıyla patlamış olmasıdır; üstelik henüz işin pek başındayız. Bir yandan dünyada kullanılan başlıca üç enerji kaynağının (kömür, petrol, gaz) tüketimi sabitlenecek ya da azaltılacak veya ılımlı bir artış gösterecektir.[22] Öte yandan, nadir metallere olan talepte artış öngörüsü müthiş yüksektir. Günümüzde her yıl 10 milyar tondan daha fazla, yani günde 2.500 Eyfel Kulesi'nden daha çok çeşitli metal tüketiyoruz[23] (bkz. Ek 2: "Dünya metal üretiminin gelişimi" ve Ek 3: "Nadir toprak elementleri üretiminin evrimi"). Ancak Uluslararası Enerji Ajansı'nın öngörülerine bakılırsa 2040 yılına kadar 2020 yılı verilerine kıyasla nadir toprak elementlerinin tüketimi 7 kat, nikel 19, kobalt 21, grafit 25 kat ve lityum 42 kat artacaktır[24] (2020 ile 2040 yılları arası dönem için bazı metaller ve nadir minerallere ilişkin öngörülen talep artışı konusunda bkz. Ek 4). Açıkça görülen bir şey var ki nadir metallere ve minerallere hücum yaşanacak. Ayakta kalmak için artık tek dayanağı yeşil ve dijital teknolojilerin yükselişi olan kapitalizm

önceki iki sanayi devriminin yakıtlarına gittikçe daha az bağımlı olacak ama geçişi sağlayacak metallere gittikçe daha çok bağımlı hale gelecektir.

ABD Jeoloji Araştırmaları Kurumu ve Avrupa Komisyonu'nun Hammaddelerden Sorumlu birimi nadir metallerin dünyadaki üretim alanlarının haritasını çıkardı. Bu haritayı incelediğimizde Güney Afrika Cumhuriyeti'nin iridyum, platin ve rodyum, Rusya'nın paladyum, ABD'nin berilyum, Brezilya'nın niobyum, Türkiye'nin bor, Kongo Demokratik Cumhuriyeti'nin kobalt ve tantal üretiminde önemli yeri olduğunu öğreniyoruz. Yine de bu nadir metallerin çoğu Çin'deki madenlerden temin ediliyor. Germanyum, galyum, bizmut, magnezyum, ama daha da önemlisi, yeşil metallerin kralları sayılan, şaşırtıcı elektromanyetik, optik, katalitik ve kimyasal özellikleri nedeniyle diğer hepsinden hem daha yüksek performansa sahip hem de daha ünlü olan nadir toprak elementleri için durum böyledir. Büyük bir ailenin uzak diyarlardan gelen üyelerini andıran bu 17 element şunlardır: skandiyum, itriyum, lantan, seryum, praseodim, neodimyum, samaryum, evropiyum, gadolinyum, terbiyum, disprosyum, holmiyum, erbiyum, tulyum, iterbiyum, lutesyum ve prometyum (bkz. Ek 5: "Kritik metal ve cevher üreten başlıca ülkeleri gösteren harita").

Nadir Toprak Elementleri, Karaborsalar ve Ekolojik Felaketler

Çin'in tropikal kuşağının tam ortasında yer alan Jiangxi önemli miktarda nadir toprak elementinin çıkarıldığı noktadır.[25]

Kimse bunu Wang Jing'ten daha iyi bilemez. Gür ve karışık saçlarının altından gülen gözlerle bakan, 24 yaşındaki bu çocuk yüzlü genç adamı Xing Quang köyünde tanıdık. Dağın bu kısmını gayet iyi biliyor, onun için de bize kılavuzluk yaparken hiç zorlanmıyor. Okaliptüs ağaçlarıyla sarılı bu yasadışı madende yıllarca çalışmış. Maden ocağında kadınlı erkekli madencilerle beraber kırmızı kayaçları nasıl parçaladığını, moloz parçalarını nasıl öğüttüğünü anlatıyor.

Günün yirmi dört saati, haftanın yedi günü durmadan, karınca gibi çalışan insanların yuvasıymış bu dağ. Ayda birkaç yüz avro alan madenciler kazmaların ve ekskavatörlerin kudurmuşçasına yardığı yerlerde uyuyorlarmış. Bu çılgın tempo sayesinde bu dağlardan, tepe-

lerden yüz binlerce ton maden cevheri çıkartılmış, ama iki yıl önce Çinli yetkililer bu vahşi çalışma tarzını yasaklamışlar. Yasadışı madencilik yapanlara ağır cezalar verilmiş. Birkaç yüz kilometre güneydeki Kanton [Guangzhou] Limanı'nda yabancı piyasalara gönderilecek metallere el konulmuş ve bu işi yapan aşağı yukarı on kişi hapse atılmış.

Ama ne önemi var: Gözü dönmüş birkaç kişi arazinin en zor ulaşılabilen kıvrımlarına yerleşip çalışmaya koyulmuş yeniden. Denildiğine göre yerel güvenlik güçlerinin çıkar karşılığı göz yumması sayesinde gizlice servet kazanmaktalarmış. Çin'deki muazzam karaborsa piyasası işte bu sayede ayakta kalıyormuş; bütün bu maden cevherleri işlenip dönüştürüldükten sonra dünyanın her yanına ihraç ediliyormuş.

Daha önce gözucuyla gördüğümüz faaliyetler buydu. Üç kaçak madencinin bildiği de bu. Motosikletli adam bizi yeniden tehdit ediyor. Çadırdan uzaklaşsak iyi olacak. İstediğimiz şeyi, nadir toprak elementlerinin çıkartılmasının çevreyi nasıl kirlettiğine dair kanıtları göremeden dönmek zorunda kalacağız galiba.

Wang Jing, "Tam bir zehir" diyor. "Maden cevherleri arıtıldıktan sonra kimyasal malzemeler doğrudan doğruya toprağa dökülüyordu." Sülfirik ve hidroklorik asitler etraftaki su kaynaklarını kirletiyordu; öyle ki "tek bir bitki bile bitmez oldu. Yaxi Dağları buradaki ilk evlerin uzağında olduğu için halk etkilenmişti, ama başka yerlerde konutlar çok daha yakındaydı" diye sürdürüyor sözlerini.

Çin topraklarının dört bir yanına dağılmış 10.000 kilometrekarelik, yani Lübnan'ın yüzölçümü kadar yer kaplayan maden ocakları ülkenin çevre kaynaklarının tahrip edilmesine büyük katkıda bulunmuş. Medyanın öne çıkardığı gibi kirlilik sadece kömür madenciliğinden kaynaklanmıyor; nadir metallerin çıkarılması da zarar veriyor çevreye. Öyle ki Orta İmparatorluk'ta kirlilik vakalarının sayısı hesap edilemeyecek kadar çok. Güneş panellerinde kullanılan nadir bir metal olan indiyum üreticisi altmış dolayında işletme 2006 yılında Güney'deki Hunan Eyaleti'ndeki Xiang Nehri'ne tonlarca kimyasal madde dökerek[26] bölge sakinlerinin içme suyu kaynaklarını tehlikeye atmış. 2011 yılında gazeteciler tasarruflu ampul imalatında kullanılan galyum adlı metal açısından zengin bir madenin, kıyı eyaletlerinden Fujian'ta Ting Nehri'ndeki ekosistemlere verdiği zararı haberleştirmişler.[27] 2016 yılındaki röportajımız için havaalanına ayak bastığımız Ganzhou'da

yerel basın rüzgâr türbinlerinin kanatları açısından elzem bir malzeme olan tungsten üreten bir işletmenin dağ gibi yığılan atıklarının Mavi Nehir'in bazı kollarını tıkadığını yazmış.

Kimliğini açıklamamayı tercih eden Çinli bir kadın gazeteci ülkenin doğusunda, Shandong'taki grafit madenlerinde (elektrikli arabaların imalatında kullanılan bir maden cevheri) geçerli çalışma koşullarının bu çağa hiç uygun düşmediğini aktarıyor. Yerkabuğunun oyulmasıyla oluşan kapkara tepeciklerin ortasında yükselen işleme tesislerinde "ağızları burunları basit birer maskeyle kapatılmış kadın ve erkekler asit dumanına ve kara renkli parçacıklara doymuş bir havada çalışıyorlar. Tam bir cehennem!" Bu manzaraya bir de fabrikaların zehirli atıklarının sızdığı kuyuları, zehirli mısır tarlalarını, asit yağmurlarını eklemek gerekir... Gazeteci sözlerini şöyle sürdürüyor: "Yerel yetkililer çevreye yönelik suçları kontrol altına almaya çok çabaladılar, ama otomobil üreticilerinin baskısına dayanamadılar."

Daha Yeşil Bir Dünya Kirli Metallere Bağlı

Daha temiz bir dünya için elzem olan metallerin üretiminin çevreyi kirleten bir süreç olması ilk bakışta anlamsız gelebilir. Bu da anlaşılır bir durum: Tüketicilerin çoğu ergenlik yıllarında doğabilimleri ve fizik-kimya derslerinde öğrendiklerini unutmuşlardır. Bilgilerimizi tazeleme zamanıdır.

Bunun için okul sıralarına dönmemize gerek yok. En yakın fırına gidip bir ekmek almak yeter. Herkes bilir ekmeğin içinde ne olduğunu: yeterince un, su, biraz maya ve bir tutam tuz. Madenden çıkartılan benzer büyüklükte bir kayaç için de durum aynıdır: "Birbirine karışmış" malzemeler gibi bu kayaçta da çok sayıda cevher bulunur.

Eğretilemenin peşine takılalım. Un elimizdeki kayacın ıskartaya çıkartılacak bölümüne denk düşer. Bizi ilgilendiren su: Su bütün her şeyi hesaba kattığımızda, yerkabuğunda en bol bulunan malzeme olan demire denk düşer. Ardından çok daha az miktarda kullanılan maya gelir: Maya demirden daha ender bir metal, bir "alt-metal" olan nikele benzer. Geriye bir tutam tuz kalır ki o da nadir metallere denktir. Bunların yerkabuğundaki yoğunluğu o kadar düşük, o kadar eser miktardadır ki elimizdeki kayaç parçasında olsa olsa ekmek hamuruna serpilen bir tutam tuz kadar bulunduğunu söylemek abartılı olmayacaktır.

Elimizdeki kayaç milyarlarca yıl önce topaklaşmış cevherlerden oluştuğu için nadir metaller, tıpkı somunun hamuru karılıp pişirilirkenki tuz taneleri gibi tamamen kayaca dahil olmuşlardır. Bunları bütünden çekip çıkarmak delilik gibi gelse de onlarca yıl boyunca yapılan araştırmalar sayesinde bunu mümkün kılan kimyasal işlemler de geliştirilebilmiştir. Çinli "büyücü çıraklarının" Jiangxi Eyaleti'nde ve başka yerlerdeki maden ocaklarının derinliklerinde yaptıkları budur: Kayaçtan nadir metalleri ayırmayı başarırlar.

"Rafine etme" veya arıtma denen bu işlemin aslında söylenenle hiç ilgisi yok. Önce taşlar öğütülüyor, sonra da sülfürik asit ve nitrik asit gibi bir dizi kimyasal ayıraçlar kullanılıyor. Bir Fransız uzman bunun "uzun süren ve tekrar tekrar yapılan bir işlem olduğunu" söylüyor. Hemen hemen %100 saflıkta bir nadir toprak elementi konsantresi elde edebilmek için onlarca işlem zorunludur.[28]

İş bu kadarla da kalmıyor: Nadir toprak elementlerinden her bir tonun arıtılması için 30.000 metreküpten fazla su gerekiyor ve bu su kullanılır kullanılmaz asitler ve ağır metallerle yükleniyor...[29] Peki nehirlere, toprağa, yeraltı sularına verilmeden önce arıtma istasyonlarından geçiriliyor mu? Pek nadiren. Çinliler temizlik meselesini çözebilirlerdi ama belli ki tercihleri bu yönde değil. Çin'de nadir metaller üretim zincirinin başından sonuna kadar neredeyse hiçbir uygulama en basit düzeyde sağlık ve ekoloji standartlarına uygun yapılmamış. Nadir metaller en heyecanlandırıcı yeşil ve dijital teknolojilerin her aşamasında var olsalar da son derece zehirli olan atıklarıyla yaşamın dört unsuruna, yani suya, toprağa, atmosfere ve yüksek fırınların kustuğu alevlere bile sızmışlardır. Sonuç: Bu sanayi Çin'in çevreyi en çok kirleten ve en gizli sanayilerinden biri halini aldı. Biz yine de konuyu daha berrak bir hale getirmeye çalışacağız.

Wang Jing'le adım adım dolaştığımız nadir metal maden sahalarının yirmi-otuz kilometre uzağında bulunan Hanjiang'a varıyoruz. Bu küçük köy söz ettiğimiz maden ocaklarından birinin kenarında bulunuyor, ama nüfusun %90'ı üzerleri koyu renk kiremitlerle kaplı bu taş yığınını terk etmiş. Ocaklardaki çalışmalar denetlenmediği için köylüler şöyle yakınıyor: "Ektiğimiz hiçbir şey büyümüyor. Çeltik tarlalarımızdan ürün alamıyoruz!" Köyü terk etmek istemeyen son sakinlerden yaşlı bir adam, iyice ağırlaşmış yapış yapış havadan sersemlemiş halde, "Elden ne gelir? Şikâyet etmenin faydası yok ki!" diyor. Yerel yetkililer kirlen-

menin farkında mı? "Tabii ki farkında. Bakın size bu konuda tek kelime bile etmedik ama siz de kendi başınıza durumu fark ettiniz değil mi?"

Sağlık Üzerindeki Muazzam Etkileri

Ancak bütün bunlar 2.000 kilometre daha kuzeyde İç Moğolistan özerk bölgesindeki Baotou kentinde bizi bekleyenler yanında hiç kalıyor. Bütün nadir metal avcılarının çok iyi bildiği bir yer burası. Bunun da basit bir nedeni var: Gezegenimizdeki en önemli nadir toprak elementleri üretim merkezi burası, öyle ki Jiangxi Eyaleti'ni bile çok geride bırakıyor. Kentin içinde ve etraftaki kırlıklarda, moloz yüklü yarım römorklar ordusu tozlu yollarda mekik dokuyor. Madencilik devi Baogang'ın Bayan Obo maden sahasından her yıl çıkardığı 100.000 tondan çok (dünya üretiminin %45'i) nadir toprak elementi nüfusu 3 milyon kişiye yaklaşan bu kentsel alanın refahına katkıda bulunuyor.[30] Binaların çatılarında göz alabildiğine uzanan Çin bayrakları, kent ile sanayi alanları arasında gidip gelen bisiklet sürüleri ile itiraf edelim ki Baotou hoşumuza gitti. Çin'in ikinci uzun nehri olan Sarı Nehir'in çalkantılı dalgaları kentin kapılarını okşuyor. Bir de parkların girişinde yer alan yüzlerce afiş var: Bir çocuğun etrafından birleşmiş bir çift, arkada el değmemiş kırlık alanlar uzanıyor, "Ülkemiz için temiz bir kent inşa edelim!" sloganı okunabiliyor. Tam bir kartpostal görüntüsü.

Buna karşın kent merkezinden yüz kilometre kadar uzaktaki Baogang maden ocaklarına yaklaşmak mümkün değil. Bir gün önce gayretkeş iki polis tarafından karakola götürüldüğümüz için bir daha gözaltına alınmak istemiyoruz. Bizim Çinli "iş bitirici" (refakatçimiz) kentin on kilometre kadar batısına gidersek bu sanayinin arkaplanını ucundan kıyısından da olsa keşfedebileceğimizi söylüyor.

Baotou'nun kenar mahallelerini arkamızda bıraktıktan sonra, dört şeritli bir otoyolun aşağısına doğru, kimsenin pek uğramadığı bir patikaya giriyor ve üzerinde metal dileklerin yer aldığı bir beton sete ulaşıyoruz. Direklerin her birinin üzerindeki kameralar gelip giden davetsiz misafirleri izliyor. Devasa yapay bir su deposu olan Weikuang Barajı'nın yanındayız; onlarca metal borunun yakınlardaki rafinerilerden gelen kapkara suyu kusarcasına boşalttığı yapay bir havuz. On kilometrekarelik alana yayılan zehirli atık yüklü kollar dolduğunda fazlası aralıklı olarak Sarı Nehir'e salınıyor.[31]

Enerji ve dijital teknoloji alanlarındaki geçişin yüreği işte burada atıyor.

Şaşkınlık içinde, Ay yüzeyini andıran bu uçsuz bucaksız delik deşik araziyi gözlemlemek için bir saat kadar kalıyoruz. Kameralar bizi gördüğüne göre kolluk kuvvetleri gecikmeyecektir; yola koyulmaya karar veriyoruz.

Birkaç dakika sonra yapay gölün öteki kıyısında, Dalahai'deyiz. Kırmızı tuğlalı evleriyle bu köyde, bazı yerlerde topraktaki toryum oranı Baotou'dan otuz altı kat fazla. Köyü terk etmeyen yaklaşık bin kişi, su deposundaki zehirli atıkları soluyor, yiyor ve içiyor.[32] Li Xinxia da onlardan biri; muhteşem yüz hatlarına ve buğulu bakışlara sahip olan 54 yaşındaki bu hanımefendi konunun ne kadar hassas olduğunun farkında. Yine de bazı sırları paylaşmaktan kaçınmıyor: "Çoğumuz hastalandık. Kanser, damar rahatsızlıkları, yüksek tansiyon... Aşağı yukarı herkes etkilendi bu durumdan. Çok vahim şeyler yaşanıyor. Testler yaptırdık ve köyümüze 'kanser köyü' adı takıldı. Zehirli bir havayı soluduğumuzu ve fazla ömrümüz kalmadığını biliyoruz."

Li Xinxia ve komşuları için kurtuluş yolu olarak ne var acaba? Taşradaki yetkilileri köylülere hemen yakındaki köylerden birinde inşa edilen büyük konut konutlara taşınmaları için her *mu* başına 60.000 yuan (her 666 metrekare arazi için 8.000 avro) teklif etmişler. Yıllık gelirin 1.500 avro dolaylarında olduğu kırsal bir bölgede gayet önemli olan bu meblağı çiftçiler kabul etmemişler. Artık verimsiz hale gelmiş topraklarının geliriyle yaşayamayanlara apartman dairelerinin fiyatı çok yüksek geliyor. Bu köy nadir toprak elementleri nedeniyle ağır bedel ödemiş: Daha 30 yaşına gelmemiş erkeklerin saçları birden beyazlaşmış, çocuklar tek diş bile çıkarmadan büyümüş. Çin medyası daha 2010 yılında Dalahai köyünden 66 kişinin kanserden ötürü yaşamını kaybettiğini bildirmiş.

2019 yılı ilkbaharında Baotou'ya geri geldik. Kentin artık çok daha geniş bir alana yayıldığını gördük. Kentin dış mahalleleri artık Baogang grubuna ait olan, sıra sıra yerleşmiş, devasa nadir toprak elementleri rafinerilerinin eline geçmiş. Fabrikaların yakınlarında gizlice sorular yönelttiğimiz kişiler Baogang'ın daha geniş alanlarda çalışabilmek için, sakinlerine tazminat verilen Dalahai başta olmak üzere etrafta çok sayıda yerleşmeyi ortadan kaldırdığını anlattı. Bazı "kanser köylerinden"

geriye artık sadece tuğla parçaları kalmış; onları da, güneşin etkisini kaybettiği akşamüstü saatlerinde komşu köylerden gelen erkekler ve kadınlar alıp götürüyor.

Weikuang Barajı fabrikaların atık sularıyla durmadan beslenen, büyük, yapay bentlerden. "Barajın haznesi uçsuz bucaksız. Ancak bir binanın çatısına çıkıp baktığınızda anlarsınız ne dediğimi... O kadar büyük ki insan denize baktığını sanıyor!" Çin güvenlik güçleri hemen yanı başımızda olmasına rağmen Gao Xia bu bilgiyi bizimle paylaşmaktan çekinmedi. 48 yaşındaki bu köylü kadın kocasıyla birlikte köyünden çıkarılmış ve tahrip olmuş manzaraya tepeden bakan kasvetli bir kule yapıya yerleştirilmiş. İlk röportajımızdan sekiz yıl sonra aynı nedenler hâlâ aynı sonuçlara yol açıyor. Gao Xia'ya göre bu bölge harap olmuş. Nehirlerin suyu "beyazımsı bir yeşil, bazen de kırmızı" renkte; toprak mısır ve karabuğdayı zar zor verebiliyor. Buna karşılık kanser vakaları yerel nüfusu hâlâ kırıp geçiyor.

Ömrünü toprağı işleyerek geçiren Gao Xia artık şurada burada küçük işlerle idare etmek zorunda. "Çevremizi kirlettiklerini" söylediği nadir toprak elementleri alanında çalışan şirketler karşısındaki güçsüzlüğünden dem vuruyor.[33] Nadir toprak elementleri uzmanı bir kadın araştırmacı olan Vivian Wu şöyle diyor: "Çin halkı bütün gezegenin nadir toprak elementi ihtiyacını karşılamak uğruna kendi çevresini feda etti. Bu sanayiyi geliştirmenin bedelinin çok yüksek olduğu ortaya çıktı."

Nasıl oldu da Pekin böyle bir felakete yol açabildi?

Anarşi Pahasına Arayı Kapama Çabası

Bu soruyu cevaplamak için biraz eskiye dönmek gerek. 19. ve 20. yüzyıllar Orta İmparatorluk açısından güç kaybedilen bir utanç dönemi olmuştu. "Çin'in XIV. Louis'si" İmparator Qianlong 1799 yılında öldüğünde Çin dünyanın en büyük gücüydü. İmparatorluğun sınırları Birmanya, Moğolistan ve Tibet'e kadar uzanıyordu. Daha ılıman bir iklim ve mahsulün bereketli olması sayesinde nüfus hızla artmıştı. Quing hanedanlığının zirveye ulaşması siyasal sistemi istikrara kavuşturmuştu ve ülkenin ekonomik üretimi dünya gayri safi hasılasının üçte birini oluşturuyordu. Orta İmparatorluk Avrupa'da bile popülerdi: Voltaire Mançu otokrasisinin başarılarını övüyor, Çin işi eşyalardan koleksiyonlar yapılıyor, İngilizler çaya tutkuyla bağlanıyordu.

Ancak çok geçmeden bu güzelim yapı çöker, felaketler birbirini izler: Afyon Savaşları[34] yaşanır, tarafların eşitliğinin korunmadığı anlaşmalar yapılır, 1919 yılında Versailles Anlaşması'yla aşağılanır Çin,[35] Guomindang yenilgileri yaşanır,[36] Maoizm her şeyi yıkıp geçer. Mao Zedong 1976 yılında öldüğünde Çin'in dünya ekonomisindeki ağırlığı 18. yüzyıl sonuna kıyasla on kat azalmıştır. Ülke birçok içsavaş yaşar; (milyonlarca kişinin ölümüne yol açan) kanlı Kültür Devrimi[37] sırasında öldürülmeyen Çinlilerin beyinleri korkunç şekilde yıkanır. Ancak Çin halkı dirençlidir; kaybettiği itibarı yeniden kazanmak isteği hiç yatışmaz. Ne olursa olsun, 960 yılı ile günümüz arasında Çin neredeyse dokuz yüz yıl boyunca dünyanın en büyük gücü olmuştur. Orta İmparatorluk ne pahasına olursa olsun eski konumunu geri kazanmalıdır.

19. ve 20. yüzyıllarda yaşadığı durgunluğun izlerini bir an önce silmek isteyen Çin Batılıların üç yüz yılda kaydettiği ekonomik ilerlemeyi otuz yılda gerçekleştirmek için çılgın bir yarışa girişir. Deng Xiaoping liderliğindeki Komünist Parti 1976 yılından itibaren ülkeyi kapitalizme ve küresel mübadeleye açar. Çin Batılı ülkelere kıyasla rekabetçi avantajlar elde edebilmek için hem ekonomi hem de çevre konularında damping uygulamasına yol açan bir ekonomi politikası benimser. Bu sayede Çin ucuz tüketim ürünleri konusunda Batı'nın resmi tedarikçisi ve dünyanın fabrikası halini aldı. Son olarak da (aslında işin en önemli yanı bu) Pekin küresel ekonomik büyümeyi destekleyebilmek için ihtiyaç duyulan tüm cevherlerin ana üreticisi haline geldi. Orta İmparatorluk bugün, ekonomilerimiz açısından elzem olan 53 mineral kaynağın 33 tanesinin ilk sıradaki üreticisi; bunların çoğunda da küresel üretimin %50'sinden fazlasını gerçekleştirmekte.[38]

Bu göz kamaştırıcı başarının dezavantajı ise bütün bu ekonomik tercihlerin ekolojik sonuçlarının büyük ölçüde göz ardı edilmesidir. Sanayiciler büyük yerleşmelerin havasını hiç utanıp sıkılmadan kirletebildiler, toprağı ağır metallerle doldurabildiler, madenlerden atıklarını nehirlerin çoğuna rahat rahat boşaltabildiler. Tüm büyüme mekanizmaları, orman yasasının hüküm süreceği şekilde kullanıldı. Başka deyişle, Çinliler ellerinden ne geliyorsa yaptı.

Bunun çevreye verdiği zararın bedeli ise fahiş, insanlık dışı ve tahammül edilemezdir.[39] Dünyanın en yüksek sera gazı salımına sahip ülkesi (2022 yılında dünyadaki bütün CO_2 salımının üçte birinden

sorumlu[40]) olan Çin bugün de giderek artan tehlike sinyalleri vermeye devam ediyor. Örneğin ekilebilir topraklarının %10'undan fazlasına ağır metaller bulaşmış durumda,[41] yeraltı kuyu sularının %80'i de içilebilir değil.[42] Kaldı ki ülkenin en büyük 500 kentinden ancak beşinde hava kalitesi uluslararası standartları karşılıyor. Çin'de sadece hava kirliliğinden ötürü yılda yaklaşık 2 milyon kişi yaşamını kaybediyor.[43] Pekin'de görüştüğüm ünlü Çinli çevre aktivisti Ma Jun "altından kalkılamayacak kadar ağır bir yanlış yaptık" diyerek hatayı kabul ediyor.

Nadir Metaller Dünyanın Başına Bela Oldu

Nadir metallerin yol açtığı kirlenme sadece Çin ile sınırlı değil. Çin gibi bütün üretici ülkeleri ilgilendiriyor. Örneğin 2022 yılında gezegenimizin kobalt ihtiyacının yaklaşık %70'ini karşılayan, yani her yıl 130.000 ton kobalt üreten Kongo Demokratik Cumhuriyeti de aynı kaderi paylaşıyor.[44] Elektrikli araçlarda kullanılan çeşitli türden lityum-iyon bataryaların imalatında vazgeçilmez yere sahip olan bu kaynak hâlâ Ortaçağ'dan kalma koşullarda çıkarılıyor. Ülkenin güneyindeki Lualaba bölgesi başta olmak üzere sayıları üç yüz bine ulaşan madenci elinde kazma ve kürekle toprağı kazıp bu madeni çıkarmaya çalışıyor.[45] Devletin madencilik etkinliklerini düzenleyememesi nedeniyle nehirlerin kirlenmesi ve ekosistemlerin zarar görmesi sıradan olaylar. Kongolu hekimlerin yaptıkları incelemelere göre Katanga Eyaleti'nin Lubumbashi kentinde ve komşu eyaletin (Lualaba) önde gelen şehri Kolwezi'deki ocakların yakınında yaşayanların idrarlarındaki kobalt yoğunluğu başka bölge sakinlerinden toplanan idrar örneğinin on bir katıdır. Kolwezi'de toprak yüzeyinde alınan örnekler incelenen kontrol alanına göre ortalama 70 kat daha fazla kobalt ve 13 kat daha fazla uranyum içermektedir.[46]

Dünya krom üretiminin %15,7'sini sağlayan[47] Orta Asya ülkesi Kazakistan da aynı durumda bulunuyor; bu maden cevheri süper-alaşımların imal edilmesini mümkün kıldığı, dolayısıyla hava taşıtlarının enerji açısından performansını iyileştirdiği için havacılık sanayisi tarafından pek rağbet görmektedir. Güney Kazakistan Devlet Üniversitesi araştırmacıları krom çıkarımının 2015 yılından itibaren Orta Asya'nın en uzun nehri olan Siriderya'daki müthiş kirliliğin sorumlusu olduğunu ortaya çıkardılar. Bu çalışmalar suyun nehir boyunca yaşayan yüz bin-

lerce kişi için kullanıma uygun olmadığını, hatta ekinlerin sulamasında bile kullanılmaması gerektiğini vurguluyorlardı.[48] O zamandan bu yana nehirlerdeki ağır metal yoğunluğunun ölçüldüğü birçok çalışma yapıldı. Baishev Kazak Üniversitesi ile Samara Rus Üniversitesi tarafından 2020 yılında yapılan bir çalışmada inceleme konusu olan Ural Nehri'nin Ilek ve Or kollarında ağır metal oranının her yıl giderek arttığı belirtiliyor.[49]

Bolivya, Şili ve Arjantin'deki tuz çöllerinin altında yer alan beyaz bir metal olan lityumun çıkarılması için yapılan çalışmalardan ötürü benzer bir durum Latin Amerika'da da yaşanıyor. Lityum Avrupa Komisyonu ve ABD hükümeti tarafından kritik metal sayılmaktadır. Elektrikli otomobiller pazarının çok hızlı büyümesinden ötürü dünya çapındaki üretiminin önümüzdeki yıllarda çok artacağı öngörülüyor. Arjantin yakında lityum devi haline gelmeye hazırlanıyor. 2022 yılında sadece iki maden ocağı işletilmekte, ama en az on üç yeni çıkarım projesi üzerinde çalışılmaktaydı; onlarcası daha tasarım aşamasındadır. Bu ülke 2025 yılına kadar yılda 150.000 tondan fazla, yani dünya lityum ihtiyacının %50'sinden fazlasını üretecek hale gelebilir.[50]

Mayıs 2017'de Latin Amerika'da nadir metal arama, maden işleme ve arıtma alanında çalışan ne kadar şirket varsa hepsi, büyük madencilik fuarı Arminera'ya katılmak üzere Río de la Plata kıyısındaki Buenos Aires'e akın etti. Stantlarda sergilenen kazıcı yükleyiciler, damperli kamyonlar, aydınlatma kuleleri ve kullanılmış suların işlenmesine yönelik diğer malzemelerin ortasında Arjantin Maden Bakanı Daniel Meilán "ülkede halihazırda sürmekte olan onlarca lityum yatağı arama çalışmasını" övdü ve bu çalışmaları uluslararası ekolojik standartlara saygılı ve sorumluluk sahibi bir madencilik sektörünün yükseleceğinin vaadi saydığını belirtti. Arjantin'de madencilik sektöründeki bütün oyuncular alkışlar arasında, şampanya patlatmadan önce etik bir sözleşme imzalamaya davet edildiler.

Bunlar olurken 30 kadar Greenpeace militanı ellerinde madencilik sanayisinin yalanlarını ifşa eden pankartlarla salonun girişini kapatıyordu. Sivil toplum kuruluşu (STK) üyesi Gonzalo Strano, "Bütün bu sözler tam bir *greenwashing* operasyonundan ibaret. Bize göre sürdürülebilir madencilik diye bir şey olmaz. Madencilik özü gereği toprağı boşaltmak zaten, ama bu kadarla da kalmayıp kimyasal ürünlere başvurulması ve büyük miktarlarda su kullanılması da sorun oluşturuyor" diyor.

Maden sanayisi Latin Amerika'da gayet kötü bir şöhrete sahiptir. Son zamanlarda Meksika'dan Şili'ye, Kolombiya'dan Peru'ya kadar yerel toplulukların bu konuda sergiledikleri muhalefet mevzi kazandı.[51] Kanadalı madencilik grubu Barrick Gold tarafından Santiago'nun (Şili) kuzeyinde işletilen Pascua Lama altın ve gümüş madenleri uzun zamandır bu derin güvensizliğin simgesi haline geldi. Bu madenlerin çıkartılması, hazinenin üzerini örten buzulun ortadan kaldırılması anlamına geliyor ki bu da bölge sakinlerinin bu karara şiddetli protestolarına yol açtı. Bunun üzerine Barrick Gold bölgedeki çalışmalarını 2013 yılında durdurmak zorunda kaldı.[52]

Pascua Lama örneği Latin Amerika'daki madencilik sektörünün tamamına esin kaynağı oldu. Büyük ölçekli lityum madenciliği, ekolojik hareketleri bir araya getirmeye başladı. Bütün madencilik faaliyeti gibi lityum madenciliği de muazzam miktarlarda su kullanmayı gerektiriyor. Bu da yerel toplulukların kullanabileceği kaynakları azaltır. Arjantin'deki Hombre Muerto tuz çölünde bölge sakinleri pompaladıkları sulardan ötürü, hayvanlarını otlattıkları çayırların kuruduğunu söylüyorlar. Tuz çölünün güneydoğusundaki küçük bir gölden kaynaklanan Patos Nehri kıyısında yaşayan bölge sakinleri kendi kuyularının da zarar görmemesi için seferber oluyorlar.[53]

Maden sanayisi sadece çevre değil madenciler için de tehlikeli. Nitekim 2019 yılında Sudbury'deki (Ontario) nikel madeninde (nikel elektrikli araç bataryaları imalatında vazgeçilmez bir metaldir) yaşananlar bunu doğrulamaktadır: Bir yükün maden asansörünü bloke etmesi sonucu otuz dokuz madenci kırk sekiz saat boyunca mahsur kalmıştı.[54] İşçiler mesleklerinin doğasında var olan tehlikeler nedeniyle daha iyi çalışma koşulları talep ediyorlar. Çatışmalar da bazen trajediye yol açabiliyor: Güney Afrika'daki Marikana platin madeninde (hidrojenli pillerin bileşenlerinden biridir platin) böyle bir olay yaşanmıştı. 2012 yılında madenciler greve gitmişler, kolluk kuvvetleri birkaç hafta sonra greve müdahale etmişlerdi. Ortaya çıkan bilanço şuydu: Otuz dört madenci öldürüldü. Öldürülen madencilerin aileleri bugün bile maden şirketinin ve polisin sorumluluklarını sorguluyor. Kendilerine çok düşük tazminat ödendiğini söylüyorlar; adaletsizlik duygusu bugün bile varlığını sürdürüyor.[55]

Maden çıkarma işi, haksızlıklara yol açmadığında bile kendi doğası gereği pis bir faaliyettir; üstelik madenciliğin en dinamik olduğu

devletlerde bugüne kadar bu iş sorumluluktan ve etik değerlerden o kadar uzak biçimde yapılmıştır ki enerji geçişi ve dijital geçişin erdemli bir tasarım olup olmayacağı sorgulanmaktadır. Çin'in nadir metallerin dünya ölçeğindeki tedarikçisi olarak öne çıktığı hesaba katıldığında, özellikle Pekin'in ekolojik performansını göz önüne almadan küresel ısınmayla mücadelede kaydedilen ilerlemeleri de doğru biçimde değerlendiremeyiz. Ne var ki Pekin'in bu alanda sergilediği performans tam bir felakettir.

Nadir metallerin çıkarılmasının çevreyi nasıl etkilediğine baktığımızda yeşil teknolojilerin imalat sürecine çok daha kuşkuyla yaklaşmak zorunda kalıyoruz. Herhangi bir güneş paneli, rüzgâr türbini, elektrikli araba ya da tasarruflu ampul, daha hizmete girmeden önce bile bir "ilk günaha" sahiptirler: Enerji ve çevre açısından içler acısı bir bilanço sergilerler. Aslında *green tech*'lerin yaşam döngüsünün tamamında sebep oldukları ekolojik maliyeti ölçmek gerekir ki aslında bu maliyet kesin biçimde hesaplanmış bulunuyor.

DİPNOTLAR

Örneğin galyum alüminyum çıkarımının bir yan ürünüdür. Selenyum ve tellür de bakıra bağlıdır. İndiyum ve germanyum çinkonun yan ürünleridir. Daha fazla bilgi için bkz. Philippe Bihouix ve Benoît de Guillebon, *Quel futur pour les métaux? Raréfaction des métaux: un nouveau defi pour la société*, EDP Sciences, 2010, s. 33.

Şubat 2022'de güncellenen USGS listesinde 50 maden cevheri yer alıyor. Galyum, niyobyum, kobalt, neodimyum, seryum, krom ve lityum da bu listedir (bkz. "U. S. Geological Survey releases 2022 list of critical minerals", USGS). Avrupa Komisyonu'nun 2023 sayımında ise 34 kritik hammadde yer alıyor: Antimon, arsenik, alüminyum-boksit, barit, berilyum, bizmut, borat, kobalt, kok kömürü, bakır, feldspat, flor, galyum, germanyum, hafniyum, helyum, lityum, magnezyum, manganez, doğal grafit, nikel, niyobyum, doğal fosfat, fosfor, skandiyum, silisyum metal, stronsiyum, tantal, titan metal, tungsten, vanadyum, platinoidler, ağır ve hafif nadir toprak elementleri. Bu metallerden silisyum gibi bazılarını jeologlar "nadir" metal saymıyorlar, ama USGS ve Avrupa Komisyonu bunların arz-talep dengesindeki muhtemel gerilimler nedeniyle tedariği tehdit altında bulunduğundan "kritik" oldukları görüşünde (çıkarılma ve arıtma altyapılarının eksikliği arzda kıtlığa yol açabilir), dolayısıyla jeolojik kıtlığa bir de sanayi açısından kıtlık eklenmektedir. Bilim topluluğu bu iki ölçütü genelde "nadir metaller" kelimesiyle dile getirir. Kaldı ki Avrupa Komisyonu "yeşil geçiş" ve dijital yaşam (ya da savunma ve uzay açısından) taşıdıkları önem temelinde, 34 "kritik" hammaddeye ek olarak 2023 yılında 16 "stratejik" hammaddelik bir liste daha oluşturdu. Bkz. *Study on the Critical Raw Materials for the EU 2023* (nihai rapor), Commission européenne, 2023.

3 Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques [Parlamento Bilimsel ve Teknolojik Tercihleri Değerlendirme Ofisi] (OPECST) adına milletvekilleri Claude Birraux ve Christian Kert tarafından 23 Ağustos 2011 tarihinde sunulan 782 sayılı raporda belirtilen ölçütler için "Stratejik metallerin riskleri: nadir elementler örneği" başlıklı rapora bakılabilir.

4 "Abundance of elements in the earth's crust and in the sea", *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, 97. basım (2016-2017), s. 14-17.

5 Bkz. *Mineral Commodity Summaries 2023*, United States Geological Survey (USGS), Ocak 2023. Bu rapor nadir metaller de dahil olmak üzere dünyadaki maden cevherleri üretimi konusunda ayrıntılı bilgi içermektedir. ABD'nin ithalat ve ihracat rakamları, fiyatlar, geri dönüşüm olanakları ve hangi cevherin yerine ne kullanılabileceği belirtilmektedir.

6 *A.g.y.*, s. 72, s. 78 ve s. 98.

7 Yuval Noah Harari, *Une brève histoire de l'humanité* [Türkçesi: *Hayvanlardan Tanrılara Sapiens & İnsan Türünün Kısa Bir Tarihi*, Kolektif Kitap].

8 Praseodim ve neodimyumu sayabiliriz.

9 "Un aimant géant pour lire dans notre cerveau", *Le Monde*, 17 Haziran 2017.

10 "Cinq questions sur les aimants, ces composants clés de la transition énergétique", *Les Échos*, 11 Ocak 2023.

11 Bu ultra güçlü mıknatıslar demir, bor ve kobalt gibi başka metallere bağlanan neodimyum ve samaryum gibi nadir toprak elementleri ile üretilebiliyor. Bu mıknatıslar genelde %30 neodimyum ve %35 samaryum içerirler. Bilim camiası yanlış sözcük kullanımını göze alarak bunlara "nadir toprak mıknatısları" der. Elektrik motorlarının çoğu (ısıtma, havalandırma, iklimlendirme, asansörler vb.) çok büyük bir güç gerektirmez. Bunlar daha çok rotorlarında elektro-mıknatıs bulunan indüksiyonlu motorlardır (sincap kafesli rotor). Bunların sürekli beslenmesi gerekmez, statorun manyetik alanı tarafından indüklenirler ve bu nedenle de nadir toprak mıknatısına ihtiyaç duymazlar. Ancak, (elektrikli taşıtlar, rüzgâr türbinleri için) yüksek güce ihtiyaç duyulur duyulmaz nadir toprak elementli kalıcı mıknatıslı motorlar ya da jeneratörler elzem hale gelir. İçinde 100 gram neodimyum olan bir mıknatıs bu elementi içermeyen 1 kilogram ağırlığındaki klasik bir mıknatısla aynı kapasiteye sahiptir. Bkz. "Dossier. Enjeux des géosciences" du Bureau de recherches géologiques et minières: Ressources minérales: les terres rares, BRGM, Temmuz 2022.

12 Modern elektrikli taşıtların çoğunun motorunda nadir metalli mıknatıslar bulunuyor, ama üreticiler başta Çin olmak üzere yabancı tedarikçilere daha az bağımlı olmak için bu mıknatısları kullanmamaya çalışıyor. Sürekli mıknatıs, yani nadir toprak elementleri kullanmayan motorlar Renault firmasının Zoé ve Mégane E-Tech Electric modellerinde (rotoru bobinli olan senkron motorlar) mevcut. Tesla piyasaya indüksiyon motorlu birçok araç sürdü. BMW, Toyota, Volvo ya da General Motors gibi üreticiler de aynı yola girmiş bulunuyor. Ancak bu motorların özellikle de düşük ve orta hızlarda nadir toprak elementli mıknatıs kullanan motorlardan biraz daha düşük randımanlı olduğunu (%90-95 yerine %80-88) belirtelim. Bu motorlar genelde daha güçsüz ya da daha büyük ve ağırdırlar. Tesla 2023 yılında nadir toprak elementleri kullanmayan sürekli mıknatıslı yeni bir motor üreteceğini bildirdi, ama kullanılacak bileşenler konusunda bilgi vermedi. Bkz. "Pourquoi les moteurs électriques sans terres rares sont-ils l'avenir?", *Auto Plus*, 22 Mart 2023.

13 Açık deniz rüzgâr türbinleri daha güvenilir olan ve daha az bakım gerektiren doğrudan kuplajlı jeneratör kullanırlar. Bunların rotoru düşük hızda döner, dolayısıyla çok güçlü kalıcı mıknatıs gerektirir; bu da nadir toprak elementi demektir. Türbinin 1 MW güç üretebilmesi için üçte biri nadir toprak elementi (neodimyum) olan 500 kilogramlık sürekli bir mıknatıs kullanması gerekir. Bkz. *Critical Materials For The Energy Transition: Rare Earth elements*, "Technical Paper", 2/2022, International Renewable Energy Agency (IRENA), Mayıs 2022.

Açık deniz rüzgâr türbinleri (12 ile 15 MW) karaya yerleştirilenlerden (2 ile 3 MW) çok daha güçlüdür. 2021 yılı sonu itibarıyla *offshore* rüzgâr türbinleri dünyada kurulu kapasitenin %8'den biraz azını temsil etmektedir (832 GW'ın 57 GW'ı), ama kullanımları hızla artmaktadır. 2021 yılında 21 GW'lık açık deniz türbini kuruldu; bu da 3,5 kiloton (kt) nadir toprak elementi demektir. Denizlere kurulu rüzgâr türbini çiftliklerinin hızla gelişmesi talebin hızla artmasına da yol açabilecektir. Bkz. *Global Wind Report 2022*, Global Wind Energy Council, Nisan 2022.

14 Özellikle CIGS (bakır, indiyum, galyum ve selenyum) hücreleri kullanan güneş panelleri için geçerlidir bu.

15 Avrupa Konseyi'nin 2023 yılında yayınladığı bir rapor 2050 yılına ilişkin talep öngörülerini ortaya koyuyor. Fosil olmayan ve ileri teknoloji ürünü enerji tüketiminin hızlı artması malzeme ihtiyacının da çok ciddi miktarda artmasına yol açar. Neodimyum talebi (başta sürekli mıknatıslarda kullanılmak üzere) 2020 yılındaki 7 kilotondan 2030'da yaklaşık 30 kilotona 2050'de de 77 kilotona ulaşabilir. Fotovoltaik uygulamalardaki galyum talebi de (2020 yılında 23 ton iken) 2030'da 49 tona çıkacak, hatta 2050 yılında 1.140 tona bile ulaşabilecektir. Bkz. S. Carrara ve diğ., "Supply chain analysis and material demand forecast in strategic technologies and sectors in the EU. A foresight study", Avrupa Birliği Komisyonu, 16 Mart 2023.

16 Işık yayan diyotlu lamba ya da LED (*light-emitting diode*).

17 Fransız hükümeti tarafından Şubat 2021 tarihinde kamuya açıklanan "Numérique et environnement/Dijital teknoloji ve çevre" başlıklı yol haritasında "dijital alanda ilerleme yaşanmadan ekolojik geçiş mümkün olamaz" deniyordu.

18 "Renewable Energy and Jobs. Annual Review 2022", International Renewable Energy Agency (IRENA), Eylül 2022.

19 "Stepping up Europe's 2030 climate ambition. Investing in a climate-neutral future for the benefit of our people", Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social Committee and the Committee of the Regions, COM/2020/562 final, Avrupa Birliği Komisyonu, Eylül 2020.

20 "La transition énergétique au coeur d'une transition sociétale. Synthèse du scénario négaWatt 2022", négaWatt Derneği, Kasım 2021.

21 Altın, bakır, kurşun, gümüş, kalay, cıva ve demir.

22 Petrol talebi 2035 yılına kadar çok yavaş artacaktır; gaz talebinde 2030 yılına doğru hiç ilerleme kaydedilmediği bir döneme girilecek, kömür talebiyse 2030 yılı öncesinde azalmaya başlayacaktır. Bkz. *"World Energy Outlook 2022"*, International Energy Agency, 2022.

23 Bkz. Veri tabanı "Material resources", Environment Statistics, OCDE, 2023.

24 Bkz. The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions, IEA, 2021. Avrupa çapında başka tahminler için bkz. S. Carrara ve diğ., "Supply chain analysis and material demand forecast in strategic technologies and sectors in the EU. A foresight study", Commission européenne/Avrupa Komisyonu, 16 Mart 2023.

25 Basitçe anlatırsak, hafif nadir toprak elementlerinin çıkarıldığı maden ocakları ülkenin kuzeyinde ve batısında (İç Moğolistan'da Bayan Obo'daki maden en önemlisidir, Seçuan Eyaleti'ndeki Mianning ve Shandong), ağır nadir toprak elementlerinin çıkarıldığı maden ocakları ise ülkenin güney ve güneydoğusunda yer alır (başta Jiangxi ve Guangdong gelir). Bkz. J. Bai ve diğ., "Evaluation of resource and environmental carrying capacity in rare earth mining areas in China", Scientific Reports (Nature) 12, 6105, Nisan 2022.

26 "Environmental disaster strains China's social fabric", *The Financial Times*, 26 Ocak 2006.

27 "Toxic mine spill was only latest in long history of Chinese pollution", *The Guardian*, 14 Nisan 2011.

28 Bu konuda daha ayrıntılı bilgi için bkz. *Critical Materials For The Energy Transition: Rare Earth elements*, Technical Paper 2/2022, IRENA, Mayıs 2022, (s. 29 vd.) ya da P. Zapp ve diğ., "Environmental impacts of rare earth production", *MRS* [Material Research Society] Bulletin, 47, 2022.

29 Bkz. R. Ganguli ve D.R. Cook, "Rare earths: A review of the landscape", *MRS Energy & Sustainability*, 5, 2018.

30 Baotou'daki Bayan Obo maden alanı dünyanın en büyük ocağıdır; bilinen dünya rezervinin %30'una sahiptir. 2020 yılı dünya nadir toprak elementleri üretimi 290.000 ton olarak öngörülmüştür; bunun 168.000 tonu Çin'de çıkarılacaktır. Çin'in üretiminin çoğu ise Bayan Obo maden alanından gelir (hafif nadir toprak elementlerinin yaklaşık %70'i). Bkz. *Mineral Commodity Summaries 2023*, United States Geological Survey, Ocak 2023 ve *Critical Materials For The Energy Transition: Rare Earth elements*, Technical Paper 2/2022, IRENA, Mayıs 2022.

31 Yapılan bir çalışmaya göre 1958 ile 2004 yılları arasındaki elli yılda Bayan Obo'daki açık haznelerde yaklaşık 10 milyon ton maden artığı birikmiş olmalıdır. Bkz. B. Li ve diğ., "In-situ gamma-ray survey of rare-earth tailings dams. A case study in Baotou and Bayan Obo Districts, China", *Journal of Environmental Radioactivity*, c. 151, Bölüm 1, Ocak 2016. Daha yakın tarihli bir makale ise bu alandaki fazla hacmin düzenli olarak Sarı Nehir'e ve çevredeki tarım arazilerine salındığını belirtir; yerel yetkililer bu tür düzenli boşaltma işlemlerinin daha 2010 yılında bile yapıldığını bildirmişti. Bkz. C. Gramling, "Rare earth mining may be key to our renewable energy future. But at what cost?", *Science News*, Ocak 2023.

32 Bkz. Y. Pan ve H. Li, "Investigating heavy metal pollution in mining brownfield and its policy implications: A case study of the Bayan Obo rare earth mine, Inner Mongolia, China.", *Environmental Management*, 57, Ocak 2016.

33 Gao Xia'nın bazı sözleri Jean-Louis Perez'le beraber hazırladığımız şu belgeselde yer almıştır: *La Face cachée des énergies vertes*, Grand Angle Productions, 2020.

34 1839 ile 1842 arasında yaşanan ilk Afyon Savaşı'nda Çin ile Birleşik Krallık karşı karşıya geldi. 1856 ile 1860 arasında yaşanan ve Fransa'nın başı çektiği ikinci Afyon Savaşı'nda ise Çin Birleşik Krallık, Rusya ve ABD ile karşı karşıya geldi.

35 Çin'in kuzeyinde bir eyalet olan Shandong'taki Alman imtiyazları Japonya'ya devredilir.

36 Sun Yat-sen tarafından kurulan Guomindang 1949 yılında komünist yönetim tarafından devrildi.

37 Bkz. Philippe Chalmin (haz.), *Des ressources et des hommes*, Nouvelles Éditions François Bourin, 2016.

38 Bkz. *Study on the Critical Raw Materials for the EU 2023*, Avrupa Birliği Komisyonu, 2023, s. 23.

39 Mutandis Danışmanlık Bürosu danışmanlarından Bruno Gensburger ile yapılan görüşme, 2016.

40 Bkz. "CO_2 Emissions in 2022", International Energy Agency, Mart 2023. Burada sera gazları (metan, azot protoksit vb.) değil, CO_2 salımı söz konusudur. Avrupa Birliği istatistik ofisi Eurostat veri tabanı birlik üyelerinin salımlarını gayet kesin biçimde saptamaktadır (Bkz. ec.europa.eu/eurostat).

41 Bkz. E. Shifaw, "Review of heavy metals pollution in China in agricultural and urban soils", *Journal of Health and Pollution*, 18, Haziran 2018.

42 Çin Su İşleri Bakanlığı tarafından 2016 yılında yayınlanan bir incelemeye göre (inceleme Çincedir). Bkz. "China pollution: Over 80 % of rural water in north-east 'undrinkable'", BBC News, 12 Nisan 2016.

43 Bkz. "Is air quality in China a social problem?", ChinaPower, Center for Strategic and International Studies, Güncelleme Şubat 2021.

44 Bkz. *Mineral Commodity Summaries 2023*, United States Geological Survey, Ocak 2023.

45 Kongo Demokratik Cumhuriyeti'nin kobalt üretiminin %15 ila %25'i küçük ölçekli madenler tarafından karşılanıyor. Bkz. "En RDC, explosion du cobalt artisanal, face noire de l'énergie verte", *Le Monde*, 21 Haziran 2023.

46 Kobalta maruz kalmak (doğrudan yutmak ya da tozunu solumak) kalbi, akciğerleri, kanı ve tiroidi etkileyebilir. Burada yüksek yoğunlukta bulunan manganez de nörotoksik bir maddedir. Bkz. C. Banza Lubaba Nkulu ve diğ., "High human exposure to cobalt and other metals in Katanga, a mining area of the Democratic Republic of Congo", *Environmental Research*, c. 109, sayı 6, Ağustos 2009 ve C. Banza Lubaba Nkulu ve diğ., "Sustainability of artisanal mining of cobalt in DR Congo", *Nature Sustainability*, 1, Eylül 2018.

47 Bkz. *Study on the Critical Raw Materials for the EU 2023*, Avrupa Komisyonu, 2023. Avrupa Komisyonu 2017 yılından itibaren kromu kritik metal olarak kabul etmemektedir.

48 "Central Asia's longest river pollution dangerously high", World Bulletin, 2015.

49 Bkz. A.K. Kairakbaev ve diğ., "Environmental assessment of the quality of the Elek and Or rivers in the zone of influence of enrichment waste and metallurgical production", IOP [Institute of physics] Conference Series: Materials Science and Engineering, c. 919 (062049), 2020.

50 And bölgesindeki platolar bilinen lityum rezervlerinin %59'una, tek başına Arjantin de %21'ine sahiptir. Bkz. C. Nugent, "New lithium mining technology could give Argentina a sustainable gold rush", *Time*, 26 Temmuz 2022.

51 Bkz. "Mining and its social impact in Latin America", Deutsche Welle, 16 Eylül 2019 ve "Political changes boost risk for miners in Latin America", mining.com, 7 Temmuz 2022.

52 "Chile top court ratifies closure of Canadian-owned Pascua Lama mining project", Reuters, 14 Temmuz 2022.

53 Bkz. F. Pearce, "Why the rush to mine lithium could dry up the high Andes", Yale Environment 360, 19 Eylül 2022.

54 "Rescue of Vale miners trapped underground in northern Ontario continues, with 35 of 39 now out", CBC News, 28 Eylül 2021.

55 "10 years since South Africa's Marikana massacre", Deutsche Welle, 16 Ağustos 2022.

2. Bölüm

Yeşil ve Dijital Teknolojilerin Karanlık Tarafı

"Yeşil" diye nitelemekten hoşlandığımız teknolojiler belki de o kadar yeşil değildir; hatta çevresel etkileri epey önemli de olabilir. Bunu 2016 yılı ilkbahar aylarında gittiğimiz Toronto'da öğreneceğiz.

Financial Bölgesi'nin tam göbeğinde maden arama şirketleri, uzmanlar, kamu yetkilileri, sermayedarlar, danışmanlık şirketleri ve akademisyenlerden oluşan Kuzey Amerika madencilik dünyasının tamamı, nadir metallere hücum konulu bir konferans vesilesiyle bir büyük otelin lüks atmosferinde bir araya geldi.[1] Yatırımlardan, maliyeden, brüt kâr marjlarından, kaynak yaratmadan, maliyet yapılarından, piyasa değerinden, ortalama yıllık üretim miktarından konuşuluyordu. Yeşil teknolojilerdeki büyüme beklentisi olağanüstüydü. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) yenilenebilir enerji kaynaklarının 2021 yılında %28 olan elektrik üretimindeki payının 2030 yılında %61'e yükseleceğini öngörüyor.[2]

Ancak çoğunluğu iyi giyimli erkeklerden oluşan bu büyük madencilik tiyatrosunun orta yerinde, bu küçük dünyanın kendi etrafında dönüp durmasına karşı çıkan iki kişi var.

Yeşil Teknolojilerin Ekolojik Sicili Kabarık

İki kişiden biri Kanadalı Bernard Tourillon. Güneş enerjisi sanayisi için malzeme üreten Uragold şirketini yönetiyor. Fotovoltaik panellerin çevresel etkisini dikkatle hesaplamış. Tek bir güneş panelinin üretiminin, özellikle içindeki silisyumu hesaba katarsak, 70 kilogramdan fazla CO_2 saldığını ileri sürüyor. Oysa önümüzdeki dönemde güneş panellerinin sayısının her yıl %23 artması bekleniyor ki bu da güneş enerjisi kapasitesinin her yıl 10 gigawatt artması demek. Bu da 2,7 milyar ton karbonun atmosfere salınması anlamına geliyor, yani bir milyardan fazla otomobilin bir yıl kullanılması sonucunda ortaya çıkana denk bir miktar.[3]

Termal güneş enerjisi ile çalışan panellere baktığımızda çevresel etkiler daha da ağırlaşıyor:[4] Bu teknolojilerden bazıları her megawatt/saat elektrik için 3.500 litreden fazla su kullanır. Bu da bir gaz santraliyle kıyaslandığında üç buçuk kat fazla su tüketimi demektir.[5] Buna bir de güneş enerjisi çiftliklerinin genelde çorak, yani su kaynaklarının yetersiz kaldığı alanlarda kurulduğunu eklemek gerekir.

İkinci oyunbozan ise uzun zaman elektrik bataryaları alanında çalışmış Teksaslı bir avukat olan John Petersen. Konuyla ilgili rakamları iyice inceledikten, sayısız akademik araştırmayı gözden geçirdikten ve kendi araştırmalarını yaptıktan sonra eşi görülmedik bir sonuca ulaşmış. 2012 yılına dönelim: Los Angeles Kaliforniya Üniversitesi (UCLA) araştırmacıları[6] benzinle çalışan klasik bir otomobil ile elektrikli bir otomobilin karbon salımlarını karşılaştırdılar. Buldukları ilk şey şuydu: Daha az enerji tükettiği varsayılan elektrikli otomobilin imal edilmesi klasik otomobilin imal edilmesinden daha çok enerji gerektirir. Bunun başlıca nedeni ise bataryanın, yani lityum-iyon bataryasının ağır, hatta çok ağır olmasıdır... Ünlü Amerikan markası Tesla'nın S modeli elektrikli otomobilinin sadece bataryasının otomobilin toplam ağırlığının %25'i, yani 544 kilogram olduğu, bir Renault Clio'nun ağırlığının yarısı kadar olduğu aklınızda bulunsun[7] (bir elektrikli otomobilde bulunan nadir metallerin dökümü için bkz. Ek 6; elektrikli bir otomobil ile termik motorlu bir otomobilin "malzeme izi" açısından karşılaştırılması için bkz. Ek 7).

Lityum-iyon bataryaların %20'si grafit, %10'u nikel, %8'i bakır, %3'ü de kobalttır, ama içlerinde lityum, düşük miktarda manganez,

çelik (%15) ve alüminyum da (%10) vardır.[8] Bu maden cevherlerinin Çin, Kazakistan ve Kongo Demokratik Cumhuriyeti'nde (KDC) hangi koşullarda çıkartıldığını biliyoruz artık; kaldı ki buna bir de arıtılmaları ve taşınıp toplanmaları için gereken lojistik çabayı da eklemek gerekir. UCLA araştırmacılarının vardığı sonuç şu: Elektrikli bir otomobilin sadece üretim süreci konvansiyonel bir otomobilin üretim sürecinden daha çok enerji tüketir.[9]

Buna karşılık aracın toplam ömrü açısından baktığımızda elektrikli olanlar gerçekten avantajlıdır. Petrol kullanılmadığı için atmosfere çok daha az karbon salmaktadır; araç baştaki borcunu kolayca geri ödeyebilmektedir. Ekolojik Geçiş Ajansı'na göre (ADEME) elektrikli bir aracın kümülatif salım değerleri 13 ton CO_2'ye eşdeğerken,[10] termik motor kullanan muadili için bu rakam iki mislinden çoktur. Bununla birlikte ADEME düşük karbon salımı becerisinin batarya kapasitesine bağlı olduğunu belirtmeden geçmiyor. Nitekim düşük karbon salımı için bu kapasitenin 60 kWsaatten az olması, başka deyişle ancak 450 kilometrelik bir menzil sağlaması gerekir. Bataryası 100 kWsaat gücünde olan bir SUV (*Sport Utility Vehicule*) için kümülatif salım değerleri 18 ton CO_2'ye eşdeğerdir. Bu değer termik motor kullanan bir araca göre hâlâ düşükse de elektrikli aracın ekolojik yararını büyük ölçüde azaltır. Tesla grubunun "Model3" otomobillerinin bataryası 630 kilometre dayanabilmektedir![11]

Öte yandan elektrikli araçların yarattığı diğer kirlilik başlıklarını da hesaba katmak gerekir. Floransa Üniversitesi (İtalya) tarafından 2018 yılında yayınlanan bir araştırma, elektrikli ve termik motorlu araçların çevre üzerindeki etkilerini ekosistemlerin asitlenmesi, parçacık salımı, insanın zehirlenme tehlikesi ya da kaynakların tükenmesi gibi çok çeşitli açılardan kıyasladığı için çok bilgilendiricidir. Araştırma sonuçlarına göre elektrikli arabalar, çoklukla dikkat edilmeyen bu son dört gösterge açısından termik motorlu arabalardan çok daha olumsuz etkilere sahiptirler.[12]

John Petersen'in 2016 yılında vardığı sonuçlar değerinden bir şey kaybetmemiş demek ki: "Elektrikli araçlar teknik açıdan mümkün, ama çevre açısından üretilmelerini savunmak asla mümkün olmayacak."[13] Yapılan birçok çalışma araçların kütlesini düşürüp ömrünü uzatarak kullanımlarını yeniden düşünmek gerektiğini gösteriyor. Buna da

kimse hazır değil gibi duruyor... Son olarak şunu da belirtmek gerekir ki askıda olan pek çok soru var: Elektrikli araçların çoklukla çabuk yıpranan bataryalarının yenilenmesi hesaba katıldı mı? Bu araçların her tarafından çıkan bağlantılı ve elektronik nesnelerin ekolojik bedeli tam olarak biliniyor mu? Büyük çoğunluğu henüz yeni olan bu arabalar ileride dönüşüme sokulduğunda bunun çevresel etkisi ne olacak? Ortaya çıkan bu yeni ihtiyaçları karşılamak için inşa edilmesi gereken elektrik santrallerini ve şebekelerini kurarken ne kadar enerji gerekecek?[14]

Sonuçta Toronto'da kendisiyle görüştüğümüz nadir metaller uzmanı bir Amerikalının itiraf ettiği gibi, "Bu konuda konuşmak yeşil enerjiler alanında profesyonel olarak yer alan kimsenin yararına olmaz... Herkes bizim işleri iyiye götürdüğümüze inanmak istiyor, değil mi? Gerilediğimizi sanmıyor..."

Görünmez Olanın Maddiliği

Dahası da var: Yeşil teknolojilerin giderek dijital teknolojilere yakınsadığını biliyoruz; taraftarlarının söylediğine göre bu sayede yeşil teknolojilerin etkisi on kat artacakmış. Öyleyse şu cüretkâr soruyu sorma cesaretini gösterelim: Dijital teknolojiler *green tech*'in yol açtığı kirlenmeyi daha da ağırlaştırmayacak mı? Enerji geçişi peygamberleri böyle demiyor, hatta bunun tam tersini savunuyorlar. Dijital teknolojilerin en azından enerji konusunda kanaatkâr olmamızı sağlayacağını savunuyorlar. Hâkim retorik bu ve bunu en ince ayrıntısıyla çözümlememiz gerek.

• Her şeyden önce dijital teknolojiler, elektrik tüketimimizi optimumda tutacağı varsayılan "akıllı" elektrik şebekelerinin tasarımını mümkün kılıyor. Temiz enerji üreten güneş panelleri ve çevreyi kirletmeden enerji tüketen "sıfır salımlı" arabalar arasında enerjiyi taşıyacak bir şebekeye gerçekten de ihtiyaç var. Şimdiye kadar kömür ile petrol ve nükleer santraller tarafından üretilen elektrik şebekede kesintisiz olarak dolaşıyordu: Hangi saatte şebekenin hangi noktasından ne miktarda enerji geçeceğini kesin olarak biliyorduk, çünkü santrallerimizin çalışmasına biz karar veriyorduk. Enerji geçişinde durum böyle değil, çünkü bu geçiş "kesintili" denen enerji kaynaklarına dayanıyor. Nitekim henüz kimse güneşe ve rüzgâra komuta etmenin yolunu bulabilmiş değil. Güneş panelleri ve rüzgâr türbinleri tarafından üretilen elektrik

şebekesini ancak düzensiz biçimde besleyebiliyor. Bu durumda şebeke yöneticilerinin bütün görevi gereken kesin elektrik miktarını doğru anda ve doğru yere göndermek oluyor. Yeterli elektrik olmadığında kesinti baş gösterir. Elektrik fazla geldiğinde, fazlası heba olur. Bu nedenle, enerji tedarik şirketleri her gün biraz daha gelişen algoritmalar sayesinde elektrik arzını gerçek ihtiyaçlara göre sağlayan, israfı sınırlayan ve böylece kullanımını optimize eden yeni nesil elektrik şebekeleri kuşağı konusunda hayli heyecanlılar.

• İkincisi, dijital teknolojinin insanın etkinliklerinden kaynaklanan karbon etkisini azaltacağı varsayılıyor. Bunun için Jeremy Rifkin gibi yeni teknolojileri savunan iman tellallarının yaydığı iyimser ve cana can katan tezleri okumak yeterli olacaktır. Bu Amerikalı düşünür 2011 yılında "üçüncü sanayi devrimi"[15] kavramını popülerleştirerek bütün dünyada üne kavuştu. Dijital teknolojiler ile yeşil enerjinin melezleşmesinin herkesin kendi temiz elektriğini, ucuza ve bolca üretmesini sağlayacağını ileri sürdü. Tekno-peygamber birkaç yıl sonra harika bir fikirle daha ortaya çıktı: "Sıfır marjinal maliyetli yeni toplum"[16] kavramını ortaya attı. Buna göre internet teknolojileri her şeyi internet ağı üzerinden gönderip alan "işbirliğine dayalı müşterekler" oluşturarak bizi mülkiyet çağından erişim çağına taşıyacaktı. Hiçbir şeye sahip olmamız gerekmeyecek, çünkü web'te dolaşırken istediğimiz her ürünü bedelini ödemek kaydıyla paylaşabileceğiz. Otomobille ulaşım alanında (Blablacar, Getaround...), bu devrimi zaten yaşıyoruz; üstelik bu çözüm otomobil sanayisini ciddi biçimde etkileyebilecektir. Bay Rifkin'e göre otomobil paylaşım sitelerine üye olanların %80'i kendi araçlarını satmış bile. Yeni adım attığımız bu erişim çağında otomobil sayısının nasıl baş döndürücü bir hızla düşeceğini gözünüzde bir canlandırın; buna bağlı olarak bir de yapılacak hammadde ve karbon salımı tasarrufu var tabii ki![17]

• 2013 yılında o zamanlar Google yönetim kurulu başkanı olan Eric Schmidt ile Hillary Clinton'ın devlet bakanlığındaki eski danışmanı ve kendi kendini "dijital diplomasi"nin babası ilan eden Jared Cohen *The New Digital Age*[18] adlı kitabı yayınlayarak bu mantığı bir adım daha ileri götürdüler. Dünya çapında çok satan bu kitap önemi gittikçe artan sanal dünya konusunda gözlerimizi açmaya yardım etti. İki guru internet sayesinde "büyük çoğunluğumuzun her iki dünyada yaşamak,

çalışmak ve yönetilmek zorunda kalacağını" bildirdi. Kastettikleri iki dünya fizik dünya ve sanal dünyaydı. Gelecekte hep daha güçlü bilişim saldırıları düzenleyecek sanal suç çetelerine, siber-savaş açan siber-devlet sayısı giderek artacaktır.[19] Bu kehanet harika bir ütopyayı, maddeden kendimizi kurtarabileceğimiz ütopyayı barındırıyor. Kaldı ki maddi olmaktan çıkmak yani uzaktan çalışma şimdiden, e-ticaret, uzaktan vergi ödeme, verilerin dijital depolanması ile eşanlamlıdır... Bilginin fiziksel aktarımını sınırlamakla, kâğıdı terk edip dijital dünyaya geçmekle kaynakları tüketen uygarlığa sırtımızı dönebilecek ve örneğin Amazon ve Kongo Havzası[20] ormanlarının tahrip edilmesini engelleyebilecek, kısacası daha kanaatkâr ve daha bilge yeni bir çağa adım atabileceğiz. Oysa dijital teknoloji hatırı sayılır miktarda metal çıkarılmasını gerektirir: Elektronik sanayisi her yıl dünya altın talebinin yaklaşık %6'sını (hemen hemen 300 ton), gümüş talebinin de %20'sini (hemen hemen 7.000 ton) temsil eder.[21] Dijital teknoloji dünya nadir metaller küresel üretiminin büyük bölümünü de yutmaktadır: Paladyumun %15'i, tantalın %40'ı, antimonun %41'i, berilyumun %42'si, rutenyumun %66'sı, galyumun %70'i, germanyumun %87'si, terbiyumun %88'i bu sektörlerde kullanıyor.[22] Bir de buna cep telefonlarında bulunan ortalama kırk kadar diğer metali (bir cep telefonundaki nadir metaller konusunda bkz. Ek 8) eklemek gerekir. Üstelik dijital teknolojilerin gizli yüzünü anlatan bir kitabın yazarlarına göre "tüketiciye sunulan ürün yaşam döngüsü boyunca ortaya çıkan atıkların toplam kütlesinin ancak %2'sine karşılık gelir."[23] Bunun için tek bir örnek vermek yeterli olacaktır: "Ağırlığı sadece 2 gram olan elektronik bir çipin üretiminde 32 kilogramlık atık malzeme ortaya çıkar" yani ortaya çıkan ürün ile çıkan atık arasındaki oran 1'e 16.000'dir.[24]

Ve burada sadece dijital gereçlerin üretiminden bahsediyoruz... Elektrik şebekelerinin çalışması tabii ki ek bir dijital etkinliğe, dolayısıyla etkilerini yavaş yavaş öğrenmeye başladığımız ek bir kirliliğe yol açacaktır. İnternetin çevresel etkilerini ele alan yakın tarihli bir belgesel sıradan bir e-postanın nerelerden geçtiğini şöyle anlatıyor: Bilgisayardan çıkar, modeme gelir, oradan binayı kateder, binadan bir bağlantı noktasına ulaşır, bir kabloyla ulusal ve uluslararası bağlantı noktasına iletilir, ardından kullanılan (genelde ABD'de merkezli) e-posta hizmet sağlayıcı yoluyla veri depolama merkezine aktarılır. Google, Microsoft

ya da Facebook'un veri depolama merkezlerinde e-posta işlenir, depolanır, sonra da alıcısına yönlendirilir. Sonuç olarak ışık hızıyla yaklaşık 15.000 kilometre yol kateder.[25]

Bütün bunların çevresel bir maliyeti var. ADEME 2011 yılında dijital eylemlerimizin enerji maliyetine ilişkin tahmini bir değerlendirme yapmıştı: Bir ek ile gönderdiğimiz e-posta yaklaşık 100 Wh yani tasarruflu bir ampulün on iki saatte tükettiği kadar tüketmektedir.[26] Bütün e-postalar bu kadar yüklü olmuyor elbette ama her gün 300 milyardan fazla e-posta gönderildiğini öğrendiğimizde ister istemez başımız dönüyor.[27] Tek bir *data center* bile iletilen verileri yönetmek ve soğutma sistemlerini işletebilmek için her gün 30.000 kişilik bir kent kadar enerji tüketiyor...[28]

Daha genel olarak baktığımızda, Fransa'da kurulu Green IT [IT *information technology* anlamında] isimli bir dernek ve NegaOctet isimli bir değerlendirme kuruluşu Avrupa'daki bütün dijital hizmetlerin Avrupa'nın elektriğinin hemen hemen %10'unu tükettiğini değerlendirdiler. Kaldı ki havacılık sektörü 130 milyon ton CO_2 eşdeğerinde salım yaparken bu hizmetler 185 milyon ton CO_2 eşdeğerinde salım yapmaktadır.[29] Üstelik daha işin başındayız: Dijital teknolojilere ve yeni enerjilere geçiş, Silikon Vadisi devlerinin şimdiden vaat ettikleri gibi gezegenin bütününü internete bağlayacak uydu takımyıldızlarının devreye sokulmasını, bu uyduları uzaya taşıyacak roketleri, doğru yörüngeyi saptayacak, doğru frekanslarda iletim yapacak ve uyarlanmış dijital araçlarla iletişimi şifreleyecek bir bilgisayar donanmasını ve veri tufanını analiz edecek süper bilgisayar lejyonlarını, bilgiyi gerçek zamanlı iletebilmek için gezegenimizin denizaltı kablolarıyla sarılmasını, yeraltı ve yerüstü elektrik şebekeleri labirentini, milyonlarca bilişim terminalini, sayısız veri depolama merkezini, bataryalarının durmadan doldurulacağı milyarlarca tableti, akıllı telefonu ve çeşitli bağlantılı nesneyi gerektirecektir. Maddisizleşme çağına doğru mutlu olduğu varsayılan yürüyüş, aslında giderek daha büyük bir fiziksel etki yarattığından, büyük bir aldatmacadan ibaret öyleyse.[30] Bu dijital Livyatan için kömür, petrol, gaz ve nükleer santrallerine ihtiyaç duyacağımız gibi, tarlaları rüzgâr türbinleriyle doldurmamız, güneş çiftlikleri ve akıllı şebekeler kurmamız gerekecek ve bütün bu altyapılar için bize nadir metal gerekecek.

Jeremy Rifkin bütün bunlardan tek kelimeyle bile söz etmiyor. Biz de bu önemli şahsiyetle görüşmek, görünmez olanın maddiliği ve yeşil enerjilerin paradoksu konularını kendisiyle tartışmak istedik. Konuşmacı ve danışman olarak hizmet verdiği Foundation on Economic Trends (FOET) adlı kuruluşla tekrar tekrar ilişki kurmaya çalıştık. Yeşil enerjilerin barındırdığı bu çelişkiyi aydınlatmak istediğimizi belirterek görüşme talebimizi gerekçelendirdik, e-postalar gönderdik kendisine. Bay Rifkin'e Fransa ziyaretlerinden birinde kısa bir görüşme yapmayı, hatta Washington banliyösündeki bürosunda kendisiyle yüz yüze görüşmeyi de önerdik.

Hiç cevap alamadık. Bunun nedeni belki de dijital teknolojilere ve yeşil enerjiye geçişin kökeninde yatan müthiş hatadır: Ayakları yere basmıyor. *Green tech* bilimsel araştırmalar yapan birinin kafasında filizlenmiş olabilir, bir girişimcinin sebatla çalışması sonunda somut anlamda uygulanmış da olabilir, cazip bir vergilendirme ve esnek düzenlemelerle desteklenebilir, gözü pek yatırımcılar ve iyi niyetli *business angels* [iş melekleri] tarafından sürüklenebilir, ama hiç önemi yok: Hangi yeşil teknoloji olursa olsun hepsi de toprağı kazıp yere sıradan bir çukur açmakla başlıyor işe. Yeryüzüne yeni bir haraç kesiyor, petrole bağımlılığımızın yerine başka bir bağımlılık, nadir metallere bağımlılığı koyuyoruz. Bir yoksunluğu dengelemek için kefeye fazla olanı koyuyoruz. Bu durum, kokain bağımlılığına son vermek için eroine başlayıp dibe vuran uyuşturucu müptelasını getiriyor insanın aklına. Aslında insan faaliyetlerinin ekosistemler üzerindeki etkisine dair sorunu çözmüyoruz; etkinin yerini değiştiriyoruz sadece. Bugün çevre konusunda karşı karşıya olduğumuz tehlikeleri alt etme şevkimiz, gelecekte bizi çok ciddi ekolojik krizlere sürükleyebilir.

Geri Dönüşümün Vaatleri Boşa Çıkıyor

Bu tür krizler yaşanmaması için nadir metallerin büyük ölçekli geri dönüşümü sayesinde enerjinin ölçülü kullanımının sağlanması gerekir. Ancak böylece nadir metaller çıkarmanın çevresel etkileri hafifletilebilir.

Bu o kadar göz alıcı bir fikir ki Japonlar uygulamaya koydular bile. Tokyo'nun kuzeyinde Adachi semtinde bir grup mavi kamyon 2011 yılı ilkbaharının öğleden sonrasının huzurunu bozuyor. Çöpçü Massaki Nakamura elektronik atıkları toplamak amacıyla gezintiye çıkmış: Eski

oyun konsollarını, cep telefonlarını, televizyon ekranları vs. hepsini bir pikabın arkasına yığmış. Bay Nakamura turunu bitirdikten sonra topladığı her şeyi birkaç yüz metre ilerideki bir ayıklama ve geri dönüşüm şirketi olan Kaname Kogyo'nun deposuna boşaltacak. Şirketin Başkanı Matsuura Yoshitaka koyu renk takım elbise giymiş, ona uygun bir kravat takmış çalışanlarının özenle ayrıştırdığı küçük ev aletleri tepeciklerinin üzerinde dolaşıyor. Bir damper kasasından başka birine boşaltılan metallerin gıcırtısı arasında, "Günümüzde insanlar fazla düşünmeden atıyorlar bunları. Oysa o kadar çok nadir metal var ki içlerinde!" diyor.

Küreselleşmenin bizi olağanüstü bir dönemin eşiğine getirdiğine kuşku yok: Batılı ülkeleri öyle bir bolluk içine soktu ki ister gıda atığı ister evsel, endüstriyel, nükleer ya da elektronik olsun atıklarımız bakımından da zengin hale geldik. Büyükannelerimizin, büyükbabalarımızın gündelik yokluklarla mücadele ettikleri, o kadar da uzak olmayan bir geçmişten gelip, ürettiğimiz muazzam fazlalıkla ne yapacağımızı bilemediğimiz yeni bir uygarlığa geçtik. Artık tüketim mallarını nasıl yöneteceğimize değil, zaten tükettiğimiz ürünleri nasıl depolayacağımıza kafa yoruyoruz.[31] Hurda metalle başlayalım: Fransa'da her yıl kişi başı ortalama 28 kilograma varan elektronik ve elektrikli cihaz çöpe atılıyor.[32] Dünyada ise 2021 yılında yine aynı üründe atık hacmi beklentileri 52 milyon ton dolayında. Yıllık %3 ila %4'lük bir artış söz konusu.[33]

Şimdiye kadar sanayiciler belli başlı metallerin geri dönüşümüyle uğraşıyorlardı; bir yere kadar da başarılıydılar: Dünyadaki altının aşağı yukarı %85'i, gümüşün %50'si, bakır ve alüminyumun %45'i yeniden dönüştürülüyor.[34] Kısa bir süre önceye kadar önemsiz sayılan, pek adı sanı bilinmeyen metallerle kimse ilgilenmiyordu. Bu konuda Japonya önemli bir aşama kaydetti: Japonlar ülkeyi oluşturan takımadanın her yanına dağılmış binlerce "kentsel madenin" (elektronik atıklar) nadir toprak elementleri bakımından çok zengin olduğunu bütün dünyadan önce fark etti. Japonya'da her yıl yaklaşık 5 milyon cep telefonu çöpe atılıyor. Bu telefonların her birinde onda bir gram da olsa nadir metal bulunuyor. Bu kentsel madenin yıllık potansiyeli bir tondan fazla neodimyum ve yüzlerce kilogram disprosyum kadardır.[35]

İzlenen bu politika müthiş bir yenilik olan elektronik atıkların döngüsel ekonomisini teşvik etmektedir (bkz. Ek 9: "Metal dönüştürülme süreci"). Ülkede her yıl çöpe atılan dijital teknoloji kaynaklı 500.000

ton atığın[36] tüketim döngülerine yeniden dahil edilmesi amacıyla çok geniş kapsamlı atık toplama kampanyaları düzenleniyor. Bu konuda öyle bir seferberlik başlatıldı ki –Japonya'da pek saygı gören– sanal yıldızlar bile bu furyaya dahil edildi. Hatsune Miku isimli manga karakteri kısa bir elbiseyle çıkıp "*keitai*" (cep telefonları) ile ilgili zarif bir şarkı söylüyor. Görevi, bilmeseler de aslında ayaklarının altında muazzam bir para tomarının yattığına yurttaşlarını ikna etmek.

Ne var ki atık toplamakla da yetinilmiyor: Tokyo bazı metallerin yerine başka metaller kullanmaya[37] ve mıknatıslarda bulunan nadir toprak elementi miktarını azaltmaya yönelik bilimsel araştırmalara yüz milyonlarca dolar yatırım da yaptı.[38]

Japonya'nın peşinden birçok Batı ülkesi de aynı yola girdi. Büyük bir nadir metal tüketicisi olan Amerikan ordusunu örnek verebiliriz. Tucson (Arizona) kenti yakınlarında kullanılmayan binlerce uçakla dolu askeri depolar var. Bu uçaklarda nadir toprak elementi içeren binlerce ton mıknatıs var, ama generaller bunları nasıl çıkaracaklarını bilmedikleri gibi nasıl yeniden kullanacaklarını da bilmiyorlar. İşin daha ciddi yanı şu: Dünyanın en güçlü ordusu Afganistan'dan çekilirken arkasında mıknatıslarla dolu 7 milyar dolarlık askeri teçhizat bıraktı ve bu malzemeyi "düşmanlarından" herhangi biri istediği gibi kullanabilir...[39] ABD'de birçok kişi bunun ne kadar önemli olduğunun bilincinde; nitekim askerlere kampı terk etmeden önce kullanılan teçhizatta nadir toprak elementi içeren parçaların nasıl sökülüp alınacağını öğreten kılavuz kitaplar verilmesi öneriliyor.

Sanayiciler açısındansa apayrı bir mesele bu, çünkü döngüsel ekonomi geleneksel tedarik zincirlerinin tamamen altüst olması demektir. Nitekim, bu ekonomi bir ürünün imalat zincirinin sadece yukarısında yer alan alışıldık tedarikçilerin bilinmesini değil, tüketim döngüsünün aşağısında, bu ürünlerin satıldığı kullanıcıların yerlerinin de belirlenmesini gerektirir. Nadir toprak elementlerinin veya pamuk balyalarının nerelerden temin edilebileceğini zaten bilen Apple veya H&M gibi şirketler şimdi artık, dünyanın dört bir yanına dağılmış olan milyarlarca iPhone ve eski kot pantolonun izini sürmek zorunda kalacaklardır. Başka deyişle, malı gönderen ile malın alıcısının rolleri değişmektedir.[40]

İşleri ters yönde yaparak aynı sonuca ulaşmak: Birçok kişiye göre bu tam bir Kopernik Devrimi... Ne var ki böyle yapıldığı takdirde geri

dönüştürülmüş metaller mal alımının giderek daha büyük kısmını oluşturabilir. Belki de nadir metallerin geleceğinin nasıl olacağını gözucuyla görmeye başladık. Geleceğin dünyasında en güçlü madencilik güçleri belki de en muhteşem maden yataklarına sahip devletler değil, en dolu çöp tenekelerine sahip olanlar olacak. En büyük atık dağlarının yerini define haritalarında göstereceğiz; günümüzde bazı maden yatakları için denildiği gibi "dünyaya standartlarında" diye nitelendireceğiz bazı döküntüleri. Çöplerimiz peşinden koşulan bir zenginlik kaynağı olacak.

Japonya yeraltından fiilen bir gram bile nadir metal çıkarmıyor ama bu metallerin döngüsel ekonomisine ağırlığını koyarak, kim bilir belki bu metallerin güçlü bir ihracatçısına dönüşebilecek, başka ulusları da kendi geri dönüşüm yöntemlerine bağımlı kılabilecektir. Geri dönüşümün bir jeopolitiği var şu halde; en azından Japonya böyle olduğuna inanıyor. Üstelik maden çıkarımını sınırlayacak ve eski televizyonların Gana ve Nijerya'daki elektronik çöplüklere ihracını azaltacak bir üretim tarzının sunacağı ekolojik ilerlemeleri hayal etmek de kolaydır.

Bu emele kâğıt üstünde ulaşılabiliyorsa da uygulanması son derece karmaşık. Nadir metallerin demir, gümüş ya da alüminyum gibi önde gelen geleneksel metallerden çok önemli bir farkı var: Yeşil teknolojilerin bileşimine saf halde dahil olmuyorlar. Dijitalleşmeyi ve enerji geçişini benimseyen sanayiciler ürünlerini tasarlarken hep daha çok alaşım kullanmaya yöneliyorlar. Birden çok metali kaynaştırarak "basit" metallere kıyasla özellikleri kat kat artan "kompozit" denen malzemeler yaratıyorlar. Örneğin demir ile karbon bir araya getirildiğinde ortaya çeliğin çıktığını herkes bilir. Çelik olmasa gökdelenler ayakta kalamaz. Aynı şekilde, bir Airbus A380 modelinin gövdesinin bir kısmı, uçağın toplam ağırlığını azaltan alüminyum ve cam elyaf temelli sağlam bir malzeme olan GLARE'den (*glass laminate aluminium reinforced epoxy*) [Cam Laminat Alüminyum Takviyeli Epoksi] imal edilmiştir. Rüzgâr türbinlerinin ve elektrikli taşıtların motorlarındaki mıknatıslar ise bu taşıtların gücünü optimize etmeyi sağlayan demir, bor ve nadir toprak elementlerinin karışımıdır.

Yarı saydam betonlar, kâğıt tuğlalar, yalıtım jelleri, güçlendirilmiş ahşap... Maddenin özelliklerini dönüştüren yeni malzemelerle kuşatılmış durumdayız. Bu alaşımlar o kadar umut verici ki yeşil teknolojiler bunlara her geçen gün biraz daha bağımlı hale gelecek. Oysa adlarından

da anlaşılabildiği gibi, geri dönüşüm sırasında hammaddelerinin "alaşım dışına alınması"nı gerektirirler.

Nadir metaller söz konusu olduğunda bu işlemi gerçekleştirmekte kullanılabilecek birçok teknoloji var. Örneğin Toru Okabe'nin teknolojisi de bunlardan bir tanesi. Bu araştırmacı Tokyo Üniversitesi'ndeki atölyesinde son icadının işleyişini anlatıyor: Bolivya'nın yüksek platolarından alınmış dağ tuzu ile çalışan yüksek ısılı bir fırın. Elektrik telleri, borular ve termometrelerin ortasında, "Nadir toprak elementlerini diğer metallerden tuz kullanarak ayırıyor ve geri kazanabiliyoruz" diye açıklıyor.

Bir alaşımın geri dönüşümünü sağlamanın hiç de kolay bir iş olmadığı ilk bakışta anlaşılıyor. Ekmek eğretilemesine dönelim yeniden. Fırıncı, tezgâhında arta kalan hamur topağını atmaz da tutarsa, başta bir araya getirdiği malzemeleri ayırmaya kalkışmalıdır; bu da müthiş zaman alan ve enerji tüketen, çılgınca bir süreçtir. Rüzgâr türbinlerinde, elektrikli arabalarda ya da akıllı telefonlarda bulunan nadir metalli mıknatıslar için de süreç hiç kolay değil: Nadir toprak elementlerini diğer metallerden ayırabilmek için sanayicilerin bir sürü kimyasal malzeme kullanması, enerji tüketmesi, uzun ve maliyetli tekniklere başvurması gerekir.

Geri dönüşüm boşanma davalarına benzer: Her boşanmanın bir bedeli vardır. "Size gerçekten umut verici bir teknoloji tanıtıyorum, ama maliyet açısından hiç de kârlı değil" diyerek durumu kabul ediyor Toru Okabe. Japon çöplüklerinde yatan nadir metaller günümüzde hiçbir ekonomik modelin geri kazandıramayacağı birer hazine. Sanayicilerin karşı karşıya kaldıkları sorun, nadir metallerin geri kazanımının pahalı olmasıdır; günümüzde bu, maliyet değerlerinden bile yüksektir. Yine de bir umut var: Madenden çıkartılan hammaddelerin fiyatı yüksek olsaydı geri dönüşüm kaynaklı malzemenin fiyatı rekabetçi olabilirdi. Ancak bu durum geri dönüşümcüleri pazarın belirsizliklerinin insafına bıraktığı gibi uzun vadeli yatırımları zorlaştırıyor; maden ocağından gelen metallerin fiyatı inip çıkabildiği için geri dönüşüm kaynaklı metallerin fiyatı da bazen rekabetçi bazen de fazla yüksek olabiliyor.[41]

Dolayısıyla şu aşamada, büyük miktarlarda nadir metalin geri dönüştürülmesi hiçbir sanayicinin çıkarına değil. Çoğu zaman hammaddeyi doğrudan maden ocağından temin etmek elektronik atık kutularının

peşine düşmekten çok daha ucuza gelir. Nitekim bu gerçek nedeniyle geri dönüşüm yöntemleri alanında yapılacak yatırımlar gecikmiş, yeni tesisler de beklendiği kadar yaygınlaşamamış olabilir. Bazı temel metaller, örneğin bakır (%55), alüminyum (%32), tantal (%40), vanadyum (%27) gittikçe daha iyi geri dönüştürülüyor. Buna karşılık elektrikli taşıtlar için elzem olan lityum ve diğer nadir toprak elementlerinin geri dönüşüm oranı (%0 ila %10 arası) çoğu metale göre oldukça düşüktür (nadir toprak elementleri geri dönüşüm oranları konusunda topluca bilgi almak için bkz. Ek 10). Yeni geri dönüşüm yöntemleri ve tedarik zinciri bulmak için yoğun çaba gösterilse de 2035-2050 döneminden önce hatırı sayılır hacimlere ulaşılamayacağı düşünülüyor.[42] Öyleyse bir sonuca varabilecek durumdayız: Geri dönüştürülmüş metallerin hacmi ihtiyaçlarımıza oranla yapısal anlamda hep yetersiz kalacaktır. Kurşun hemen hemen %100 oranında geri dönüştürülse de ihtiyaç hep arttığı için hâlâ madenlerden çıkarılmaktadır.[43] Cehenneme giden yol gerçekten de iyi niyet taşlarıyla döşenmiştir...

Gönderene İade

Bununla birlikte sanayiciler, nadir metallerin geri dönüşümünü kârlı hale getirmenin bir yolunun ölçek ekonomileri oluşturmak için yeterince büyük hacimlerde atık biriktirmek olduğu konusunda hemfikir. Elektronik atıklardan geriye bir şeyler elde edilemiyor, ama bu durum onların yolculuğa çıkmasına engel değil... Manhattan kuleleri New Jersey Eyaleti'nde Newark Körfezi'nin öteki yakasında olanca ihtişamlarıyla dikilirler: Amerika'daki en büyük elektronik atık geri dönüşüm, daha doğrusu ihracat şirketlerinin çoğu buradadır. Bu şirketlerin kıyıdaki limanlara yakınlığı Amerikan Basel Action Network derneğinden bir aktivist olan Lauren Roman'ın gözünden kaçmamış. Lauren Roman birkaç yıldır New Jersey'nin her tarafını adım adım dolaşıyor ve bilişim sektörü kaynaklı atıkların yüklü olduğu konteynırların üzerinde yazılı takip numaralarını fotoğraflıyor. Bu sayede konteynırların dünyanın neresinde dolaştığını rahatça izleyebiliyor.

Geri dönüşüm tesisi sahibi sanayicilerin büyük çoğunluğu elektronik atıkları topladıkları ülkede işlemekle yükümlü. Basel Sözleşmesi'nin amacı da bu.[44] Bu sözleşme ağır ve toksit metaller içerdikleri için tehlikeli sayılan bu atıkların gelişmiş ülkelerden çevresel etki standartlarına o

kadar dikkat etmeyen ülkelere aktarılmasını yasaklar.[45] Sözleşme belirtilen tarihte (Avrupa Birliği ve üye ülkeler olmak dahil olmak üzere) 191 tarafın imzasıyla kabul edilmiş, ama aralarında ABD'nin de olduğu bir avuç ülke tarafından kabul edilmemişti. Demek ki Amerikalı geri dönüşümcüler kullanılmayan elektronik atıkları ihraç etmeye yüreklendiriliyorlardı. Lauren Roman yıllar süren soruşturmalar sonrasında kesin bir dille şöyle diyor: ABD'de yaratılan elektronik atıkların %80'i Asya'ya ihraç ediliyor.

Bu durum sadece ABD'ye özgü değil. Japonya da Basel Sözleşmesi'ni imzalayan taraflardan olduğu halde, Japonya'daki geri dönüşümcüler de elektronik atıklarını Çin'e gönderiyorlar. Geri kazanım işi biraz bulanık sularda dolaşıyor; *kaitori* (kullanılmış ürün satanlar) denen satıcılar gönderdikleri ürünlerin üzerine "insani yardım" mührü basıp konteynırlara doldurarak uluslararası yönetmelikleri deliyorlar.

Avrupa'nın da geri kalır yanı yok: İçi ağzına kadar nadir toprak elementleriyle dolu, sayılamayacak kadar çok taşıt "okazyon" (kelepir) damgası basılıp Amsterdam rıhtımlarından denize açılıyor.[46] Kullanım dışı katalitik konvertörlerin %50'si, rüzgâr türbini bataryalarının oluşturduğu muazzam stok, kullanılmış elektronik kartların %50'den fazlası, yılda bir milyon tondan fazla bakır da yine aynı şekilde yalan beyanla ihraç ediliyor. Europol yasadışı atık ticaretini 2013 yılından beri, istediği kadar çevreyi tehdit eden tehlikelerden biri saysın[47] bu alanda çok yavaş ilerleme kaydedilmektedir.[48] Nitekim Avrupa Parlamentosu'nun ve Avrupa Birliği hükümetlerinin atık ihracatının denetimine ilişkin yeni tedbirler ve yönetmelikler uygulamaya koymak amacıyla görüşmelere başlaması için 2023 yılı başlarını beklemek gerekti.[49]

Çin bu elektronik atıkların önemli bir varış noktasıdır. İşgücü maliyetinin Avrupa'ya oranla çok düşük olması geri dönüşüm maliyetine de yansır.[50] Bu konuda kendileriyle görüştüğümüz Çinliler maliyetlerinin çekici olmaması nedeniyle geri dönüşüme alamadıkları mıknatısları yeniden kullanımlarını sağlayabilecek ekonomik bir model bulununcaya kadar depoladıklarını söylüyorlar; bu sözlerini teyit etmemiz mümkün değil elbette...

Bütün bunlardan ne sonuç çıkarabiliriz?

• "Temiz" denilen enerjiler topraktan çıkarılma koşulları temizlikle uzaktan yakından ilgisi olmayan nadir toprak minerallerine ihtiyaç duymaktadır; hatta ağır metal atıkları oluştuğu, asit yağmurlarına yol açtığı ve sular kirletildiği için bunun tam bir çevre kâbusu olduğunu bile söyleyebiliriz. Başka deyişle, temiz bir iş yapmak için önce etrafı pisletmek gerekir. Ne var ki rüzgâr türbinlerinin ve güneş panellerinin imalat döngüsünü bütün olarak ele almadığımız için bunu bilmezlikten geliyoruz. Çinli çevre aktivisti Ma Jun şöyle diyor: "Artık hangi nihai ürünlerin yeşil, sağlıklı ve çevreyi kirletmeyen ürünler olduğunu değerlendirmekle yetinmemeli, bileşenlerinin çıkarılma ve endüstriyel ölçekte üretilme süreçlerinin de çevre dostu olup olmadığını incelenmeliyiz."

• Sonsuza kadar kullanabileceğimiz (güneş ışınları ya da gel-git hareketleri ve rüzgâr gücü gibi) kaynaklardan yararlandıkları için "yenilenebilir" denilen bu enerjiler yenilenebilir olmayan hammaddelerin işlenmesine dayanır. Yeraltı zenginlikleri sınırlıdır; meydana gelmeleri milyarlarca yıl aldığından katlanarak artan ihtiyaçlarımızı karşılayamayabilirler. Bu konuya daha sonra döneceğiz.

• Fosil enerjilere bağımlılığımızı koparmayı sağladıkları için "yeşil" ya da "karbonsuz" da denilen bu enerjiler aslında sera etkili gaz salımına yol açan faaliyetlere dayanırlar. Bir madeni çıkarmak, çıkan cevheri rafine etmek, sonra da bunları bir rüzgâr türbininde ya da güneş panelinde kullanılmak üzere üretim merkezine nakletmek enerji santrallerinden yüksek miktarda enerji harcamayı gerektirir. Elektrikli arabalar sayesinde kentsel alanlara artık yayılmayacak kirliliğin, bu arabaların üretimi için elzem kaynakların çıkarıldığı maden alanlarına kaydırılmasında hüzünlü bir ironi yok mu? Bu anlamda dijital teknolojilere ve yeni enerji teknolojilerine geçiş en varlıklı sınıflar için bir geçiştir: Kirliliği daha zengin kent merkezlerinden alıp bütün gerçek etkilerini ve yükünü hissettireceği en sefil ve gözlerden uzak bölgelere taşır. Ortada bir sorun olduğunun farkına varmadan nasıl harekete geçilebilir? Şu halde yeni enerji modelimiz son derecede zararlıdır: Karbon ekonomisi aktörleri çevreyi kirlettiklerini artık inkâr edemezken yeni yeşil ekonomi, bir yandan çevreyi kirletip bir yandan da gelecek kuşaklara karşı sorumluluk gibi erdemli bir söylemin ardına gizleniyor.

• Çok sayıda ekolojist tarafından bizi nükleer enerjiden kurtarabileceği için övülen teknolojiler aslında işlendiklerinde radyoaktivite yaratan malzemelere (nadir toprak elementleri ve tantal) dayanmaktadır. Nadir metaller kendi başlarına radyoaktif değildir, ama onları yerka-

buğunda doğal biçimde bağlı oldukları toryum ve uranyum gibi diğer radyoaktif cevherlerden ayırma işlemleri hiç de ihmal edilemeyecek miktarda radyasyon üretir. Uzmanların dediğine göre, Baotou zehirli atık su deposu etrafındaki ya da Bayan Obo madenlerinin dibindeki radyoaktivite bugün Çernobil'de kaydedilenin iki katıdır.[51] Ortaya çıkan atıklar, Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı standartlarına göre düşük radyoaktivite değerine sahip olsalar da normal işleme koşullarında birkaç yüz yıl boyunca yalıtılmaları gerekir.[52]

• Dijitalleşmeyi ve enerji geçişini benimseyen kişiler bu geçişi hızlandırmak amacıyla, gıda ürünleri için kullanılan yerel döngüler kavramını enerji dağıtım devrelerine aktarmak istiyor. Freiburg im Breisgau kentindeki Vauban gibi ekolojik bölgeler giderek daha fazla yerel kaynaklarla üretilen temiz enerjiyi tüketmekle övünüyorlar. Ne var ki bu yeşil banliyöler açısından vazgeçilemez olan nadir metallerin milyonlarca kilometrelik seyahatini genel maliyete eklemek kimsenin aklına gelmiyor. Fransız bir uzman dediği gibi, "Kavramsal düzlemde bu ekolojik işler tutarlı, ama uygulamada tümüyle aslından sapan bir şeyle karşılaşıyoruz."[53]

• Enerji tasarrufu idealimizin dayandığı bazı yeşil teknolojilerin imal edilebilmesi için eski teknolojilerden daha çok hammadde gerektirmektedir. Bir Dünya Bankası raporu şuna dikkat çekiyor: "Yeşil teknolojilere dayanan bir gelecek çok miktarda malzeme tüketimi anlamına gelir ve uygun biçimde yönetilmediğinde bu durum sürdürülebilir kalkınma hedeflerini [...] baltalayabilir."[54] Bu gerçeği inkâr ettiğimiz takdirde Paris'te iklim konusunda imzalanan sözleşmenin hedeflediğinin tam aksi sonuca ulaşabiliriz, yani işlenebilecek kaynak sıkıntısı çekebiliriz: Yedi buçuk milyar kişinin yaşadığı bir dünya önümüzdeki 30 yılda bizden önceki 2.500 kuşaktan daha çok metal tüketecektir.

• Son olarak şunu da belirtelim ki daha yeşil dünyamızın bağımlı olduğu nadir metallerin geri dönüşümü sanıldığı kadar ekolojik değildir. Hatta toplumlarımız gittikçe artan oranlarda, gittikçe daha çok sayıda malzemeden oluşan daha çeşitli alaşımlar ürettikçe geri dönüşümün çevre açısından bilançosu daha da ağırlaşabilecektir. Bu durumda, dijitale ve yeni enerji teknolojilerine geçişi benimseyen sanayiciler temel bir çelişki ile yüzleşmek zorunda kalacaklardır: Daha sürdürülebilir bir dünya arayışları, pratikte, döngüsel ekonomi ilkelerine dayanan yeni, daha ölçülü tüketim modellerinin ortaya çıkmasını büyük ölçüde sınırlayabilir. Gelecek kuşaklar bizim için belki de şöyle diyecekler:

"21. yüzyıldaki atalarımız mı? Evet, onlar nadir metalleri bir çukurdan çıkarıp başka bir çukura koyan tiplerdi."

Hammadde dünyasında bu gözlemler genellikle apaçık ortadadır; buna karşılık bizim, yani büyük çoğunluğun gözünde bunlar akla o kadar ters düşüyor ki tam olarak anlaşılıp kabul edilmeleri için muhtemelen uzun yıllar geçmesi gerekecek. O gün geldiğinde de aldatılma ve uyutulmayla onlarca yıl geçmiş olacak. PSA Başkanı Carlos Tavares'in 2017 yılı Eylül ayında Frankfurt Dünya Otomobil Fuarı'nda elektrikli araç teknolojisinin çevre üzerindeki zararlı etkileri konusundaki uyarılarını tekrar tekrar dinleyeceğiz: "Bize elektrikli taşıtlar üretme talimatı veriliyorsa, yönetimlerin ve yetkililerin bunun bilimsel sorumluluğunu üstlenmesi de gerekir. Zira otuz yıl sonra birilerinin kalkıp da, bataryaların geri dönüşümü, gezegendeki nadir malzemelerin kullanılması ya da yeniden doldurulurken bataryaların ürettiği elektromanyetik emisyonlar konularında işlerin söylendiği kadar iyi gitmediğini keşfetmesini istemem."[55]

Belki de bir "electricgate" patlak verecek ve tıpkı "dieselgate"te olduğu gibi, dünya çapında hukuk mücadelelerine yol açacak. Apaçık kanıtların sayısı her gün artarken nasıl olup da bu kadar uzun süre bunlara kör kaldığımızı soracağız. Ekonomik ve siyasal çevreler arasında billurlaşan, üstelik çok sayıda çevre derneğinin de desteklediği fikir birliği karşısında çatlak seslerin dikkate alınmayacağını kabul edeceğiz. Hatta belki de nükleer enerjilerin, yerine geçirmek istediğimiz teknolojilerden, son kertede, daha zararsız olduklarını ve kurmakta olduğumuz *mix* enerjiler bünyesinde nükleere yer vermemenin zor olduğunu söyleyeceğiz.

O zaman, daha yeşil bir dünyaya doğru pervasızca ilerlerken neden olunan muazzam sorunları düzeltmek amacıyla, kimilerinin kuşkusuz "mucize teknolojiler" diye niteleyeceği yeni teknolojiler tasarlamamız gerekecek.

Bir de kalkıp bütün suçu Çinlilere, Kongolulara ya da Kazaklara yıkmaya çalışmayalım! Batılılar, en sorumsuz ülkelerin dünyanın geri kalanını kirli metallerle doldurmasına bile bile izin vererek bu durumun meydana gelmesinde doğrudan pay sahibi oldular.

DİPNOTLAR

5. Annual Cleantech & Technology Metals Summit: Invest in the Cleantech Revolution.

2 Bkz. *"World Energy Outlook 2022"*, International Energy Agency, Ekim 2022.

3 M. Tourillon böyle bir tahminde bulunabilmek için ABD Çevre Koruma Ajansı'nın sera gazı salımı eşdeğerleri hesaplayıcısını kullanıyor (epa.gov/energy/greenhouse-gas-equivalencies-calculator).

4 Güneş ışınları su gibi akışkanları ısıtan termik enerji üretir; bu enerji daha sonra doğrudan (güneş enerjili su ısıtıcısı sayesinde) ya da dolaylı olarak (su buharı alternatör aracılığıyla elektrik üretir) kullanılır.

5 Avrupa Komisyonu gaz yakıtlı santrallerin tüketiminden (1.000 litre/MWh) çok daha yüksek olan bu su tüketimini azaltmak için yapılan uygulamalı araştırma projelerine mali destek sağlamaktadır. Bu projeler su tüketimini %90'a varacak oranda azaltmayı amaçlıyorlar. Bkz. "Water consumption solution for efficient concentrated solar power", Avrupa Komisyonu, 28 Haziran 2019. Ayrıca Shabah Rohani ve diğ., "Optimization of water management plans for CSP plants through simulation of water consumption and cost of treatment based on operational data", *Solar Energy*, c. 223, 15 Temmuz 2021.

6 Kimberly Aguirre, Luke Eisenhardt, Christian Lim, Brittany Nelson, Alex Norring, Peter Slowik ve Nancy Tu, "Lifecycle analysis comparison of a battery electric vehicle and a conventional gasoline vehicle", Institute of the Environment and Sustainability, UCLA, Haziran 2012.

7 Bu da bazı uzmanlara göre aracın toplam fiyatının en az üçte biri demektir.

8 Bir elektrikli araç bataryası birden çok modül olarak yerleştirilen elektro-kimyasal hücrelerden (genelde toplam ağırlığın üçte ikisi) ve bunlara eklenen elektrik ve termal yönetim sistemlerinden oluşur. Kütleler çoklukla bütün bataryanın değil hücrelerin kütlesine oranla verilir. Bkz. L. Mathieu ve C. Mattea, "From dirty oil to clean batteries: Batteries vs. oil: a systemic comparison of material requirements", Transport & Environment, Mart 2021 ve "Environmental challenges through the life cycle of battery electric vehicles", Policy Department for Structural and Cohesion Policies, Directorate-General for Internal Policies, PE 733.112, European Parliament, Mart 2023.

9 Kimberly Aguirre ve diğ., "Lifecycle analysis comparison of a battery electric vehicle and a conventional gasoline vehicle", *a.g.e.*, elektrik bataryalarının çevre üzerindeki etkisi konusunda bkz. J. Sullivan ve L. Gaines, "A review of battery life-cycle analysis: State of knowledge and critical needs", Argonne National Laboratory (Illinois, ABD), ANL/ESD/10-7, 1 Ekim 2010.

10 Bu sayılar 60 kWh gücünde bataryaya sahip olan kompakt sedan model bir otomobil için verilmiştir. Bkz. "Les avis de l'Ademe. Voitures électriques et bornes de recharge", ADEME, Ekim 2022.

Bkz. F. Euvrard, "Tesla: La berline Model 3 Grand Autonomie RWD enfonce le clou mais...", The Automobilist, 20 Nisan 2023.

12 Francesco Del Pero, Massimo Delogu ve Marco Pierini, "Life Cycle Assessment in the automotive sector: A comparative case study of Internal Combustion Engine (ICE) and electric car", *Procedia Structural Integrity*, c. 12, 2018, s. 521-537.

13 John Petersen'in yazılarına ulaşmak için, bkz. seekingalpha.com/author/ john-petersen

14 Bu ve benzeri sorularla ilgili olarak okurlar şu makaleye bakabilir: https:// jancovici.com/transition-energetique/transports/la-voiture-electrique-est-elle-la-solution-aux-problemes-de-pollution-automobile/ – e.n.

15 Jeremy Rifkin, *The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World* [Türkçesi: *Üçüncü Sanayi Devrimi*, çev. Murat Başekim, Pelin Sıral, İletişim Yayınları, 2014].

16 Jeremy Rifkin, *The Zero Marginal Cost Society: The Internet of Things, the Collaborative Commons, and the Eclipse of Capitalism*, Palgrave Macmillan, 2014. [Türkçesi: *Nesnelerin İnterneti ve İşbirliği Çağı*, çev. Levent Göktem, Optimist Kitap, 2015].

17 ADEME tarafından 2022 yılında yapılan bir anket bu tahminleri doğrulamaktadır. Araç sahibi olmayan Fransız hanelerinin oranı %30'dan az iken Fransa'da araç paylaşımına başvuran kullanıcıların %74'ü araç sahibi değildir. Yine de bu sayıyı fazla kesin saymamak gerekir, zira kullanıcıların %86'sı nüfusu 200.000'den fazla olan yerleşmelerde yaşıyor; bu profil otomobil paylaşma olmasa bile otomobil sahibi olmaya pek yatkın değildir. Kaldı ki Fransa'daki araç hareketliliğine kıyasla otomobil paylaşmanın ancak marjinal bir etkisi olabilecektir. Bkz. "Enquête nationale autopartage 2022", ADEME, Eylül 2022.

18 Eric Schmidt ve Jared Cohen, *The New Digital Age: Reshaping the Future of People, Nations and Business,* Knopf, Random House Inc., 2013 [Türkçesi: *Yeni Dijital Çağ İnsanların, Ulusların ve İş Dünyasının Geleceğini Yeni Baştan Şekillendirmek*, çev. Ümit Şensoy, Optimist Kitap, 2014].

19 Bunun daha şimdiden yol açtığı muazzam dijital veri kütlesini düşünmek yeterli olacaktır. Bay Schmidt ve Bay Cohen, "İki günde bir uygarlığın şafağından 2003 yılına kadar üretilen kadar dijital içerik üretiyoruz" diyorlar. Bu düşüncelerin ekonomik sonuçları da olacaktır elbette, çünkü dijital teknoloji sektörünün (bilişim terminalleri, hizmetler, telekomünikasyon, veri merkezleri, nesnelerin interneti, robotik vb.) 2023 yılı cirosu yaklaşık 6.800 milyar dolar olacaktır ve bu sayı 2027 yılında 9.000 milyar dolara ulaşabilecektir. Bkz. IT [information technology] Services Worldwide, Technology, Market Insights, site Statista (New York), ziyaret tarihi: Nisan 2023 (statista.com).

20 Her yıl on milyon hektar orman, yani Portekiz ya da Güney Kore kadar bir alan ağaçsız kalıyor. Ormansızlaşmanın ilk nedeni kâğıt değil. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'ne (FAO) göre bu durumun %90'ından tarım sorumlu. Bkz. "La situation des forêts du monde 2022. Des solutions forestières pour une relance verte et des économies inclusives, résilientes et durables", FAO, 2022.

21 Altın ve gümüşle ilgili sayılar için Avrupa Komisyonu'nun bu metallerin başlıca ekonomik sektörlere göre kullanımını veren sayfasına bakılabilir: rmis.jrc.ec.europa.eu/rmp

22 Guillaume Pitron, *L'Enfer numérique. Voyage au bout d'un like* [Türkçesi: *Dijital Cehennem*, çev. Alp Tümertekin, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 2023].

23 Fabrice Flipo, Michelle Dobré ve Marion Michot, *La Face cachée du numérique. L'impact environnemental des nouvelles technologies*, L'Échappée, 2013.

24 *A.g.y.*, alıntı kaynağı: Frédéric Bordage, *Sobriété numérique, les clés pour agir*, Buchet-Chastel, 2019.

25 Bkz. Coline Tison ve Laurent Lichtenstein, *Internet, la pollution cachée,* belgesel (52 dakika), Camicas Productions, 2013.

26 Bkz. "Analyse comparée des impacts environnementaux de la communication par voie électronique", ADEME, Temmuz 2011.

27 "Email Statistics Report, 2021-2025", The Radicati Group (ABD), 2021.

28 Daha önce adını andığımız belgesel bizi Batı Virginia Apalaşlar'daki kömür madenlerine götürür; bu madenlerden Amerika'nın elektrik santrallerini çalıştıracak olan fosil kaynaklar çıkarılır. Belgeselde, "Farenin klikleri ardında sanal hiçbir şey yok" denir; maddisizleşme yanılsamaları dağıtılarak, "E-postalarımız bütün Apalaş Dağları'nın sonunu mu getirecek?" diye sorulur.

29 Bkz. "Le numérique en Europe: une approche des impacts environnementaux par l'analyse du cycle de vie", Green IT ve NegaOctet, Aralık 2021. Avrupa'nın sera gazı salımının %5,2'sinden sorumlu olan havacılık sektörü için bkz. "European aviation environmental report 2022", European Environment Agency/EASA (European Union Aviation Safety Agency), 2022.

30 Bir örnek verelim: Amerika'nın ilk ticari bilgisayarı olan Univac I (Universal Automatic Computer I) 1951 yılında sadece 44 adet satılmıştı. 2021 yılında dünyada 1,4 milyardan çok akıllı telefon ve 340 milyon kişisel bilgisayar satıldı. Bkz. "Gartner says global smartphone sales grew 6 % in 2021", Mart 2022 ve "Gartner says worldwide PC shipments declined 28.5 % in fourth quarter of 2022 and 16.2 % for the year", Ocak 2023 (Gartner danışmanlık firmasının basın açıklamaları).

31 İki uzmanın söylediği gibi nadir metal kaynaklarına ilişkin sorunlardan çok "dolu 'çöp tenekeleri'ne ilişkin" sorunlarımız var. Bkz. Pierre-Noël Giraud ve Timothée Ollivier, *Économie des matières premières,* La Découverte, coll. "Repères", 2015.

32 Bkz. "Déchets, chiffres-clés. Édition 2023", ADEME, 2023. Avrupa Birliği'nde pazara sürülen, üretilen, toplanan ve geri dönüşüme giren atıkların hacmi konusunda bkz. "Waste electrical and electronic equipment (WEEE) by waste management operations", Data Browser, Eurostat, Mart 2022.

33 Bkz. "La consommation de métaux du numérique: un secteur loin d'être dématérialisé", France Stratégie, Haziran 2020.

34 "End-of-life recycling rates for selected metals", Agence internationale de l'énergie (IEA), Ekim 2022.

35 Bkz. "Number of collected mobile and personal handy phone system (PHS) terminals for recycling purposes in Japan from fiscal year 2013 to 2020", Statista, Ağustos 2022 ve M. Tunalı, M.M. Tunalı ve O. Yenigün, "Characterization of different types of electronic waste: heavy metal, precious metal and rare earth element content by comparing different digestıon methods", *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 23, 2021. Bu tahminde bulunurken bir akıllı telefonun ortalama ağırlığı (120 gram) ve yayınlanan belgede g/kg olarak belirtilen nadir toprak elementleri yoğunluğu dikkate alınmıştır.

36 Bu ortalama bir değerdir. Bkz. The Global E-Waste Monitor 2020, UNITAR (United Nations Institute for Training and Research), 2020. Japonya

2.500.000 ton elektrik ve elektronik atık üretmişti (s. 74). Dijital teknolojiden kaynaklanan atıkların payı aşağı yukarı %20'dir (s. 24).

37 Camların parlatılmasında kullanılan bir nadir toprak elementi olan seryumun yerine zirkonyum konulabilir.

38 Yeni uygulamalar sayesinde floresan lambalarda kullanılan evropiyum ve terbiyum miktarı %80, mıknatıslarda kullanılan disprosyum miktarı %30 azaltılmıştır. Avrupalı otomobil sanayicileri mıknatıs imalatında nadir elementleri artık kullanmamanın yolunu bulmaya çalışıyorlar.

39 "The U.S. left billions worth of weapons in Afghanistan", Foreign Policy, 28 Nisan 2022.

40 Bu konuda ilgi çekici bir kaynak için bkz. Rémy Le Moigne, *L'Économie circulaire: comment la mettre en oeuvre dans l'entreprise grâce à la reverse supply chain?*, Dunod, 2014.

41 Metallerin fiyatı 2014 sonu ile 2019 arasında yapısal olarak düşüktü, daha sonra yükseliş dinamiği sergiledi. Bkz. "Average price of selected rare earth oxides from 2015 to 2022" ve "Average lithium carbonate price from 2010 to 2022", Statista, Ocak 2023.

42 Bkz. *Metals for Clean Energy: Pathways to Solving Europe's Raw Materials Challenge*, Eurometaux - KU Leuven, Nisan 2022. Bazı metaller konusunda gayet eksiksiz iki çalışmayı belirtmek gerekir: C.T. Matos ve diğ., "Material system analysis of nine raw materials: barytes, bismuth, hafniyum, helium; natural rubber, phosphore, scandium, tantalum and vanadium", Joint research centre (JRC), The European Commission's Science and Knowledge Service, Publications Office of the European Union, 2021 ve C.T. Matos ve diğ., "Material System Analysis of five battery-related raw materials: cobalt, lithium, manganese, natural graphite, nickel", JRC, Publications Office of the European Union, 2020.

43 Terra Nova Développement (TND) kurucusu Christian Thomas ile yapılan görüşme, 2017.

44 Tehlikeli atıkların sınır aşırı hareketlerinin denetlenmesi ve imha edilmesine ilişkin Basel Sözleşmesi, 22 Mart 1989 tarihinde Basel'de imzalandı.

45 Basel Sözleşmesi başta altı değerlikli krom bileşikleri, bakır, çinko, kadmiyum ya da antimon içeren atıklar olmak üzere tehlikeli sayılan atıkların ihracını yasaklar.

46 Basel Action Network üyeleri 2018 yılında Avrupa'dan toplanmış 300'den fazla atık üzerinde bir inceleme yaptılar. Atıklara GPS (*global positioning system*) vericiler yerleştirip izledikleri yolu takip edebildiler. Atıkların %6'sı Nijerya ya da Gana gibi gelişmekte olan ülkelere ve anlaşıldığı kadarıyla çoklukla yasadışı yollardan ihraç edilmişti. Bkz. "Holes in the circular economy. WEEE leakage from Europe", A report of the e-Trash Transparency Project, Basel Action Network, 2018.

47 "EU Serious and Organised Crime Threat Assessment (SOCTA)", Europol, 2013. Yasadışı atık trafiği 2021 yılında çevre suçları arasında yer aldı. Europol COVID-19 pandemisinden itibaren yasadışı atık yönetiminin artmış dahi olabileceğini bildirir. Bunun sonucunda Europol atık geri dönüşüm tesisleri ve nakliyecilerini denetlemeye yönelik kampanyalar başlattı. "Serious and Organised Crime Threat Assessment (SOCTA)", Europol, Aralık 2021.

48 Elektrik ve elektronik kaynaklı atıkların miktarını kestirmek zor. Eurostat'ın internete yüklediği bilgilere göre 2020 yılında Avrupa Birliği sınırları içinde üretilen 12 ile 13 milyon ton atığın 4,7 milyon tonu toplanmıştı. Basel Action Network tarafından 2018 yılı için tahmin edilen %6 ihracat rakamını temel alırsak, yapılan ihracatın yüz binlerce ton civarında olabileceği görülür.

49 2020 yılında Avrupa Birliği dışına yapılan atık ihracatı 32,7 milyon tona ulaşmıştı; bu sayının %30'unun da yasadışı olduğu düşünülmektedir. Bkz. "European Green Deal: Commission adopts new proposals to stop deforestation, innovate sustainable waste management and make soils healthy for people, nature and climate", Avrupa Parlamentosu basın açıklaması, 17 Kasım 2021. Ayr. bkz. "Waste shipments: MEPs push for tighter EU rules", Avrupa Parlamentosu basın açıklaması, 17 Ocak 2023.

50 Martin Eugster, Roland Hischier ve Huabo Duan, "Key environmental impacts of the Chinese EEE-industry. A life cycle assessment study (Rapor)", Tsinghua University, Çin, 2007.

51 Bkz. "Les terres rares: des propriétés extraordinaires sur fond de guerre économique", Paul Caro, Académie des sciences/Bilim Akademisi muhabiri, nadir toprak elementleri uzmanı, Canal Académies (Institut de France), Aralık 2012.

52 "Rare earth and radioactive waste: A preliminary waste stream assessment of the Lynas Advanced Materials Plant, Gebeng, Malaysia", National Toxics Network, Nisan 2012. 2011 yılında araştırdığımız Malezya'da da aynı durum vardır: 1970 yılı sonu ve 1994 yılı arasında, bir Japon holdingi olan Mitsubishi ülkenin kuzeyindeki Bukit Merah'ta nadir element madenciliği ve arıtımı yaptı. Çevre eylemcisi Tan Ka Kheng bizimle şunları paylaştı: "Bu faaliyetler ortaya son derece radyoaktif atıklar çıkardı. Nükleer endüstrisi için bu atıklar orta derecede etkin radyoaktiviteye sahip: Son derece dikkatle ele alınmaları gerekir, ama [...] bu atıkları paslı, eski püskü bidonlara doldurdular, bidonları da yalıtım amaçlı plastik torbalara koyup bıraktılar. Gerçekten üzücü bir durum! Mitsubishi fabrikayı kapatıp gitti! Biz de 14,4 milyar yıl boyunca etkinliğini koruyacak olan atıklarla başbaşa kalıverdik!" Bukit Merah Asya'nın en yüksek radyoaktiviteye sahip alanlarından biridir; ziyaret ettiğimiz tarihte, bu alanın ıslahı için 100 milyon dolar tutarında kaynak ayrılmıştı. Bkz. Guillaume Pitron ve Serge Turquier, *La Sale Guerre des terres rares*, 2012 tarihli belgesel.

53 Dünya Bankası'nın 2020 yılında yayınlanan bir raporuna göre, yeni enerjilerde kullanılacak alüminyum, nikel ve grafit üretimi 2050 yılına kadar 1,4 milyar ton CO_2 eşdeğeri üreteceği tahmin edilmektedir ki bu da Fransa, Almanya ve Birleşik Krallık'ın 2018 yılındaki toplam salımına eşittir. Dolayısıyla yenilenebilir enerjilerin salımları kömür ve gaz salımlarının sadece %6'sını temsil etse de ihmal edilemeyecek kadar önemlidirler. Bkz. "Minerals for climate action: The mineral intensity of the clean energy transition", The World Bank Group, Mineral Choices, 11 Mayıs 2020.

54 "The growing role of minerals and metals for a low carbon future", The World Bank Group, Haziran 2017.

55 Bkz. "Tavares ne veut pas revivre un 'dieselgate' avec l'électrique", Reuters, 12 Eylül 2017. Carlos Tavares bir yerde şunları da söylemişti: "Bütün bu

kargaşa, bu kaos sonunda aleyhimize olacak; heyecanlanıp, yeterince düşünmeden, yeterince geriye çekilip genel manzaraya bakmadan karar verdiğimizi anlayacağız." Otomobil markası Lexus'un patronu Yoshihiro Sawa'nın elektrikli otomobiller konusundaki uyarılarını da okumak gerekir: "Günümüzde elektrikli araçlar uzun şarj süresine ve çevre üzerinde daha üretim aşamasında olumsuz etkileri olan, üstelik eskidikçe bozulan bataryalara ihtiyaç duyuyor. Sonrasında, yani batarya hücrelerinin değiştirilmesi gerektiğinde, gelecekteki kullanım ve geri dönüşüm planlarını göz önünde bulundurmalıyız. Geçerli söylemin varsaydığından çok daha çetrefilli bir konu bu. Şahsen ben geleceğe daha dürüst yaklaşmayı tercih ediyorum", "Lexus boss on EVs, autonomy and radical design", Autocar Professional (Hindistan), Ağustos 2018.

3. Bölüm

Başka Yerlere Taşınan Kirlilik

Batı nadir metaller konusunda liderliği üstlenmek yerine bu metallerin üretimini (ve ona eşlik eden kirliliği), zenginleşmek uğruna çevreyi fedaya hazır yoksul ülkelere taşıdı.

Olanları daha iyi anlamak için 2011 yazında bir sabah, dur durak bilmeyen Las Vegas'tan arabayla yola çıkıyoruz. Nevada ve Kaliforniya'nın uçsuz bucaksız boşluklarını düz bir çizgi gibi kesen asfalt kuşağı Interstate 15 boyunca güneybatıya yol alıyoruz. İki saat sonra hemen bitişiğinde paslar içinde bir tesis bulunan taşocağını izlemekteyiz. Üstünde yorgun bir Amerikan bayrağı dalgalanıyor. Kaya ve çalılarla kaplı bu çukurda Amerikan madencilik grubu Molycorp, 1990'lara kadar dünyadaki en büyük nadir element madeni olan Mountain Pass madenini işletiyordu.

Nadir Elementler Pazarına Amerikalıların Egemen Olduğu Günler

Sanılanın aksine nadir metal rezervleri, madenciliğin en aktif olduğu (Çin, Kazakistan, Endonezya, Güney Afrika vb.) ülkelerde yoğunlaşmamıştır.[1] Gezegenimizin her tarafında, ama bazı bölgelerinde daha yoğun bulunurlar. Dolayısıyla hem nadir olduklarını hem de olmadıklarını

söyleyebiliriz. Bu metallerin en stratejik olanlarının, yani nadir toprak elementlerinin yataklarının on kadar devletin sınırları içinde yer aldığı biliniyor.[2] Fransa Parlamentosu tarafından açıklanan bir raporda şöyle deniyor: "1965 yılına kadar bu metaller Güney Afrika, Brezilya ve Hindistan'da çıkarıldı ama hatırı sayılacak miktarda değil, yılda ancak 10.000 ton kadar."[3] Daha sonra 1965 ile 1985 arasındaki ikinci aşamada ABD nadir toprak elementlerinin işlenmesi alanında dünya önderi halini aldı. Aynı raporda şöyle geçer: "ABD tekel konumunda bulunmasa da ağırlığını hissettirmektedir, çıkarılan miktar iyice artar ve yıllık 50.000 tona ulaşır."[4] Bu kaynağı sağlayan Mountain Pass madeniydi.

Gelgelelim Molycorp'un etkinlikleri çevreye verdiği zararla civardaki ekosistemleri ciddi biçimde etkilemeye başlar. Anlaşıldığı kadarıyla madencilik grubu yönetimi bu durumdan rahatsız olmaya başlamış. Kendilerinden maden ocağını ziyaret etmek için izin istedik: Reddedildik. Biz de çaresiz kaldığımız için yerel bir uçak kiralama şirketiyle anlaşıp iki-motorlu bir uçak kiraladık ve Molycorp'a madene giremediğimizi, ama ertesi gün saat 14'te hava sahalarına gireceğimizi bildirdik. O bölgede çok etkin olan Great Basin Resource Watch adlı çevre örgütünün başkanı olan John Hadder da bizimle geliyor.

Las Vegas'ta rengi mora çalan dağlar arasında çukurda kalan küçük bir havaalanının apronunda buluşuyoruz. Küçük uçağımız pistte hızlanıp hemen yükseliyor. Birkaç dakika sonra da maden cevherlerinden oluşan peyzajın ortasında Molycorp tesislerini görebiliyoruz. Uçağımız dipteki bir su birikintisine doğru helezon gibi döne döne inen kayalık bir alana yaklaşıyor.

Uçuşun en öğretici bölümü maden ocağından yaklaşık yirmi kilometre uzakta: Çölün ortasında birkaç yüz metrelik, daire biçimli bir çökeltme havuzu karşımıza çıkıyor. John Hadder, "Ocak açıkken atılan bütün su bu havuza boşalıyordu. Yeraltı su yatakları bugün bile bu havuzdan sızan zehirli sulardan ötürü kirleniyor" diyor.

Uçuş bittiğinde John Hadder bir hangarın gölgesinde ufuk açıcı bir belge gösteriyor bize: Bu harita 1984 ile 1998 arasında ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından toplanan veriler temelinde çizilen Mountain Pass haritası. Great Basin Resource Watch örgütü Mountain Pass maden ocağının Mojave Çölü'nde yol açtığı ekolojik tahribatın tarihçesini, ancak EPA verileri üzerindeki gizliliğin kaldırılması sayesinde haritalayabilmiş.

İnsanı şaşırtan ilk nokta, cevher çıkarılan noktadan çökertme havuzuna kadar olan bölümde art arda sıralanan sayılardır. "Maden cevherinin işlenmesiyle kirlenen su ocaktan bu büyük havuza kadar pompalanarak boşaltılıyordu" diye açıklıyor John Hadder. Ocak ile bu havuz arasına çekilen boru hattı milyarlarca litre kirli su taşıyordu. "Boru hattı boyunca dizilmiş sayılar borunun delindiği ve sızıntıların yaşandığı yerleri gösteriyor." 15 yıl içinde bu tip 60 dolayında kaza yaşanmış. "En ciddi kaza 1992 yılında meydana geldi. 1,5 milyon litrelik bir sızıntı! Toplamda yaklaşık 4 milyon litre su çöle döküldü."

Yaşanan çevre felaketleri bölge sakinlerinin bir anda konuyla ilgilenmesine yol açtı: Toprağı kirleten atık suyun içinde uranyum, manganez, stronsiyum, seryum, baryum, talyum, arsenik ve kurşun vardı...[5] Kirli kum fırtınaları ve yeraltı su kaynaklarının yaşadığı bulaş kilometreler çapında bir çember dahilinde bütün Mojave Çölü'nü pisletti. John Hadder, "Bir dizi yasal işlem işletmeyi çevre sorunlarıyla ciddi şekilde ilgilenmeye zorladı" diyor. Amerikan mahkemeleri Molycorp'u ağır para cezalarına çarptırdı.

Hatta bir gün silahlı, kalkanlı ve kurşungeçirmez yelekli federal ajanlar Kaliforniya Çevre Koruma Yönetmeliği'ni bilmem kaçıncı defa çiğnediğini bildirmek üzere Molycorp'a baskın bile yapmış. Yetkililer çevrede bulunan kaplumbağaların yaşam ortamlarını korumak amacıyla madendeki üç yüz çalışanın çöl kaplumbağaları konulu derslere girmelerine karar vermiş. Kabuklu herhangi bir hayvana 30 metreden daha çok yaklaşmaları yasaklanmış. Yeni sızıntılardan korkan ve teçhizatı modernleştirme maliyetinin astronomik olduğunu fark eden Molycorp 1990 yılları sonunda Mountain Pass'taki etkinliklerini sürdürüp sürdürmeme konusunda karar vermek zorunda kaldı.

Aynı dönemde, ekonomik büyümeye susamış bir Çin Batılı madencilik gruplarının yaşadığı güçlüklerden yararlanmaya çalışıyordu; nadir metaller pazarında kendini yavaş yavaş önemli bir aktör olarak kabul ettirmek istiyordu. Önceki başlıkta ziyaret ettiğimiz Baotou madenleri, nadir toprak elementleri dünya rezervinin hemen hemen %40'ını temsil ettiği için Çin bunu yapabilecek imkânlara sahipti.[6] Pekin maden üretiminin Batı'dan Doğu'ya naklini hızlandırmak için, bugün de kullanmaya devam ettiği müthiş bir pazarlama hilesi kullandı. Bu strateji tek kelimeden oluşuyor ve damping diye biliniyor. Üretim

maliyetleri düşürüldüğü, fiyat kırıldığı için ekonomik damping; bir de ayrıca çevresel damping söz konusu, çünkü çevreci militan Ma Jun'un hatırlattığı gibi "çevreye verilen zararların giderilmesi için gereken çalışmalar maliyetlere dahil edilmedi." Pekin'in bu zararları gidermek için herhangi bir adım atmak istediğini varsaysak bile...

Uygulanan bu çifte damping kısa sürede Çin'in fiyat politikası üzerinde etkili oldu: 2002 yılında Çin'de üretilen bir kilogram nadir toprak elementinin fiyatı 2,8 dolardı, yani ABD'deki fiyatın yarısıydı.[7] Molycorp Çin'in acımasız rekabeti karşısında kısa sürede ayakta duramayacak hale geldi. Mountain Pass madeni faaliyetini durdurdu ve 2002'de temelli kapanıncaya kadar stoklarını satarak ayakta kaldı.[8]

Çevreye karşı sorumluluk etiği kaçınılmaz olanı engellemeye çalışmak olurdu. Sadece kâr mantığına sırtını dönmek ve temel ekolojik sorumluluk kurallarının yürürlükte olduğu Batılı devletlerde nadir metal çıkarımını, zarara uğramak pahasına, sübvanse etmek gerekirdi. Avustralya bu sorumluluğu üstlenebilirdi: Avustralyalı zengin bir iş insanı Nicholas Curtis (o sıralar Northern Minerals adlı madencilik şirketinin yönetim kurulu başkanlığına geçmişti) Batı Avustralya'da bulunan dünyanın en zengin nadir toprak elementleri yataklarından biri olan Mount Weld'i satın aldı. Konunun uzmanı bir kişinin anlattıklarına göre, "Bay Curtis otomobillerde, lüminoforlarda ya da televizyonlardaki sayısız uygulamada kullanılan bu malzemelerin çok stratejik hale geleceğine inanmıştı. Bu nedenle de Mount Weld'ten seryum, lantan ve neodimyum gibi nadir toprak elementleri çıkarmak amacıyla Lynas adlı küçük bir şirket kurdu."[9] Ancak o da şu gerçeği kabul etmek zorunda kaldı: Çinlilerin önerdiği fiyatlar o kadar düşüktü ki Lynas'ın bunlarla rekabet edebilecek fiyatlara nadir toprak elementi sunması imkânsızdı. Ardından 2008 yılında yaşanan mali kriz maden ocağının yakın gelecekte açılma planını daha da öteleyecekti.[10] Ve bu süre boyunca Batılı devletler alanı nadir toprak elementlerinin "büyücü çırakları"na bıraktılar. Bir Fransız uzman, "Avrupa ve ABD gelecek kuşakları tehlikeye atmayacak hemen hemen temiz nadir elementlere erişimin maliyetini gayet iyi biliyorlardı, ama Çin'de olup bitenlere gözlerimizi kapatmayı tercih ettik"[11] diyor. Ellerini yıkayıp bu sorundan kendilerini kurtaranlar sadece Amerikalılar değil, Fransa'nın da bu sorumlulukta payı var.

Sıcak Hava Balonları, Macera ve Nadir Toprak Elementleri: Rhône-Poulenc Destanı

Fransa üçüncü sanayi devriminin kullandığı kaynaklarda dünya önderi mi? Televizyon tarihinin kült dönemlerinden birine geri dönüp belleğimizi tazelersek bakalım neler ortaya çıkacak. Fransız okurlar 1980 yıllarında cumartesi akşamları saat 22'ye doğru Nicolas Hulot tarafından sunulan ve herkesi ekran başına toplayan *Ushuaïa* adlı programı hatırlayabilirler. Bu programda dünyanın öbür ucundan kabileler, Rudyard Kipling'i kıskançlıktan çatlatacak yabanıl hayvanlar, helyumla şişirilmiş, naylon kumaşı şahane manzaralar üzerinde kabaran sıcak hava balonları görürdük. TF1 bir rüya sunuyordu bize ve daha o zaman bile dikkatimizi verdiğimiz bir zaman dilimini satıyordu. Ekranın en altında, yayının resmi sponsoru olan Fransız kimya grubu Rhône-Poulenc'in düz çizgilere sahip logosu şu reklamla beraber geçiyordu: "İnsanın macera, performans ve başarı dünyasına hoş geldiniz!"

"Kimya" bölümü 1998 yılında Rhodia adını almadan ve 2011 yılında Belçikalı Solvay grubuyla kaynaşmadan önce Fransız Rhône-Poulenc nadir metal işleme alanında dünyadaki iki büyük kimya şirketinden biriydi. La Rochelle kentinde (Charente-Maritime bölgesinde) kurulu fabrikasında 1980 yıllarında yılda 8 ila 10 milyon ton nadir toprak elementi, yani dünya "ayrılmış"[12] nadir toprak elementi pazarının %50'sini arıtıyordu. Konu üzerinde biraz daha durmakla umarız okurun sabrını taşırmayız: Fransa o yıllarda dünyanın en stratejik nadir metallerinin yarısını işliyordu. Bunlar geleceğin kaynaklarıydı ve yakında dijitalleşmeye ve enerji geçişine yön verecek malzemelerdi. O zamanlar müthiş bir kimyasal bilgi birikimine ve dikkat çekici bir ticari üstünlüğe sahiptik. O kadar ki İç güvenlik Genel Müdürlüğü'nün (DGSI) atası olan *Direction de la surveillance du territoire* (DST) iş gereği davet edilen bir Rus ya da Çinli iş ortağının casusluk yapması kaygısıyla fabrikaya gelip gidenleri gözetiyordu.

La Rochelle'deki tesis kentin batısında, deniz kenarındaki 40 hektarlık bir alanı kaplıyordu. Hâlâ faal durumda olan bu tesisi ziyaret edebildik. Nadir toprak elementleri devasa antrepoların gölgesinde önce birbirinden ayrılıyor sonra yüksek sıcaklıktaki fırınlarda kalsine ediliyor[13] ve ortaya çıkan oksitler (toz) satışa hazır koliler halinde paketleniyor. Hemen yandaki depolarda üzerine artık aşina olduğumuz

seryum, disprosyum, neodimyum, terbiyum vb. adlarının basılı olduğu küçük balyalar uzayıp giden raflara tıkıştırılmış durumda. Yine aynı tesis alanında araştırma ve geliştirmeyle uğraşan bir laboratuvar da var. Ancak rafinerinin otuz yıl önceki gibi son hız çalıştığını söylemek doğru olmaz.[14]

Herkesin bildiği gibi nadir toprak elementlerinin çıkarılması ve rafine edilmesi yüksek derecede kirlilik yaratan bir etkinliktir. Nitekim çıkarılan maden cevherlerindeki nadir toprak elementleri doğal hallerinde toryum ve uranyum gibi radyoaktif elementlerle birleşmiştir. Dolayısıyla La Rochelle tesisinde bu maddelerin ayrılma süreci, ihmal edilir miktarda olsa da radon salımına yol açmaktadır. Radon çok düşük radyoaktiviteye sahip bir gaz; nitekim Fransız sanayi tesisinin eski çalışanları radonun solunması sonucunda kimsenin tıbbi müdahaleye ihtiyaç duymadığına bizi temin ediyorlar. Ne var ki "radyoaktif olmayan nadir toprak elementi cevheri yoktur." Bunu diyen eski bir Rhône-Poulenc'li.[15]

Rhône-Poulenc tarafından her yıl ayrılan onlarca ton uranyum nükleer santralleri çalıştırmak üzere EDF grubuna (Electricité de France/ Fransa Elektrik Kurumu) satılmaktaydı. Toryum ise birkaç bin ton olmak üzere fabrikada depolanmaktaydı; bugün de depolanmaktadır.[16] Bu malzeme çevreyi daha az kirletecek yeni kuşak nükleer santrallerde yakıt olarak kullanılabilecektir. Maden cevherlerinin ayrıştırılması sırasında ortaya çıkan atık su ise bir arıtma istasyonundan geçip La Rochelle Koyu'nun ucunda Port-Neuf Koyu kumsalındaki boşaltma kanalıyla kıyıdan denize dökülüyordu.[17] Bu atıkların içinde demir, zirkonyum, alüminyum, siliska ya da magnezyum gibi kalıntılar, yani önemli miktarda yabancı madde bulunuyordu. 1980 yıllarında birkaç defa arıtılmamış sıvı atıklardan oluşan çamur, arıtma tesisinden "sızıp" doğrudan denize dökülmüş.

Bu atıklarda radyoaktif olan toryum var mıydı? Eski bir Rhône-Poulenc'li olmadığını söylüyor: Tüm toryum atık sular tahliye edilmeden önce, arıtma sürecinin üst kısmında depolanmış. Eğer herhangi bir radyoaktivite varsa, bunun sadece toryum ve uranyumdan türeyen radyumdan kaynaklanacağını da ekliyor. Fransız kimya tesisinin, çalışmaları sonucu ortaya çıkması kaçınılmaz olan kirliliği sınırlamak için büyük çaba gösterdiğini de kabul etmeliyiz. Ne var ki bunun böyle

olmadığını, tesisin 1947 yılından bu yana okyanusa 10.000 tondan fazla radyoaktif atık boşalttığını savunan STK'lar var.

1985 yılında bir valilik kararnamesiyle çevre düzenlemeleri iyice sıkılaştırıldı: Port-Neuf kumsalındaki boşaltma kanalı gelgit etkisiyle suya tam batmadığı zamanlarda Rhône-Poulenc tesisinden sıvı atık boşaltılması yasaklandı. Bu sayede atıkların deniz akıntıları tarafından her zaman taşınması mümkün olacaktır. Dahası, aynı kararname kabul edilebilir bir atık üst sınırı da getirmişti. Bununla birlikte Les Verts Poitou-Charentes adlı grubun talebi üzerine 1987 yılından itibaren Rakyoaktivite Konusunda Bağımsız Araştırma ve Bilgilendirme Komisyonu (CRIIRAD) tesisleri birçok kez denetledi. Denetimler sonrasında komisyon resmi raporların aksine boşaltma kanalının hem suların yükseldiği hem de çekildiği dönemlerde kullanıldığını ortaya çıkardı. Boşaltma kanalının hemen yakınlarından alınan örnekler "atıkların ne kadar geniş kapsamlı olduğunu ve deniz ortamında toryum ve türevlerinin biriktiğini" teyit etti. Dernek de bu sonuçları La Rochelle Belediye Başkanı ve Milletvekili Michel Crépeau'ya iletti (1930-1999). Boşaltma kanalının yakınlarındaki radyoaktivite saniyede 1.000 sinyal veriyordu, yani yerel ortalamanın yüz katıydı. CRIIRAD[18] mühendislerinden biri otuz yıl sonra "durum gerçekten ciddiydi"[19] diye yorumluyor.

Buna rağmen ortada yetkilileri şaşırtacak bir şey yoktu sanki. Oysa o zamanlar olayları *Libération* gazetesi adına takip eden Hélène Crié,[20] "La Rochelle'de Belediye Başkanı Michel Crépeau başta olmak üzere herkes biliyordu [radyoaktivite konusu]. Yerli basın konuyu düzenli olarak takip ediyordu, ama kimsenin kılı bile kıpırdamıyordu"[21] diye aktarıyor. Sağlık Bakanlığı'na bağlı İyonlaştırıcı Radyasyondan Koruma Merkez İdaresi (SCPRI) direktörü Profesör Pierre Pellerin 1988 yılında, "La Rochelle'deki bu radyoaktivite işi devamlı ortaya çıkıp duruyor. Bu gidişle bu saçmalıklarla herkes paniğe sürüklenecek"[22] demişti. Oysa sadece Profesör Pellerin'in bu işte olması bile kuşkuya yol açmalıydı, çünkü sonraki yıllarda aynı kişi Çernobil felaketinden kaynaklanan radyoaktif bulutun Fransa'daki etkilerini azımsamakla suçlanacaktı.[23]

1980 yıllarında Fransızların çevre bilinci bugünkünden çok daha zayıftı. Buna rağmen bu sahilde yaşayanlar arasında öfke kabarmaktaydı. *Libération* şunları yazıyordu: "Bir su sporları derneğindeki eğitmenler rüzgâr sörfü yapan çocukların kumsal yakınlarında gezinmesinden

endişeliydiler: 'Ya o sudan yutarlarsa? Ya zararlı atıkların bulaştığı balçıklara çarpıp yaralanırlarsa?' Peki ya koyun geri kalanı ne durumda? 'Akıntılar nedeniyle, koya giren suyun açık denize dönmesinin üç hafta sürdüğü söyleniyor.'"[24] Kısa sürede komiteler kuruldu; yapılan mitinglerde insanlar, "Rhône-Poulenc atom fabrikası!" ya da "Patlayacak bir gün!"[25] diye haykırmaya başladılar.

Milletvekili Jean-Yves Le Déaut birkaç kez yerinde incelemelerde bulunduğunu, insanların nabzını tuttuğunu ama ellerinde hoparlörlerle yaklaşık üç yüz göstericinin kendisini karşıladığını aktardı. "Kendileriyle konuyu tartıştık, hatta içlerinden açık sözlü bir beyefendi, 'Bakar mısınız Sayın Vekilim, biz burada sakin sakin yaşıyorduk şimdi bizi radyoaktiviteye maruz bırakmak istiyorlar! [...] İnsanlar [...] korkmaya başladı' dedi.[26] Rhône-Poulenc ve Rhodia Nadir Toprak Elementleri ve sanayi ve hammaddeler eski müdürü Jean-Paul Tognet o günleri hatırladığında şöyle diyor: "Rhône-Poulenc'in itibarı üzerindeki medya baskısı son derece artmıştı. Yönetim her şeyi durdurmayı açıkça düşünür olmuştu... Bu sorunlardan ötürü La Rochelle fabrikası az kalsın kapanacaktı."[27]

1986 ile 1998 arasında Rhône-Poulenc'in başında Jean-René Fourtou bulunuyordu. Fourtou radikal bir karar verdi ve "Artık radyoaktivite diye bir şey duymak istemiyorum. Neye ihtiyacınız varsa satın alın, ama artık tek bir radyoaktif ürün bile istemiyorum"[28] dedi. Pandora'nın kutusu açılmıştı. Rhône-Poulenc'te (daha sonra Rhodia adını aldı) arıtmanın yabancı ülkelerdeki ortaklara yaptırılıp yaptırılamayacağı tartışılıyordu. Böylece günlerden bir gün bu grup Norveçli, Hintli ve Çinlilere, La Rochelle için radyoaktif olmayan ürünler imal edip edemeyeceklerini sordu.

Maden cevherlerinin işlenmesi sırasında yanlışlar mı yaptı Rhône-Poulenc? Yeterince saydam olmayıp halka açık günler düzenlemekte geç mi kaldı? Yoksa radyoaktivite meselelerine pek aşina olmayan La Rochelle sakinleri yaşadıkları tehlikeleri fazla mı büyütmüşlerdi? Yetkililer de acaba bazı bilgileri gizlemeye yeltenerek şüphelerin büyümesine mi yol açtılar? Bu işteki sorumlulukta herkesin payı var. Bu arada başka ülkeler araya girmek için pozisyon almaya başladılar. Jean-Paul Tognet o yılları şöyle anlatıyor: "1990'lı yılların başında Norveçliler hammadde için bize yüksek fiyat veriyorlardı. Tedarikçileri çeşitlendirmemiz gerekirdi ama biz Norveçlilerle çalışmayı bıraktık

çünkü verdikleri fiyatlar Çinlilerinkinden yüksekti, biz de Çinlilerle uzun vadeli işbirliğine karar verdik."

Fransız kimya devi hammaddelerini artık daha ucuza aldığı için kâr marjlarını da iyileştirebiliyordu. Bu aynı zamanda işlenmiş nadir toprak elementlerini daha ucuza tedarik etmek isteyen müşteriler için de iyiydi. Neden başka şekilde çalışsın ki? O günlerde Cytec adlı Amerikan kimya şirketinde ticaret müdürü olarak çalışan Jean-Yves Dumousseau durumu şöyle açıklıyor: "Hammaddemizi Çin'den dörtte bir fiyata temin etmesek nadir toprak elementlerine çok daha pahalıya ulaşabilecektik! Bu durum nadir toprak elementleri kadar elektronik mallar, kot pantolon vb. için de geçerli... Her şey için geçerli... Üzgünüm ama olan tam olarak buydu!"[29]

Böylece, La Rochelle'den binlerce kilometre uzakta, yılda 100.000 tondan fazla nadir toprak elementi oksidi üreten Çin bunların gerek çıkarılması gerekse arıtılması konusunda tekel oluşturdu. Çalışma koşullarının ne önemi var: Jean-Yves Dumousseau, "Oradaki ayrıştırma ünitelerinde denetim olmadığı gibi hiçbir güvenlik yönetmeliğine de uyulmuyordu. Arıtma fabrikalarında insanlar 700 derecede başlarında kask olmadan, parmak arası terlikle, şortla elektroliz yapıyorlardı! Nasıl olursa olsun, yeter ki olsun! denilen bir haldi!"[30] Başka bir tanığın açıkça itiraf ettiği gibi, "İstemesek de boka sarmıştık, işin aslı bu."

Yeni Bir Dünya Düzeni

Rhône-Poulenc efsanesini aktarırken, işleyişi anlama yetilerimizi aşan bu dünyanın "kaosu"ndan dem vuran yorumculardan söz etmemek olmaz. Yorumcular keskin ayrımlara sarılırlak bu tarifsiz karmaşaya biraz düzen getirmeye çalışırlar. Kuzey ülkeleri ile Güney ülkeleri, eskiden Berlin Duvarı ile ayrılan Doğu ve Batı, gelişmekte olan ülkeler ile gelişmiş ülkeler, Doğu ve Batı, Hür Dünya ile onun karşısındaki Şer Ekseni, "yaşlı Avrupa" ile taptaze "Yeni Dünya" gibi ayrımlardır bunlar. Ancak otuz yıl kadar önce kurulmuş ve düzenlediğimiz haliyle dünyayı bize anlatan daha temel, daha kesin bir bölünme de var. Bu dünya düzeni bir Versailles Anlaşması, bir Viyana Kongresi, bir Yalta Konferansı sonunda çıkmadı ortaya. Bu aslında kendi kendini dayatan ve işlerin daha kolay yürümesi için Çin ile Batı arasında doğal olarak kurulan bir sanayi düzeni.

Bu düzenin resmen kabulü ise Dünya Bankası Başekonomisti Lawrence Summers tarafından 1991 yılında imzalanan meşhur "Summers Memo" iledir. İç dağıtıma özel bu belgede Bay Summers gelişmiş ekonomilerin çevreyi kirleten sanayi kollarını "çevresel kirlenmenin büyük ölçüde düşük olduğu Afrika'daki az nüfuslu ülkeler başta olmak üzere" yoksul ülkelere ihraç etmeleri önerisinde bulunuyordu. "Ekonomi açısından kusursuz bir mantık"[31] diyordu buna. Bilgi notu kurum dışına sızınca telaşa kapılan Summers uyarılarının kasten alay yüklü olduğunu savundu tabii. Bununla birlikte uyarıları gerçeklikle tamamen uyuşuyor: Toplumlarımız "sıfır risk" hedefine odaklanmak zorunda bırakıldıkları için her tür sanayi etkinliği Fransa'da ve bütün Batı dünyasında yavaş yavaş yasaklandı.[32]

REACH ("registration, evaluation, authorisation and restriction of chemicals") örneğini, yani tüketim ürünlerinde yer alan otuz binin üzerindeki kimyasal maddeye bağlı sağlık risklerini en aza indirmeyi amaçlayan Avrupa Birliği yönetmeliğini ele alalım.[33] Başta sanayi çalışanları olmak üzere 450 milyon Avrupa yurttaşının yaşam kalitesi açısından harika bir ilerleme.[34] Ne var ki çevre güvenliği açısından getirilen bu zorunluluk, bir anda yasadışı sayılmaya başlayan binlerce kimyasal malzemenin imalatına son vermek zorunda kalan Avrupalı sanayicilerin dinamizmine ciddi darbe indirdi.[35] Bundan böyle bu malzemeleri başkaları bizim yerimize üretmekte ve bize satmakta serbestti.

Aynı mantık yeşil teknolojiler için de geçerlidir. 20. yüzyılın son yirmi yılında Çinliler ve Batılılar gelecekteki enerji geçişi ve dijitalleşmeye ilişkin işleri kendi aralarında paylaşmışlardır: Çinliler *green tech* bileşenlerini üretmek için ellerini kirletirken Batılılar onların ürettiklerini satın alıp çevre konusunda doğru davranmakla övünebilecektir. Başka deyişle, dünya Summers'ın istediği gibi örgütlendi: Bir tarafta pis olanlar, öteki tarafta da temizmiş gibi yapanlar duruyordu.

Mountain Pass ve La Rochelle efsanelerinden şunları öğrendik: Nadir metal ocaklarını ve fabrikalarını Orta İmparatorluk'a aktaran Batı yarattığı kirliliği uzağa taşıma seçeneğini benimsedi.[36] Sabırla, bile bile "bokumuzu" mümkün olduğunca uzağa atabilmemizi sağlayan bir sistem kurduk; Çinliler de burunlarını tıkamak yerine kollarını açıp bağırlarına bastılar bu kararın sonuçlarını. Nadir metal alanında çalışan Kanadalı bir sanayici, gönlünü yüce tutup, "Bu metalleri bizim

yerimize üretirken uğradıkları çevresel zararlar için kendilerine teşekkür edebiliriz!" diye teyit ediyor yaşananları.[37]

Nadir toprak elementleri bir sistem çerçevesinde yapılan bu taşınma işinin en görünen yanıdır. Nitekim, maden çıkarma sanayisinin neredeyse tamamı son on yıllarda adım adım Batı'dan "Güney" ülkelerine doğru kaydı (bkz. dünya maden çıkarma sanayisinin 1850 ile 2030 yılları arasındaki coğrafi dağılımının evrimi için Ek 11). Örneğin 19. yüzyılın ortasında dünya maden üretiminin %60'tan fazlasını temsil eden Avrupa, günümüzde ancak %3'ünü temsil ediyor. Aynı gözlem ABD için de geçerli; onların II. Dünya Savaşı ertesinde %40 olan payı günümüzde %5'ten azdır. Hem Kanada hem de Avustralya'nın dinamizmi bu tür bir üretim aktarımına direndi gerçi, ama bu alandaki önderliği adım adım Afrika, Güney Amerika ve Orta Asya'daki gelişmekte olan ülkeler üstlendi.[38]

Anti-kapitalist lügat paralamaya hiç gerek yok: Burada ilgilendiğimiz devletler özgürce benimsediler bu sistemi, ekonomilerini bile bile özelleştirdiler ve fiyatı düşürüp muazzam kârlar elde ettiler. Pazarların küreselleşmesi çok kişiye, tarafa kazanç sağlayan bir ilerleme oldu. Ancak Çinliler artık daha farklı düşünüyorlar; bir öğretim üyesi şu kanıda: "Batı tarafından yönetilen dönemin dünya düzenini benimsediğimiz için bizi övüyorlar ama Çin bundan zarar da gördü. Maliyet/kazanç analizi terimleriyle düşünüldüğünde, çeşitli avantajlar elde ettiğimiz söyleniyor ama bence bu o kadar da kesin değil."[39] Pekin yapılan anlaşmaya uygun olarak pis maden cevherlerini kelimenin tam anlamıyla ak pak etti. Menşei şüpheli metalleri Çin'de gizlemek sayesinde yeşil ve dijital teknolojilerin itibarı belgelenmiş oldu. Bunun tarihin en büyük *greenwashing* operasyonu olduğu kesindir.

Batılı sanayiciler de elbette bu suça ortak. Bir Fransız sanayici şöyle diyor: "Maden cevherinin hangi koşullarda çıkarıldığı ve rafine edildiğiyle hiç ilgilenmiyorlar. Tek ilgilendikleri şey daha ucuza almak." Ayrıca enerji geçişi ve dijitalleşmenin perde arkasında yaşanan insani dramlar konusundaki cehaletimizden de istifade ediyorlar. Örneğin 2022 yılında Tesla tarafından yayınlanan bir çevresel etki raporunda piller için gereken kritik malzemeler yer alıyor ama otomobillerde kullanılan elektronik bileşenler ve bazı modellerin elektrik motorları için gereken nadir metal elementlerinden hiç söz edilmiyor.[40]

Tüketiciler isyan edebilirdi tabii ki. Bir ürünü satın alarak ya da boykot ederek piyasayı yönlendirme ve piyasadaki uygulamaları değiştirme gücüne sahiptirler. Üstelik bu konuda istemediğimiz kadar bilgi var: Elektronik ürünlerin çevre üzerindeki vahim etkileri birçok belgeselde ele alındı; STK'lar ve ulusüstü örgütler tarafından yayınlanan raporların sonu gelmiyor.[41] Keza sanayicileri, tamir edilebilir Fairphone marka telefonlar[42] gibi daha ekolojik ürünler tasarlamaya zorlamaları gerekirdi. Son olarak, birer seçmen olarak yöneticilerine baskı yapıp planlı eskitmeyi hedef alan çekingen yönetmeliklerin sertleştirilmesini sağlayabilirlerdi. Oysa gözlerini ve kulaklarını tıkadılar, çünkü internete bağlı bir dünyayı temiz bir dünyaya tercih ediyorlar. Ancak umut yok değil: Fransa'da 2021 yılında kabul edilen döngüsel ekonominin yaşama geçirilebilmesi için israfı engelleme yasasının amacı, atılabilir tüketici ürünleriyle, donanımın programlanmış eskimeyle mücadele etmek ve bu ürünlerin ömürlerini uzatmaktır.[43] Öte yandan Avrupa Komisyonu da 2015 yılından itibaren döngüsel ekonomiyi hızlandıracağı düşünülen önlemler aldığı gibi israfı önlemeyi amaçlayan yönetmelikleri de istikrarlı biçimde sertleştiriyor.[44] Bir yandan da küçük ev aletlerinin tamir edilmesine yönelik yurttaş girişimlerinin son yıllarda ortaya çıktığını belirtmek gerekir.

Bugüne gelirsek, Avrupa ve ABD beyaz ötesi bir beyazlık peşinde. Avrupa 2019 yılında European Green Deal'i, yani Avrupa için yeşil sözleşmeyi kabul etti. Asıl amacı 2050 yılında karbonsuz bir Avrupa olan bu sözleşme ile iklim, enerji ve çevre konularında çok sayıda hedef benimsendi;[45] ABD ise 2022 yılında Inflation Reduction Act adıyla yeşil enerjiyi, sanayi tesislerinin başka noktalara taşınmasını, elektrikli taşıtları teşvik eden ve sera gazları salımını düşürmek gibi son derece iddialı hedefler koyan bir yasayı benimsedi.[46] Gelgelelim çevreyi kirleten tüm sanayilerimiz yeniden kendi kıtamıza taşınsa bu hedefleri tutturabilir miyiz? Mümkün değil! Çevre sorumluluğunun aktarılması tamamlandı artık, bundan geri dönmek hem zor hem de uzun sürecek bir iş.[47] O halde şu soruyu yöneltebiliriz: Küresel ısınmayla mücadele görüşmelerini sürdüren Batı iddia ettiği meşruiyete sahip mi? 2015 yılında gerçekleşen Conference of the Parties (COP 21) Paris yerine Pekin, Kinshasa ya da Astana'da (Kazakistan) toplansa daha iyi olmaz mıydı? 2017 yılı Haziran ayında, "*Make our planet great again*" ("Yine

muhteşem bir yer olsun gezegenimiz") diye haykıran Cumhurbaşkanı Macron gibi, bu çağrıyı yapacak en iyi konumdaki insanlar Fransa'da yaşayan bizler miyiz?

Aslında hissedarlarına muazzam cirolara ulaştıklarını söyleyip övünen ama gerçekte Karayipler'de yerleşik, kimsenin bilmediği bir bağlı ortaklık bünyesinde dağ gibi borç saklayan şirketler gibiyiz. "Bilanço dışı" bu işlemler kolayca hileli muhasebe manipülasyonu halini alabilir; nitekim bu nedenle mahkûm edilen sayısız yönetici ve şirket oldu. Benzer şekilde, bir yandan çevre korumayı amaçlayan modern yasalarımızla övünürken bir yandan da elektronik atıklarımızı Gana'daki zehirli malzeme çöplüğüne gönderiyor, radyoaktif atıklarımızı Sibirya'nın en dibinde bir yerlere atıyoruz; nadir metallerimizin işlenmesini dünyanın dört bir köşesinde taşeronlara yaptırıyoruz.

Kısacası takır takır kaybettiğimiz her şeyi süsleyip net kazanç olarak gösteriyoruz.

Yeni Bir Bolluk Çağı Yanılsaması

1990'lı yılların bağlamı rollerin bu şekilde yeniden dağıtılmasına elverişliydi. O dönemin ilk on yılında George Bush ve Margaret Thatcher "barış temettüleri" deyimini yaygınlaştırdılar: Soğuk Savaş'ın son bulmasıyla birlikte silahlanma harcamalarında yaşanan düşüş yeni bir barış ve ekonomik bolluk çağı yaratacaktı. O zamanlar hüküm süren iyimser havayı, hatta coşku atmosferini hatırlayalım. Nükleer silahlanmanın hızla tırmanmasının ardından sıra askeri düzenden çıkmaya, silahsızlanmaya gelmişti.[48] Öyle ki silahlı bir çatışma ihtimaline hazırlıksız yakalanmamak amacıyla donanımlarına gereken nadir metal rezervini oluşturan devletler bu stratejik stokları ellerinde tutup tutmamakta kararsızdılar.

Stratejik stok bir tür mevduat hesabı gibidir: Ufuk kararmaya başladığında ortaya bir yün çorap çıkartır içine bir şeyler koyarız ve bu sayede zor günlerde daha sert darbe almamaya çalışırız. İyimserlik yeniden ortaya çıktığında biz de tasarruflarımızı kullanıp günümüzü gün ederiz. Üzerinde durduğumuz konuda, stratejik stokların dünya çapında eritildiğine tanık olduk.[49] Önce Fransa'da Banque de France'ın kasalarında tutulan platin ve paladyum stokları kısa sürede gerek sağ gerek sol hükümetler tarafından elden çıkartıldı. Ardından ABD'nin

on milyarlarca dolar değerindeki nadir toprak elementleri, berilyum ve lityum stokları eridi.[50]

Bu bereketin büyük kısmı eski SSCB ve uydu devletlerinden geliyordu. O güne kadar hiç görülmedik miktarda paladyum Zürih aracılığıyla satıldı. Eski bir fon yöneticisi şöyle diyor: "Mücevher firmaları gibi son tüketicilere UBS ve Crédit Suisse aracılığıyla başladı satış. Glencore ve Trafigura gibi büyük borsa oyuncuları da paladyum satın aldı."[51] Dikkati çeken şuydu: Pekin o dönemde tam aksi bir strateji izliyor ve bu hammaddeleri depoluyordu; dolayısıyla tezgâha çıkan bu malların büyük bölümünü Pekin satın aldı...

Birdenbire ortaya çıkan muazzam hammadde fazlası emtia fiyatlarında sürekli düşüşe neden oldu ve istendiği kadar hammadde bulunabileceği düşüncesine itibar edilmesine yol açtı. Yeni bir bolluk çağının başladığı yanılsaması tabii ki uluslararası ticaretin önünde bulunan engellerin kaldırılmasıyla güçlendi. O zamanlar madencilik şirketlerinin yegâne kaygısı nadir metalleri en düşük fiyattan satın almaktı.

Bu hayali bolluk sanayicilerin kısa sürede başlıca görevlerinden birinden vazgeçmesine neden oldu: Kaynakların kökenini bilmek ve tedarik döngülerine hâkim olmaktan vazgeçtiler. Bu durum ahşap sanayisinde daha önce gözlemlenmişti. Fransa'da pek çok üretici ve zanaatkâr malzemenin nereden geldiğini artık pek bilmiyorlar. Üretim zincirlerinin parçalanması ve kütüklerin gittikçe daha uzun yoldan gelmeleri sonunda parkeci, marangoz ve dülgerlerin malzeme ile olan bağları koptu. Sonuç ne oldu? Çin Fransa'nın meşesine el koyup etrafı silip süpürdüğünde kimse ne yapacağını bilemedi, nereden malzeme tedarik edeceğini şaşırdı.[52]

Parfümlerde de aynı durum yaşanıyor: 1950'li yıllardan beri küreselleşme ve işgücünün ucuz olmasından ötürü parfümcüler bir Provence kenti olan Grasse'ta yetiştirilen çiçekleri bir kenara bırakıp Mısır, Hindistan ya da Bulgaristan'da üretilen daha az seçkin malzemelere yöneldiler. Bu alanda çalışan bir profesyonel, "Parfümler hammaddelerinin niteliğine göre değil, konseptlerine göre satılıyordu"[53] diyor. Parfüm sektörünün yeniden gözden geçirmeye başladığı bir yaklaşım.

Nadir metalleri kullanan sanayilerde de aşağı yukarı olan budur. Kaynakların ne miktarda ve ne zaman olursa olsun hep ulaşılabilir olduğu varsayımı bu sektörde hâlâ geçerli. Öyle ki bu ütopya *just in*

time (tam vaktinde) ve *zero stock* (sıfır stok) dogmalarıyla teşvik bile edilmişti. Gezegenimizin bütün MBA (Master of Business Administration) programlarında öğretilen ve bütün büyük sanayi kuruluşları tarafından uygulanan bu iki üretim yönetimi metodu Japon bir sanayi grubu olan Toyota bünyesinde mühendis Taiichi Ōno tarafından daha 1962 yılında uygulanmaya başlamıştı (nitekim bu nedenle Toyotizm adı verilir bu yaklaşıma). Elde fazlalık kalmamasını isteyen *just in time* kuralı, ürünün imalatı ile satışı arasındaki sürenin olabildiğince kısa olmasını ister; bu da üretim hatlarının gayet gergin olmasını gerektirir. *Zero stock* bu yaklaşımın doğal sonucudur: Yedek parçaların ve bileşenlerin yönetimi, şirket dışında yer alan bir taşeron ordusuna emanet edilir.

Böylece hammadde tedarikinin riskleri de *fiilen* bu tedarikçilere devredilir. Lojistik zincirin buna bağlı olarak karmaşıklaşması ise hammadde kültürünün tedarik çevriminin bir ucundan öteki ucuna aktarılmasını hiç de kolaylaştırmadı (N+1 ve N–1 haricinde kimse birbiriyle temas kurmuyor çünkü). Bilinçsizlik mi? İkiyüzlülük mü? Ne olursa olsun çok yakın bir zamana kadar Toyotacılık sanayicilerin "metal riskinin"[54] sorumluluğunu üzerlerinden atmasına yaradı.

Madencilik Alanında Hükümranlık Sağlayan Kamu Siyasetlerinin Terk Edilmesi

Sanayiciler için geçerli olanın devletler için de geçerli olması mantıklıdır. Aynı öngörüsüzlük ve kayıtsızlıkla kamu yönetimi de madencilik stratejisini yavaş yavaş herkesten gizlemeye başladı.[55] Oysa komünist blokun çöküşüne kadar Fransa'nın bu konuda bir kusuru olmamıştı. Jeoloji ve Maden Araştırmaları Bürosu (BRGM) maden arama alanındaki uzmanlığı dünyaca tanınmış bir kamu kuruluşuydu; hatta 1973 ve 1979 yıllarında yaşanan iki petrol krizinden de yararlanmayı bilmiş, kaynakların az bulunabilir olmasının neler kazandırabileceği konusunda Fransa'nın siyasetinden sorumlu kişilerin bilinçlenmesini sağlamıştı. Dönemin Sanayi Bakanı André Giraud'nun önerisiyle hükümet 1978 yılında Fransa'daki madenlerin dökümünü yapmak amacıyla "Metal Planı" adlı gayet kapsamlı bir çalışma başlattı. Bu sayede büronun çalışmaları da teşvik edildi. Eskiler kıta Fransa'sı ve Guyana başta olmak üzere devlet tarafından etkin biçimde desteklenen bir maden arama programıyla donatılmış örgütlü bir grup olarak "BRGM'nin

şanlı günlerinden" hâlâ özlemle söz ederler.[56] Sadece arama bölümünde 250 kişi çalıştıran BRGM Afrika'nın Fransızca konuşulan ülkelerine, Portekiz ya da Québec'e kadar hizmet veriyordu.[57]

Sonra 1990'lı yıllarda metal planı sona erince BRGM'nin etkinliği de azalmaya başladı. Maden arama etkinlikleri 2000 yılı dolaylarında son buldu.[58] Böylece madencilikle ilgilenilmeyen ve 2020 yılları dönemecine kadar devam eden "Fransız madenciliğinin kış mevsimi" dönemi başladı. Eski bir çalışan, "Altın, çinko, tungsten, antimon, gümüşümüz vardı oysa! Ne var ki yatırımcı bulmak zordu"[59] diyor. Kapanmayan madenler terk edildi; böylece onlar da toplumsal dramda üstlerine düşen rolü oynadılar. Eski devlet görevlisi sözlerine şöyle devam ediyor: "Maden sanayisi hiçbir zaman Fransa'nın GSYİH'sinin önemli bir bölümünü oluşturmadı, ama maden ocağı başına birkaç yüz çalışan eklemekle hiç de az istihdam yaratılmış olmazdı. Sonuçta koskoca bir sanayiyi kaybettik. Bir de madencilik alanında kendi hükümranlığımızdan, yani kendi sanayi kuruluşlarımıza maden cevheri ve metal sağlamaktan olduk."

1971, 1994 ve 2008 yıllarında yayınlanan Ulusal Güvenlik ve Savunma konulu üç Beyaz Kitap'ta askeri teknolojiler açısından elzem olan nadir metallerin tedarik edilmesinden bir defa bile söz edilmez. "Stratejik malzeme" teriminin ortaya çıkması için 2013 yılında yayınlanan Beyaz Kitap'ı beklemek gerekecektir.[60] Öte yandan bu konu istihbarat servislerini pek ilgilendirmiyor. Eski istihbarat başkanı Alain Juillet, "Devlet istihbarat servislerinden bu konuda bir adım atmalarını hiç istemedi. Dış Güvenlik Genel Müdürlüğü'nün (DGSE) bu meselelerden ışık yılı kadar uzak olduğunu düşünüyorum" diyor. Ancak birbirini doğrulayan çok sayıda kaynağa göre, eski bir casus olan Alain de Marolles 1970 yıllarında o gün Fransız istihbaratının başında olan Alexandre de Marenches'e stratejik öneme sahip sekiz tane maden cevherinin, tedariğinde risk yaşanabilecek metaller listesinde yer almasını kabul ettirmişti. Sonrasında M. de Marenches görevinden ayrıldı, Alain de Marolles'a teşekkür edildi, yerlerine gelenler ise bu konuyla ilgilenmediler.[61]

Stratejinin tamamen eskiye dönmesi için otuz yıl yeterli oldu demek ki. O zamana kadar bir ulusun gücünü yukarı taşıyacak temel mekanizmalardan biri, kendi hayati kaynaklarını işletmek ya da bu

kaynaklar kendinde yoksa başka ülkelerden tedarik edilmesini sağlama almak için elinden geleni yapmasından ibaretti. Örnek olarak petrolü ele alalım: 20. yüzyılın başında Amirallik Birinci Lordu Winston Churchill Royal Navy'nin kömür yerine mazot kullanmasına karar verdi. Bu kararla aynı anda Birleşik Krallık'a gereken kara altının Doğu Akdeniz'den temin edilmesini sağlamaya da çalıştı. Bunun üzerine Britanya hükümeti Anglo-Persian Oil Company'nin çoğunluk hisselerini satın aldı ve Pers diyarını deniz yollarına bağlanan devasa petrol borularıyla kapladı.

II. Dünya Savaşı'ndan sonra gittikçe artan enerji ihtiyacının kendi petrol rezervleri ile karşılanamayacağının bilincine varan ABD masallara layık ham petrol rezervlerine sahip olan Suudi krallığına yöneldi. Başkan Roosevelt ile Kral İbn Suud arasında 14 Şubat 1945 tarihinde imzalanan Quincy Paktı ile Washington, askeri koruma karşılığında Riyad petrolüne ayrıcalıklı erişim hakkı kazandı. Aynı şekilde Cezayir ve Gabon da Fransa'nın ilgisine mazhar oldu. Öte yandan, gıda cephesinde Paris, Dünya Ticaret Örgütü'nün görüşme dönemlerinde tarım piyasalarının dışa açılmasını sınırlayarak hükümranlık açısından aslan payını elinde bulundurmayı hep başardı. Sivil nükleer bir programımız olduğunu da unutmamak gerekir.

Özkaynakları ülke için işletmek ya da denizlerin ötesinden bile olsa uzun süreli tedarik imkânını sağlama almak olarak özetleyeceğimiz bu iki temel kural binlerce yıldır enerji bağımsızlığına yönelik bütün stratejileri belirlemiştir. Ancak bu kuralların hiçbiri şimdiye kadar nadir metaller konusunda uygulanmadı. Su içer gibi yok ettiğimiz muazzam hidrokarbonlarla kıyaslandığında bunların çok önemsiz kaldığı söylenebilir elbette. Ne var ki daha önce gördüğümüz gibi bu metaller hem az bilinir hem de elzemdir. Tek tek ele aldığımızda gezegenimizde yaşayan her kişi yılda ancak 35 gram nadir toprak elementi tüketir,[62] ama yer kabuğundan aldığımız bu birkaç kırıntı olmasa dünya iyice yavaşlardı. 1970'li yıllardan bu yana yaptığımız teknolojik seçimler hesaba katıldığında bu küçük metallerin yaşamımızda edindikleri önem gelecek senaryosu yazanların pek azının dikkatini çekmiştir. Bütünüyle başkalarına bağımlı olmak ve talep etmek: Kısa bir süre öncesine kadar intihar siyaseti sayılan tercih artık herkesin kabul ettiği sıradan bir tavır haline geldi.

Bütün bunlar piyasanın kısa vadeciliğinin her şeyi yıkıp geçmesinden önceydi: Amerikalı bir uzmanın dediği gibi, "Batılı ülkelerin artık uzun vadeli stratejileri yok; nadir metaller de bunun dışında kalmıyor."[63] Buna bir de Fransa'ya özgü etkenler eklenebilir: Maden yataklarının, tarım ve balıkçılık kaynaklarının bolluğu Fransa'yı (doğal kaynak eksikliğini telafi etmek için güçlü tedarik döngüleri ve zengin bir ticaret kültürü geliştirmek zorunda olan Japonya gibi ülkelere kıyasla) bağımlılıktan daha az kaçınır hale getirmiştir. Bir uzman durumu şöyle analiz ediyor: "Fransızların DNA'sı kıtlık günleri için donanımlı değildir."[64]

Aslında bir zamanlar Okyanusyalı atalarımızdan biri tarafından başlatılan kargo kültünün gereklerini yerine getiriyoruz. Hatırlarsınız: Papua Yeni Gine başta olmak üzere Fiji adaları ve Yeni Kaledonya'ya saçılmış olan halklar mozaiği olan Melanezyalılar, 19. yüzyıl sonuyla 1940 yılları arasında Batılı toplumlarla sert biçimde temas kurdular. Önce fetih ve kâr hırsıyla yanıp tutuşan Fransız ve Britanyalı sömürgecilerle, sonra da Pasifik savaşlarına katılan Amerikan ordularıyla tanıştılar. Yeni gelen bu işgalcilerin ortak bir kaygısı vardı: Yiyecek ve malzeme akışında kesinti olmasın. Böylece uçsuz bucaksız dünyayı konfeti gibi etrafa saçılmış topraklara bağlayan lojistik ağlar kurdular.

Kuşaklar boyunca kendi içinde yaşayan bu halkların önce gemilerin ardından uçakların geldiğini, hazinelerle dolu ambarları gördüklerini, buna nasıl şaşırdıklarını gözünüzün önüne getirmeye çalışın... Bu malzemelerin kolayca ortaya çıkması karşısında duydukları şaşkınlık da tahmin edilebilir: Radyo operatörleri ne istediklerini radyodan söylüyorlar, sonra da ilaçlar, çeşitli nevale ve donanım kıyıdaki ince taneli kumlara boşaltılıyor ya da sihirliymiş gibi gökten indiriliyordu... Bütün bu sevkıyatın ardında nasıl bir sanayi ağının örüldüğünü tabii ki hiç bilmiyordu Melanezyalılar. Kullanabilmek için istemenin yeterli olduğunu öğrendikleri için Batılıları taklit etmeye karar verdiler. Hayali radyo alıcı-vericileri tasarladılar, sipariş verdiler, yalandan uçak pistleri inşa ettiler, yakınıp sızlandılar, sonra da sızlanmalarının son bulmasını beklemeye başladılar, bekledikçe beklediler... Batılılar bu yaptıklarına "kargo kültü" adını taktılar.[65]

21. yüzyılda, dünyanın öteki ucunda rasyonel ve maddeci olsalar da toplumlarımız da benzer bir inanışa kendini kaptırdı. Lojistiğin dehası sayesinde atalarımızın üzerine yetmiş bin yıldır kâbus gibi çöken bir

korkudan, yoksun kalma korkusundan kurtulduk. Kurtulduk kurtulmasına da her şeyin bir bedeli var. Tedarik zincirlerinin küreselleşmesi bize bir eliyle bir şeyler (tüketim ürünleri) verirken öteki eliyle de bir şeyler (bu ürünlerin nereden geldiklerinin bilgisini) alır. Alım gücü açısından kazandığımızı alım bilgisi açısından kaybettiklerimize borçluyuz. 16 milyon yetişkin Amerikalının hâlâ çikolatalı sütün kahverengi ineklerden sağıldığına inanmaları bundandır.[66]

Ama Batı'nın bu büyük uykusu herkesi hoşnutsuz ediyor denemez. Nadir metaller üretimini dışarıya ihraç ederek 21. yüzyılın petrolünün yükünü küreselleşmenin kürek mahkûmlarının sırtına yıkmakla kalmadık, değerli bir tekeli potansiyel rakiplere de teslim etmiş olduk.

DİPNOTLAR

Bu konuda daha fazla bilgi için bkz. Philippe Bihouix ve Benoît de Guillebon, *Quel futur pour les métaux? Raréfaction des métaux: un nouveau défi pour la société*.

Bkz. United States Geological Survey (USGS), "Mineral resources online spatial data" ve "Rare earth element mines, deposits, and occurrences", mrdata. usgs.gov/ree

3 "Les enjeux des métaux stratégiques: le cas des terres rares", Parlamento ofisi raporu, sayı 782 (Senato), 3 Ağustos 2011 tarihinde sunuldu.

4 *A.g.y.*

5 Özellikle bkz. "Rare earth mining at Mountain Pass", Desert Report, Mart 2011.

6 ABD dünyadaki nadir toprak elementleri rezervinin %2'den daha azına sahip ve ancak bu kadarını işleyebiliyor. Bkz. *Mineral Commodity Summaries 2023*, U.S. Geological Survey, Ocak 2023.

7 Çin Nadir Toprak Elementleri Şirketi başkan yardımcısı Chen Zhanheng ile yapılan görüşme, 2016.

8 On yıl sonra MP Materials maden sahasını satın aldı ve yeniden açtı; o dönem kârlılığı yüksek olan seryum çıkarımına odaklandı. Ne var ki maden 2015 yılında yeniden iflas etti. Bu iflasın ardından ABD Çin'e olan bağımlılığının iyice bilincine vardı ve yetkililer Molycorp'un vârisi olan MP Materials için 45 milyon dolarlık yardım kararı aldı. Bu maden günümüzde dünya nadir toprak elementleri üretiminin %15'ini, yani 42.000 tonunu karşılıyor. Maden cevherleri yine de arıtım için Çin'e gönderiliyor. Arıtım işlemlerinin yerini değiştirmek ve Amerikan topraklarına taşımak için yeniden yüklü yatırımlarda bulunuldu; bu bağlamda ABD'de nadir toprak elementli mıknatıs fabrikası açılması da öngörülüyor. Bkz. "Dans le désert Mojave, en Californie, la renaissance de la seule mine de terres rares américaine", *Le Monde*, 2 Ocak 2023.

9 Lynas'ın eski genel müdürlüğünü, günümüzdeyse Serra Verde Rare Earth'ün genel müdürlüğünü yapan Eric Noyrez'le yapılan görüşme, 2019.

10 "Küresel ekonomik kriz projenin bir yıldan biraz uzun süre askıda kalmasına yol açtı. Nicholas Curtis 2009 Eylül ayında projeyi yeniden başlatmak için gereken kaynakları sağlayabildi. Bunun üzerine Ocak 2010'da mühendislik çalışmalarına başlanabildi. Nadir toprak elementlerinin ilk gramını Mount Weld'ten ancak 2013 yılında çıkartabildik" diye ekliyor Bay Noyrez.

Amerikan kimya şirketi Cytec'in o dönemki satış müdürü Jean-Yves Dumousseau ile yapılan görüşme, 2011.

12 Bkz. "La guerre des terres rares", Régis Poisson, *L'Actualité chimique*, sayı 369, Aralık 2012.

13 Metal bileşiklerinin ısıtma yoluyla metal oksit haline getirilmesi – ç.n.

14 Çalışmalar yeniden başlayabilirdi. Solvay grubu Eylül 2022'de, piyasalara nadir toprak elementli kalıcı mıknatıs sağlamak amacıyla La Rochelle'de bir araştırma ünitesi açmak için yatırımda bulunacağını açıkladı.

Bkz. "Solvay inaugure une unité pilote d'innovation de pointe pour les batteries 'tout solide' en Europe" ve "Solvay vise à développer un pôle pour les

aimants à base de terres rares en Europe", basın açıklaması, solvay.fr, 16 Eylül 2022.

15 Rhône-Poulenc ve Rhodia Nadir Toprak Elementleri sanayi ve hammadde eski müdürü Jean-Paul Tognet ile yapılan görüşmeler, 2016 ve 2017.

16 La Rochelle depolarında 20.000 toryum hidroksit, 11.000 ton toryum nitrat ve 1994 yılına kadar nadir toprak elde etmek amacıyla monazit işlenmesinden kaynaklanan birkaç bin ton da atık bulunuyordu. Bu tip atık günümüzde artık üretilmiyor. Bkz. "Bilan de l'état radiologique de l'environnement français en 2010-2011", Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), 2011; Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA)/Radyoaktif atıklar yönetimi ulusal ajansı envanter fişleri: "F6-8-01: Colis de résidus radifères RRA (Solvay)" ve "F6-8-07: Résidus de valorisation des hydroxydes bruts de thorium HBTh (Solvay)", ANDRA, 2021.

17 Port-Neuf kumsalının tam karşısında Minimes Limanı yer alır, aradaki mesafe Saint-Nicolas kulesinden en fazla 2 kilometredir.

18 O zamandan bu yana radyoaktif elementler okyanusta dağılmış olmalı, yoksa radyoaktivite tehlikeli düzeyden çıkmış olamazdı. IRSN 2009 yılında La Rochelle Limanı'nda ölçüm yaptı ama anormal derecede radyoaktivite saptayamadı. Bkz. "Bilan de l'état radiologique de l'environnement français en 2010-2011", *a.g.e.*, s. 260. 2019 yılında Société française de radioprotection (SFRP)/Fransız Radyoaktiviteden korunma derneği La Rochelle Körfezi'nde yeni ölçümler yaparak radyoaktivitenin canlı türleri (yosunlar, kabuklular, açık deniz balıkları vb.) üzerindeki etkilerini belirlemek istedi. Elde ettiği değerler sınır düzeylerin altında kaldı. Başka deyişle, radyoaktivitenin koydaki türlere kayda değer etkisi olmadığı sonucuna varıldı. Bkz. "Évaluation du risque radiologique environnemental de l'écosystème marin dans la baie de La Rochelle via l'outil ERICA", SFRP tarafından yapılan sunum, 18 Haziran 2019.

19 CRIIRAD bünyesinde çalışan nükleer fizik mühendisi Bruno Chareyron ile yapılan görüşme, 2016.

20 Rhône-Poulenc'te çalışmış bir mühendis olan Régis Poisson'un dediğine göre yetkililer bir gün şöyle demiş: "Fabrikadan çıkan pas rengi dumanların rengini açmak mümkün mü? Pis gözüküyor!"

21 Alain Roger ve François Guéry (haz.), *Maîtres et protecteurs de la nature*, Champ Vallon, 1991.

"La CRIIRAD crie à la radioactivité dans la baie de La Rochelle", *Libération*, 19-20 Mart 1988.

23 Anlaşıldığı kadarıyla bu sorun en azından 2002 yılına kadar devam etmiştir: CRIIRAD tarafından yapılan yeni bir çalışma Port-Neuf kumsalında "eski boşaltma kanalındaki kirliliğin sürdüğünü" göstermişti. Bkz. CRIIRAD raporu sayı 10-149 V1 1, "Mesures radiamétriques sur terrain de l'université de La Rochelle", 15 Aralık 2010. Bruno Chareyron'a göre, "bu tesis yıkılmamış ve bu boşaltma kanalının hemen yakın çevresine uyarı işaretleri dahi yerleştirilmemişti. Sanayi tesisi bu sahil yerleşiminde yaşayanların radyasyona maruziyetini sınırlandırmak için elinden gelen her şeyi yapmamıştı."

24 "La CRIIRAD crie à la radioactivité dans la baie de La Rochelle", anılan makale.

25 Jean-Paul Tognet ile yapılan görüşmeler, 2016 ve 2017.
26 "Rapport sur la gestion des déchets très faiblement radioactifs", haz. M. Jean-Yves Le Déaut, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST)/Bilimsel teknolojik seçimlerin değerlendirilmesiyle görevli Parlamento dairesi, 1992, s. 67 vd.
27 Jean-Paul Tognet ile yapılan görüşmeler, 2016 ve 2017.
28 *A.g.y.* 2016 yılı sonunda kendisinden görüşme talep ettik ama Jean-René Fourtou bize cevap vermedi.
29 Jean-Yves Dumousseau ile yapılan görüşme, 2016. Jean-Paul Tognet ise Çin çıkışlı fiyatların ise rakip tedarikçilerden yaklaşık %25 düşük olduğunu bildirir.
30 *A.g.y.*
31 "Toxic Memo", *Harvard Magazine*, 5 Ocak 2001.
32 Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM)/Jeoloji ve Maden Araştırmaları Bürosu'ndan Patrice Christmann ile yapılan görüşme, 2013.
33 Avrupa Parlamentosu ve Avrupa Konseyi, kimyasal ürünlerin kaydı, değerlendirilmesi, izni ve kısıtlanmasıyla (REACH) ilgili 18 Aralık 2006 tarihli ve 1907/2006 sayılı tüzükle Avrupa Kimyasal Ürünler Ajansı'nı kurar. Bu yönetmelik 2023 yılında gözden geçirilecek ve daha bağlayıcı hale getirilecektir. Bkz. "Pollution: 'La réglementation européenne sur les substances chimiques doit être révisée d'urgence'", "çevre sağlığı alanında uzmanlaşmış kuruluş ve derneklerin" görüşleri, *Le Monde*, 8 Nisan 2023.
34 Avrupa Birliği ("Brexit" sonrası 27 üye devletten oluşuyor) 1 Ocak 2022 itibarıyla 447 milyon nüfusa sahiptir. Bkz. "La population des pays de l'Union européenne", *Toute l'Europe*, Temmuz 2022.
35 O dönemde Institut de recherche stratégique de l'École militaire (IRSEM)/[Askeri Okul Stratejik Araştırma Enstitüsü] Silahlanma ve Savunma Ekonomisi bölümü yöneticisi olan Christophe-Alexandre Paillard ile yapılan görüşme, 2013.
36 Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) bünyesindeki işletmelerin sorumlu davranışı birimi "çıkarım sanayileri" alanında siyasal danışman olarak görev yapan Louis Maréchal'ın gayet yerinde dikkat çektiği gibi, üretimin sorumluluğunu maden çıkaran ülkelere aktarmakla buna bağlı olan kokuşma, çatışmalar, yönetim sorunları, karaborsa, insan hakları ihlalleri vb. gibi toplumsal darbeleri de dışsallaştırdık... Louis Maréchal ile yapılan görüşme, 2017. Şiddet gören kadınlar uğruna verdiği mücadeleden ötürü 2018 Nobel Barış Ödülü alan Dr. Denis Mukwege, stratejik cevherlerin çıkartılması ile ülkesini mahveden, bitmek tükenmek bilmez çatışmalar arasındaki bağı açıkça dile getirmektedir. Buna çare olarak tüketicileri eylemde bulunmaya çağırıyor: "Fermer les yeux devant ce drame, c'est être complice." Bkz. "Discours du lauréat du prix Nobel de la paix 2018 Denis Mukwege", Oslo, 10 Aralık 2018.
37 Northern Graphite Corporation Başkanı Gregory Bowes'un tebliği, 5th Annual Cleantech & Technology Metals Summit: Invest in the cleantech revolution, Toronto (Kanada), 11 Mayıs 2016.
38 Bkz. "Mining and metals: A power base for all nations. Focus of mining 1850-2030", RMG Consulting, Concord (Ontario, Kanada), 2021.

39 Tsinghua Üniversitesi'nde siyasal bilimler profesörü Lan Xue ile yapılan görüşme, 2016.

40 Bkz. "Impact Report", Tesla, 2022. Tesla Model 3 ve Model Y motorlarında nadir toprak elementleri kullanıldığını belirtmek gerekir. Öte yandan şirketin kullanılan miktarın azaltılması yolunda önemli çabalar sergilediğini de belirtmemiz gerekir (bu metallerin kullanımı 2017 ile 2023 arasında %25 azaltıldı). Bkz. "Elon Musk wants a future of EV motors without rare earth metals", *Popular Mechanics*, 2 Haziran 2023.

41 Sadece bir tanesini saymak bile yeterli olacaktır: "The growing footprint of digitalisation", ONU, Programme pour l'environnement, Kasım 2021.

42 "A Smartphone that lasts a decade? Yes, it's possible", *The New York Times*, 8 Eylül 2022.

43 Bkz. "La loi anti-gaspillage dans le quotidien des Français: concrètement, ça donne quoi?", başvuru belgesi, Ekolojik Geçiş Bakanlığı, döngüsel ekonomi hükümet planı, Eylül 2021 (Yasa 2020-105; 10 Şubat 2020 tarihli israfla mücadele ve döngüsel ekonomi yasası [1]).

44 Bkz. "Circular economy action plan", 2015 yılından itibaren benimsenen önlemlerin dökümünü yapar (Çevre/Environment sekmesi, ardından Strateji/Strategy sekmesi), Avrupa Komisyonu internet sitesi.

45 Bkz. "Pacte vert et paquet climat: l'UE vise la neutralité carbone dès 2050", *Vie publique* (Direction de l'information légale et administrative, Première ministre), Ağustos 2021.

46 Bkz. "By the numbers: The Inflation Reduction Act", *The White House*, 15 Ağustos 2022.

47 Pekin Üniversitesi ekonomi bölümü profesörü Song Xi Chen'in aktardığı ve 2014 yılında Washington ile Pekin arası bir uçuşta Milwaukee'li bir Amerikan çelik tüccarı arasında geçen sağırlar birbirini ağırlar dedirtecek sohbet bu gerçeği yansıtmaktadır: "Ona şöyle dedim: 'Çin'deki bu kirlilikten siz sorumlusunuz!' O da bana şu cevabı verdi: 'Ama bu sanayi kuruluşunun sahibi ben değilim ki!'" Song Xi Chen ile yapılan görüşme, 2016. Bununla beraber, Avrupa Parlamentosu'nun 2023 yılında "sınırlara göre karbon ayarlama mekanizmasını" benimsediğine dikkat çekelim. Buna göre yapılacak Avrupa karbon pazarı ölçütleri ithalata uygulanacaktır. Bu mekanizma 2034 yılına kadar aşamalı olarak hayata geçirilecektir. Bkz. "Le Parlement européen adopte la réforme du marché carbone pour accélérer la réduction des émissions de gaz à effet de serre", *Le Monde*, 18 Nisan 2023.

48 1990'lar boyunca, 11 Eylül 2001 tarihine kadar ABD'nin askeri harcamaları neredeyse sabit bir düşüş gösterdi; 1992 yılında 570 milyar dolardan (2020 değerleriyle) 2000 yılında 480 milyar dolara düştü, yani %20 azaldı. 2001 yılından itibaren harcamalar hatırı sayılır derecede arttı ve 2010 yılında 875 milyar ile rekor kırdı. O zamandan bu yana hafif bir düşüş görülse de sabit kalmaya devam ediyor (2021 yılında 767 milyar dolardır). Aynı dönemde ise Fransa'nın harcamaları %10 azaldı (2000 yılında 46 milyar dolar). 2001 yılından itibaren yıllık bütçeler dalgalansa da 2015 yılından başlayarak yükseliş yaşandı ve harcamalar 2021 yılında 54 milyar doları buldu. 2023 yılında benimsenen askeri program yasası bu eğilimi teyit eder; 2014-2030 dönemi için 413 milyar avro tutarında harcama öngörülüyor. Bkz. Stockholm In-

ternational Peace Research Institute verileri: "SIPRI Military Expenditure Database", 2022 verileri, SIPRI ve "L'Assemblée nationale adopte largement la loi de programmation militaire", *Le Monde*, 8 Haziran 2023.

49 Comité pour les métaux stratégiques (COMES)/Stratejik metaller komitesi eski genel sekreteri Alain Liger ile yapılan görüşme, 2016.

50 1939 yılında yaratılan ve Amerikan Savunma Bakanlığı tarafından yönetilen National Defense Stockpile (NDS) söz konusudur. Sağlık ya da enerji alanlarında var olan başka stratejik stoklar ise başka federal kuruluşlar tarafından yönetilmektedir. 1980 yıllarında NDS 14,8 milyar dolar büyüklüğündeydi. Daha sonraları çeşitli bütçe kısıtlama tedbirlerinden ötürü Amerikan Kongresi adım adım stokların satışına izin verdi; böylece askeri malzeme alımı yanında orduların donanımının bakımı sağlanabildi. NDS 2009 yılında 1,4 milyar dolara kadar gerilemişti. Bkz. K.H. Butts, B. Bankus ve A. Norri, "Strategic minerals: Is China's consumption a threat to United States security?", Center for Strategic Leadership (CSL) U.S. Army War College, c. 7-11, Temmuz 2011 ve Managing Materials for a Twenty-first Century Military, National Academies Press, Washington, DC, 2008 (Başlık 10). Günümüzde ABD stoklarını yenileyebilmek için yeniden yüzlerce milyon dolar harcıyor. Bkz. "Fact sheet: Securing a made in America supply chain for critical minerals", *The White House*, 22 Şubat 2022.

51 Jean-Philippe Roos ile 2010 yılında yapılan görüşme. Görüşme yapıldığında kendisi Natixis Asset Management, ekonomik incelemeler yönetiminde hammadde piyasaları analisti olarak görev yapıyordu, 2010. Bu hareket çok daha önceleri başlamıştı: 1972 ve 1979 yıllarında yapılan SALT (Strategic Arms Limitation Talks) 1 ve 2 anlaşmalarının imzalanmasından sonra SSCB elindeki atom bombası stoklarının bazılarını imha etmiş ve elde ettiği uranyumu ABD'ye satmıştı. Piyasada birdenbire bollaşan büyük miktarda maden cevheri miktarı Amerikan uranyum sanayisinin "öldürülmesinde" katkısı olmuştur.

52 Bkz. "Braderie forestière au pays de Colbert", *Le Monde diplomatique*, Aralık 2016; "La Chine siphonne la forêt française", *Les Échos*, 9 Ağustos 2021 ve "Trafic de bois: l'État ferme les yeux sur le pillage des forêts publiques françaises", *Disclose*, 21 Şubat 2023.

53 "Grasse se remet au parfum", M. *Le magazine du Monde*, 11 Temmuz 2016.

54 Kısa bir süre önce bazı sanayi grupları Toyotizm karşıtı stratejiler benimsediler. Örneğin Elon Musk, bütün işletmelerinde durmadan "düşey entegrasyonu" yani madencilik dahil değer zincirinin bütün aşamalarının denetimini ve bu aşamalara hâkim olunmasını savunur. Bkz. "Does Elon Musk have a strategy?", *Harvard Business Review,* 15 Temmuz 2022.

55 Fransa'da Senato tarafından yayınlanan bir rapor "enerji geçişinde düşünülmeyen konular"dan söz eder. Bkz. "Cinq plans pour reconstruire la souveraineté économique", Ekonomik işler komisyonu raporu, sayı 755 (2021-2022), Senato, 6 Temmuz 2022.

56 Alain Liger ile yapılan görüşme, 2016.

57 BRGM jeologları Portekiz'de Neves-Corvo bakır yatağını buldular. Au Québec'te yaptıkları arama çalışmaları sayesinde bir bakır ve çinko yatağı (Langlois maden ocağı) bulundu.

58 Alain Liger ile yapılan görüşme, 2016.

59 *A.g.y.*

60 Jean-Marie Guehenno, *Livre blanc sur la défense et la sécurité nationale 2013*, La Documentation française, 2013. Fransa'da yayınlanan Ulusal Stratejik İncelemeler, daha özlü oldukları ve daha düzenli güncellendikleri için 2017 yılından itibaren Beyaz Kitap'ın yerini almıştır. Biraz sonra adını vereceğimiz iki inceleme stratejik özerklik kavramına geniş yer ayırmakla birlikte, hammaddeler veya nadir metallerle ilgili konulara özel olarak eğilmiyorlar. Bkz. Revue stratégique de défense et de sécurité nationale, 2017, ministère des Armées, Ekim 2017 ve Revue nationale stratégique, 2022, Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale, Kasım 2022.

61 1984 yılında daha yeni emekli olan Alain de Marolles gelecekte yaşanması muhtemel gelişmeleri analiz ettiği bir kitap yayınladı. Bu kitapta elektronik, uzayın fethi ve biyoloji alanlarındaki sanayi kuruluşları tarafından teşvik edilen ve artık yaşanmaya başlayan "üçüncü sanayi devrimi"nden söz ediyordu. Bu sektörlerin hatırı sayılır miktarda nadir metal ihtiyacı olduğunu belirttikten sonra, kehanetini dile getiriyor ve bakır, kobalt, manganez, nikel, kurşun, platin ve altın gibi kaynakların gelecekte okyanusların dibinden çıkartılacağını bildiriyordu. Bkz. Alain de Gaigneron de Marolles, *L'Ultimatum. Fin d'un monde ou fin du monde?*, Plon, 1984.

62 2022 yılı dünya nadir toprak üretiminin 300.000 ton olduğu tahmin ediliyor; 2022 yılı dünya nüfusu da 8 milyara ulaşmıştır. Bkz. *Mineral Commodity Summaries 2023*, U.S. Geological Survey.

63 Technology Metals Research'ten Jack Lifton ile yapılan görüşme, 2016.

64 Doğal kaynaklar strateji uzmanı Didier Julienne ile yapılan görüşme, 2016.

65 Serge Gainsbourg "Cargo Culte" adlı 1971 yılı şarkısından bundan söz eder.

66 "The surprising number of American adults who think chocolate milk comes from brown cows", *The Washington Post*, 15 Haziran 2017.

4. Bölüm

Batı'ya Ambargo Uygulanıyor

Şenliğin en ateşli ânıydı. Batılılar yeni inançları olan ekolojinin şanını yücelten şarkılar söylüyorlardı, boğazları yırtılacak gibiydi. Enerji geçişinin kürek mahkûmu Çinliler de Jiangxi'nin diplerinde kıvrana kıvrana yeraltından çıkardıkları taşları öğütüyorlardı. En berbat işler Orta İmparatorluk'a gönderilirken, bizler yüksek katma değerli sanayilere yoğunlaşıyorduk. Kurallarını koyduğumuz ve kendimize de dayattığımız bu oyunun en büyük kazananı bizlerdik.

Günlerden bir gün Batı diyarlarında nesli tükenmekte olan bir türün temsilcileri, jeologlar gelip tekerimize çomak soktular. Sayılarla dolu çuval çuval raporları getirip kucağımıza bıraktılar; bizi iyice rahatsız edici, hiç de hoş olmayan bir gerçeklikle tanıştırdılar. Bazı nadir metallerin üretiminde iyice öne çıkan Çin'in elinde görülmedik bir fırsat vardı: Bu metalleri en çok ihtiyaç duyan devletlere ihraç etmekten vazgeçebilirlerdi.

Nadir Metallerin Yeni Efendisi Pekin

Amerikan İçişleri Bakanlığı'na bağlı, maden kaynaklarını incelemekle görevli bir kuruluş olan Birleşik Devletler Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS), her yıl *Mineral Commodity Summaries* başlıklı gayet

önemli bir rapor yayınlar. Modern ekonomilerde vazgeçilmez yere sahip seksenden çok hammadde bu raporda analistler tarafından özenle ele alınır.[1] Kullanılabilir kaynaklar, dünya stokları ve en önemlisi, dünyada işlendikleri yerlerin dağılımına ilişkin istatistikler iki yüz sayfayı geçen bir çalışmada bir araya getirilir.

Bu son veri tehlike çanlarının çaldığını gösteriyor: USGS'ye göre Pekin dünyada tüketilen antimonun %54'ünü, indiyumun %58'ini, florun neredeyse %66'sını, vanadyumun %67'sini, doğal grafitin %73'ünü üretmektedir.[2] Avrupa Komisyonu'nun da kendi listesi var; bu liste de benzer sayılar veriyor: Çin silisyumun %67'sini, germanyumun %83'ünü üretmektedir. Bu oran tungstende %86'ya, nadir toprak elementleri için de %85 ila %100'e varmaktadır.[3] İç Pazar Avrupa komiseri Thierry Breton bu verilerden şu sonuca ulaşıyor: "Lityum, kobalt, grafit için Avrupa üçüncü taraf ülkelere (adını vermese de Çin başta olmak üzere) sıkı sıkıya bağımlıdır ve arıtılmış lityum için bu oran %100'dür. [...] Her şeyden önce hammaddeleri ayırabilmeli, arıtabilmeli ve geri dönüştürebilmeliyiz. Bu işlevlerin çoğu Çin'de yoğunlaşmıştır."[4]

Çin'in dümen suyunda giden, madencilikte uzmanlaşma mantığını benimseyen bir dizi devlet de belirli bir ürünün çoğunluğu sağlamaya, hatta tekel olmaya yöneldi. Kongo Demokratik Cumhuriyeti kobaltın %63'ünü, Güney Afrika platinin %71, iridyumun %93, rodyumun %81 ve rutenyumun %94'ünü, Brezilya da niyobyumun %92'sini temin ediyor. Öte yandan Avrupa berilyumun %88'den fazlasını üreten ABD'ye de bağımlıdır. Ayrıca bazı ülkeler dünya üretiminde arzı bir süreliğine daraltabilecek ve fiyatları ciddi derecede değiştirebilecek kadar önemli paya sahip bulunuyor. Paladyumun %40'ını tek başına sağlayan Rusya ve Bor ihtiyacının %48'ini karşılayan Türkiye bu ülkeler arasında yer almaktadır.

Nadir metaller üzerindeki bu hâkimiyet Pekin açısından öncelikle bir hayatta kalma meselesidir. Çin ABD'yle birlikte kendi ihtiyaç duyduğu maddelerin tedariğinin güven altına alınmasına en özen gösteren ülkedir.[5] Nitekim Orta İmparatorluk gezegenimizin maden cevheri çıkartılması alanında en başta gelen ülkesi olmak yanında başlıca tüketicisidir de. Sanayide kullanılan dünya metal üretiminin %30'dan çoğunu kendisi tüketmektedir[6] (bazı hammaddelerin dünya tüketiminde Çin'in payına ilişkin öngörüler için bkz. Ek 12).

Çinli strateji uzmanları madenler konusundaki hükümranlığa yönelik tehlikelere aşinadır: Deng Xiaoping Fransa'da üniversitede okurken Creusot'nun demir dökümhanelerinden birinde çalışmıştı.[7] Bir doğal kaynaklar stratejisi uzmanı 2016 yılında Deng Xiaoping'in ardından yerine gelenlerin, yani "hukuk öğrenimi almış olan şimdiki başbakan [2013 ile 2023 arasında Cumhurbaşkanı Xi Jinping'in başbakanı olan Li Keqiang] dışında son altı başbakan ve cumhurbaşkanının elektrik, hidroelektrik, jeoloji, kimyasal süreçler alanlarında mühendislik öğrenimi gördüklerini vurgular.[8] Uzun vadede sabırlı davranmayı ve karar almada tutarlılığa değer veren otoriter ve istikrarlı bir siyasal sistem sayesinde Deng Xiaoping ile takipçileri güvenli ve iddialı bir malzeme tedarik siyasetinin temellerini atabildiler.

Kullandıkları yöntem yol silindiri yöntemiydi: Çin geride bıraktığımız onlarca yılda sınırları içinde çok sayıda yeni maden ocağı açtı, 2013 yılında kara ve deniz ulaşımını içeren ikinci bir ipek yolunun inşasına başladı. Bu yol sayesinde ihtiyaç duyduğu malzemeyi Avrupa ve Afrika'dan sağlayabileceği bir koridor[9] oluşturacaktı. Bir yandan da emtia sektöründeki şirketlerin birleşme ve satın almalarını gerçekleştirdi. Pekin kendi etki alanını genişlettikçe dünya piyasaları ve jeopolitik dengeler altüst oldu. Böylece Çin nadir metaller piyasalarının oyuncusu olmakla kalmayıp tam anlamıyla piyasa oluşturan bir güç halini aldı.

Üstünlüğü öyle bir hal aldı ki Pekin'de alınan bir kararın bütün dünyayı etkileyeceği biliniyor artık. Çin'deki yerel maden üretimi azalmaya görsün arz ve talebin tıkır tıkır işleyen dişlileri hemen aksamaya başlar. İç talepteki ani bir artış, tedarikte ciddi kesintilerin olmasına yetiyor. Bu durum Çin'in dünya üretiminin hemen hemen %50'sini karşıladığı bir cevher olan titanyumla ilgili olarak daha önce yaşanmıştı: 2006 ile 2008 yılları arasında Çin'in tüketiminin aniden artması nedeniyle titanyum fiyatları on kat arttı;[10] bu da Fransız Dassault Aviation grubunun bu metalin tedariğinde ciddi zorluklar yaşamasına neden oldu.[11]

"Metal Silahı" Çin Dış Politikasının Emrinde

Pekin nadir metaller konusundaki egemenliğinin kendisini hangi noktalarda güçlü kıldığını kısa sürede anladı. Düşünün ki ham petrolün varil fiyatını yıllardır belirleme gücünü elinde bulunduran Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü (OPEC) üyesi on üç ülke bir araya geldiğinde

bile dünya kara altın üretiminin "ancak" %35'ini karşılayabiliyor...[12] Çin ise en çok rağbet gören nadir metaller sınıfının, yani nadir toprak elementlerinin dünya üretiminin neredeyse %100'ünü gerçekleştirmektedir! Avustralyalı bir uzman Çin'i "steroid kullanan bir OPEC" diye tanımlıyor.[13] Elinde böyle bir üstünlük bulunduğunun farkına varan bir ulus ne yapar? Çok daha saldırgan niyetler beslemeye başlar...

Çin'in yaptığı da bu zaten. Nitekim 1992 yılında bizzat Deng Xiaoping nadir metaller konusunda düşmanca bir ticaret politikası izlemek gerektiğini bildirmişti. Çinliler çeşitli iş görüşmelerinde ya da hammadde konulu zirvelerde Deng Xiaoping'e atfedilen bir sözü hafif alaycı bir gülümsemeyle tekrarlamaktan hoşlanırlar. Çin'in bir numarası 1992 ilkbaharında Bayan Obo nadir toprak elementleri madeninde yaptığı konuşmada her şeyin habercisi sayılabilecek şu vecizeyi dile getirmişti: "Ortadoğu'nun petrolü, Çin'in de nadir toprak elementleri var." Bu her şeyi açıklıyor.

2000'li yıllara girerken, nadir metaller piyasalarını bilen gözlemciler yolunda gitmeyen bir şeyler olduğuna dikkat çektiler. Çin'in 2005 yılında 65.000 tonla sınırlanan nadir toprak elementi ihracatı ertesi yıldan itibaren hafif bir düşüş yaşadı ve 62.000 tondan biraz daha aşağı indi. 2009 yılına gelindiğinde Pekin sadece 50.000 ton ihraç ediyordu, ama 2010 yılında resmi rakamlara göre sadece 30.000 ton ihraç etti.[14] Çin aynı şeyi üretiminde orantısız bir paya sahip olduğu bütün nadir metallerde yaptı. Örneğin Ağustos 2001'de Avrupa Birliği'ne yapılan molibden satışına kota koydu. Bu tavrını 2007 ve 2008 yıllarında da ihracatı caydırma amaçlı bir dizi yüksek vergi getirerek devam ettirdi.[15] Çin'in ticari uygulamaları konusunda Dünya Ticaret Örgütü'ne yapılan şikâyetler analiz edildiğinde bu konuda hiçbir kuşkuya yer kalmaz: 2000-2010 arasındaki on yılda Orta İmparatorluk florit, kok, boksit, magnezyum, manganez, sarı fosfor, silisyum karbür ya da çinko gibi çok çeşitli nadir maden cevherlerinin ihracatını kısıtlamaya yönelik sistemli bir siyaset benimsemekle suçlanmıştır.[16]

2000'li yıllarda Cakarta'dan Los Angeles'a, Johannesburg'tan Stockholm'e kadar herkes Çin'in gittikçe artan baskısını hissetmeye başlamıştı. O yıllarda Çin'de çalışan Jean-Yves Dumousseau (Amerikalı kimya kuruluşu Cytec'in ticari müdürü), "Her ay hepimiz ne kadarlık yeni kota tanınacağını kaygıyla bekliyorduk" diyor.[17] Kendi yüksek

teknoloji sanayilerinde büyük miktarda nadir toprak elementi kullanan Japonlar çok daha açık ve kaba biçimde bilgilendiriliyordu bu konuda. Tokyo'da görüştüğümüz, kimliğinin açıklanmasını istemeyen Japon bir diplomat şunları hatırlıyor: "2004 yılında Japonya Sanayi Bakanlığı ile Çin yönetimi temsilcileri arasında gerçekleşen birçok görüşmede hazır bulundum. En başta nadir toprak elementleri meselesini ele aldık; Çinliler muslukları her an kapatabileceklerini açıkça ve tekrar tekrar belirttiler."

Metaller konusunda uzman bir Fransız, "Bir gün daha ağır bir krizin patlayabileceği açıktı" diye teyit ediyor bu durumu. Ancak eninde sonunda 20. yüzyıl, üretimin büyük bölümünü elinden bulunduran bir devlet tarafından stratejik bir kaynağa ticari, diplomatik ya da askeri çıkar sağlamak amacıyla getirdiği ambargo örnekleriyle dolu değil midir?

Gelin isterseniz bir bakalım.

1930'lu yıllarda ABD (yegâne üreticisi olduğu) helyum gazı konusunda Almanya'ya ambargo uyguladı. Bu gazı zeplinlerini uçurmakta kullanan Nazilerin günün birinde savaşta da kullanacaklarından korkuyorlardı.

Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü (OPEC) 1973 yılında Kippur Savaşı'na tepki olarak İsrail ve müttefiklerine petrol ambargosu koydu; böylece tarihteki ilk petrol şokunu tetikledi.

Amerikan Başkanı Jimmy Carter 1979 yılında rakibi Sovyetler'in Afganistan'ı işgal etmesi üzerine Sovyetler Birliği'ne ihraç edilecek 17 milyon ton tahılın sevkıyatını dondurdu.[18]

Bu tür olaylar 21. yüzyılda da tekrarlandı: Örneğin Rusya 2014 yılında yaşanan diplomatik gerilim temelinde Polonya ve Ukrayna'ya doğalgaz sevkıyatını defalarca durdurdu.[19]

2022 yılında ise Ukrayna'da yaşanan çatışma nedeniyle kendisine Avrupa ülkeleri tarafından getirilen yasaklara tepki olarak Moskova birçok Avrupa ülkesine gaz ihracatını azalttı, hatta bütünüyle kesti.[20]

Önce gaz, sonra petrol, daha sonra da tahıl silah olarak kullanıldı ve olacak olan oldu: Orta İmparatorluk kendi silahını, metal silahını devreye soktu. Pekin 2010 yılı Eylül ayında nadir toprak elementlerine iyice dolambaçlı yoldan ambargo koydu.

Bu da enerji geçişi ve dijitalleşmenin ilk ambargosu oldu.

Küresel Yansımaları Olan Ticari Manevralar

Birden patlayan bu fırtınanın temelinde Çin ile Japonya arasında Senkaku (Diaoyu diye de bilinen) Adaları konusunda başlangıcı eskilere uzanan anlaşmazlık yatmaktadır. Bu takımadalar Doğu Çin Denizi'nde Tayvan'ın kuzeydoğusunda yer alan beş tane küçücük ada ve üç kayalıktan oluşur. Hepsi bu mu? Evet, ama devasa hidrokarbon rezervleri barındıran yerler; Asyalı iki gücün 19. yüzyıl sonundan itibaren bu takımadalara göz koyma nedenleri de bu zaten.

Senkaku Adaları ilk Japon-Çin savaşı ertesinde 1895 yılında Japonya'ya bırakıldı. Bu adalar II. Dünya Savaşı ertesinde Amerikan denetimine geçti, ama en sonunda 1972'de yine Japon egemenliğinde kaldı. Ancak Doğan Güneş Ülkesi [Japonya] karşı çıksa da Çin bu topraklar üzerinde hâlâ egemenlik iddia ediyor. Nitekim Çinli bir trol teknesi 7 Eylül 2010 yılında Senkaku Adaları açığına ağ attığında Japon kıyı koruma kuvvetleri bunu sınır ihlali ve tahrik saydı. Hemen teknenin peşine düştü. Bundan sonra olanlar (internette izlenebiliyor bunun filmi[21]) tek kelimeyle şaşırtıcıdır: Çinli kaptan boyun eğmedi ve teknesiyle Japon devriye gemisine çarptı. Bunun üzerine kıyı koruma görevlileri tarafından tutuklandı. Tutuklanması Çin'de müthiş bir infial uyandırdı. En milliyetçi duyguları alevlendirmeye hazır olan Çin medyası yaşanan rahatsızlığı canlı tutmak için elinden geleni yaptı.

İki hafta sonra, 22 Eylül 2010 tarihinde tuhaf bir olay yaşandı: Çin'in Japon tedarikçilere yapacağı bütün nadir toprak elementi sevkıyatı durduruldu. Pekin hiçbir resmi ambargo bildiriminde bulunmamıştı. Pekin'de görüştüğümüz Çin Nadir Toprak Elementleri Derneği yardımcı başkanı Chen Zhanheng şunları paylaştı: "Balıkçı olayı milliyetçi tepkilerimizin billurlaşmasına yol açtı. Çok sayıda Çin şirketi Japonlara sevkıyatı kendiliğinden kesti!" Chen Zhanheng Dünya Ticaret Örgütü ile ters düşmemeye özen gösteren Çinli yetkililerin söylemini şaşılacak bir art niyetle tekrarlamakla yetiniyor: Resmen hiçbir ambargo getirilmedi.

Bu olayın üzerinden bir yıl geçti ama Japonlar tek kelimesine bile inanmıyor denilenlerin. Pekin'den 2.000 kilometre uzakta, Tokyo garından yola çıkan Shinkansen (Japonların Yüksek Hızlı Treni) sonbahar göğünün altında külah biçimli siluetiyle öne çıkan Fuji Dağı'nın kenarından uzun uzun dolanıyor. Dört saat sonra ülkenin üçüncü

büyük yerleşmesi olan Osaka'nın kollarını Pasifik kıyısına nasıl sardığını izliyoruz. Nadir metaller ithalatçısı Kunihiro Fujita, fabrikasının deposunda olayları kendi açısından anlatıyor: "Doğal kaynaklarını siyasal baskı aracı olarak kullanmak Çin'in hep benimsediği bir strateji olmuştur" diyor.

Üzerinde koyu renkli bir takım elbise, başında da şantiye kaskı var; hassas elektronik aygıtların imalatında kullanılan nadir bir toprak elementi olan itriyum stokuna yaklaşıyor. 2010 yılı Eylül ayında bu nadir elementlerin siparişleri aniden karşılanamaz hale gelmişti. "Japon endüstrisi paniğe kapıldı. Nadir toprak elementleri Japon yüksek teknoloji sanayisinin 'vitaminleridir.'" Prof. Toru Okabe'ye göre bunlar Japon sanayisi açısından o kadar elzemdirler ki "bir temizlikçi kadın bile bunun ne olduğunu bilir."[22] Sıradan bir deniz hadisesi Tokyo açısından felakete dönüşebiliyordu demek ki.

Kriz de kısa sürede küresel bir boyut kazandı: Daha sonraki günlerde çok sayıda Avrupalı ve Amerikan nadir toprak elementi ithalatçısı, Çin'in bu ürünlerdeki ihracat hacminin sert biçimde düştüğüne tanık oldu. Bu küçük metallerin adını bile hiç duymamış olan Batı medyası konuyu ele aldı. Yorumcular "ileri teknoloji ürünleri sanayisi açısından hayati öneme sahip olan" ve "altında bile değerli sayılan"[23] bu metallerin ele geçirilmesi için yapılan "savaş"tan veya Japonya ile Çin arasındaki "kol güreşi"nden, yaşanan "uluslararası gerilimlerden" söz etmeye başladı. Avrupa ticaret komiserliği sözcüsü nadir toprak elementlerinin Avrupa komisyonu açısından "başlıca kaygılardan" biri olduğunu hatırlattı ve Çin'den "piyasaların engellenmeden işlemesini sağlamasını"[24] istedi. O zamanlar devlet bakanı olan Hillary Clinton Hawaii'de bir basın toplantısında bu konuya değindi ve kısa sürede Çin'i ziyaret edip bu krizi çözeceğini bildirdi.[25] Bundan birkaç hafta sonra François Fillon hükümetinin Çevre Bakanı Jean-Louis Borloo Fransız sanayisi açısından elzem olan metallerin tedariğinde yaşanacak kesintinin tehlikelerini değerlendirmek üzere Stratejik Metaller Komitesi'nin (COMES) kurulduğunu açıkladı.[26] Daha sonra Başkan Obama Beyaz Saray'ın önünde Çin'in Dünya Ticaret Örgütü'ne şikâyet edildiğini bildirecekti.

Nadir toprak elementleri savaşı artık başlamıştı.

Osaka'da Kunihiro Fujita, balıkçının tutuklanmasından sonraki altı ay boyunca gayri resmi ambargonun etkilerini yaşadığını itiraf ediyor,

ta ki Çinliler Japonların kaynak yetersizliği nedeniyle artık ihraç edemedikleri "made in Japan" yüksek teknoloji ürünlerine ulaşamayacakları fark edinceye kadar.[27] Ne var ki bunlar olup biterken nadir metaller piyasası müthiş bir panik yaşadı. Arzın daralabileceğinin birdenbire bilincine varılması, Pekin'in manevralarının yol açtığı tedirginlik ve bazı Çinli *trader*'ların spekülatif hareketleri fiyatların görülmedik şekilde yükselmesine,[28] dolayısıyla bir sürü nadir metalin de aynı kaderi yaşamasına yol açtı. Gezegenin dört bir yanındaki komisyoncular, simsarlar ve ithalatçılar bütün zamanlarını Çinli tedarikçilerinden az miktarda sevkıyat vaadi koparmakla ya da bu beklenmedik aksaklıkların sonuçlarını bu alanı tanımayan müşterilerine yansıtmakla geçiriyorlardı.[29] "Delice işler oluyordu!" diye anlatıyor Bay Fujita o günleri, "arz ve talep arasındaki doğal etkileşimden tek bir iz bile yoktu ortada artık!"[30]

Platin Kraliçesine Seyahat

Yeni ortaya çıkan bu "metal riski" sadece Çin'in ihracat politikasına bağlı değil. Asya'da, Afrika'da, Latin Amerika'da maden kaynakları konusunda gittikçe gelişen ve güçlenen milliyetçilik nedeniyle Batı'nın mevzileri de giderek zayıflıyor.

Bu dip dalgasının küreselleşmesini 2009 yılından itibaren Afrika'nın en ücra diyarlarında açıkça görmeye başladık. Uçsuz bucaksız savanda üç saat yol alıp Güney Afrika'nın ekonomik başkenti olan Johannesburg'tan Kuzeybatı Eyaleti'ndeki Phokeng'e ulaştık. *Bushveld*'in ortasında, tek başına yer alan on beş bin nüfuslu bu kasabada her şey normal gibi duruyor, oysa hiç de öyle değil. Rengârenk bayraklar ve heybetli totemler yükseliyor göğe doğru; bayrakların üzerinde bu toprakların resmi amblemi olan timsah yer alıyor. Sokaklar çok bakımlı; mavi üniformalı Royal Bafokeng Reaction Police Force görevlileri devriyeye çıkmışlar.

Ne gümrük ne de sınır karakolu var. Birkaç kilometre önce 2.000 kilometrekare (yani Fransa'da Essonne [Türkiye'de aşağı yukarı Düzce-ç.n.] ili kadar) yüzölçümü olan Bafokeng Krallığı'nın görünmez sınırını geçtiğimizi belirten tek bir işaret bile yok.

"Gökkuşağı ulusu"nun[31] parçası olan bu krallık kendi idari bölümlemesine, klan temelli örgütlenmesine, özerk bütçesine, yerli kültüre dayalı hukukuna ve kendi yönetim sistemine sahip. Bu kabileyi ziya-

ret etmemizin nedeni yerin birkaç yüz metre altında yatıyor. Krallık topraklarının altı rutenyum, rodyum, iridyum, platin vb. gibi platin grubuna ait zengin yataklar barındırıyor. Bu nadir ve değerli metaller kuyumculuk, laboratuvar donanımı ya da katalitik egzoz boruları gibi çok çeşitli alanlarda kullanılıyor.

Rasimone madenlerine ulaşmak için Phokeng'ten çıkar çıkmaz kırsal araziyi katetmemiz, kuzeye doğru birkaç kilometre yol almamız gerekiyor. Yeraltından çıkarılan kayalar taşındığı için arazi de şişip kabarmış, tümseklerle dolu. Platin rafinerileri çalılıkların ortasında, boş ama engebeli araziye kurulu muazzam birer demir yığını. Tesisler arasına demiryolu hatları çekilmiş, lokomotifler peşleri sıra içi kayalarla dolu yük vagonları sürüklüyor.

Anglo Platinum madencilik şirketinde çalışan beyaz bir Güney Afrikalı olan baş madenci Dirk Swanepoec heyecan içinde şunları anlatıyor: "İşe girdiğimde tek bir katta oyma yapıyorduk. Şimdiyse onunca kata vardık!" Bürosunun birkaç adım ötesinde, başlarında şantiye kaskı olan mavi üniformalı onlarca madenci, kayaya kazılmış bir mağaranın ağzından kusarcasına çıkan taşıma bandı üzerindeki kaya parçalarını ayırıyorlar. Havalı matkaplarla kayaya delikler açmış, içlerine patlayıcılar yerleştirmiş ve patlatmışlar. Maden cevheri topraktan çıkartıldıktan sonra parçalanacak, platinoidler barındıran kaya parçacıkları halini alacak, bunlar özel ayıraçlar eklenen suya daldırılacak, süzülecek, kurutulacak, eritilecek, saflaştırılacak ve sonunda başta platin olmak üzere değişik malzemeler ortaya çıkartacaktır. Swanepoec, "Her ay 200.000 ton kaya çıkartıyoruz. Her tonda da yaklaşık 4 ila 7 gram platin oluyor" diyor.

Bafokengler dünyanın en büyük platin rezervinin üzerinde yaşıyorlar. 15. yüzyılda toprakların bereketinden ötürü buraya yerleşen "Düşen çiy halkı" bu hazinenin varlığından bile haberdar değilmişler. Kral Kgosi Mokgatle tebaasının yakınlardaki Kimberley elmas madenlerinden elde ettiği muazzam servet sayesinde 1870 yılında bu krallığın ilk 900 hektarlık arazisini satın almış. 1924 yılında ise yeraltında metaller yattığı anlaşılmış.

Demokratik Güney Afrika'nın ortaya çıkmasıyla birlikte, yerli nüfusun kendi topraklarının sahibi olmasını yasaklayan *apartheid* yönetmelikleriyle hakları yenen Bafokengler çıkartılan madenlerin kârını

cebe indiren Impala Platinum (Implats) şirketi aleyhine uzun bir hukuk mücadelesi başlattılar. Başarılı da oldular: İmtiyaz haklarından %22'ye varan oranda pay aldıkları gibi madencilik şirketinin sermayesinin de %13'ünü ele geçirdiler. Ardından finansal çeşitlenmeyi tercih ettiler; öyle ki finansal etkinliklerinde madenciliğin payı gittikçe azalıyor.[32] Güney Afrikalı bir topluluğun madencilik şirketine karşı kazandığı ilk dava oldu bu.

Hanedanın otuz altıncı hükümdarı genç *kgosi* ("kral") Leruo Molotlegi 2000 yılından bu yana bu görevde ama onun da üzerinde simgesel bir işlev yerine getiren ana kraliçe bulunuyor. Semane Molotlegi kara kıtanın son kraliçelerinden biri. Medyada neredeyse hiç görünmez, hele yabancı bir gazetecinin kendisiyle görüşmesi pek nadirdir. Şansımız yardım etti de kendisi ile görüşme imkânımız oldu.

En güzel şekilde giyindik. Karşımızda rengârenk geleneksel kıyafetiyle elli yaşlarında güzel bir kadın vardı; sakin bir sesle konuşuyordu. Kendisine Mmemogolo (Setswana dilinde "büyükanne") diye hitap ediyoruz; halkının başarılarını tanıtmak amacıyla dünyanın her yanına yaptığı seyahatler hakkında konuşuyoruz.[33]

Bafokengler gerçekten de, Batılı şirketlerin gelip kaynakları tükettikten sonra çekip gittikleri hammadde lanetini başlarından savmayı becerebilmişler. Genel durumun aksine kıtanın en zengin kabilesi haline geldiler; hatta maden ekonomisiyle sınırlı kalmayıp daha ötelere ulaşmayı öngörüyorlar.[34] Ardından, okul kitaplarına girebilecek bir strateji geliştirdiler: Platin kabilesi, maden işletmeleriyle girdiği bilek güreşinde üreticinin alıcı karşısında, kaynakları üzerinde hükümran olan mülk sahibinin dünyanın her yanına dağılmış müşteri kitlesi karşısında üstün olduğunu kabul ettirdi. Eşi benzeri görülmemiş olan şey ise çokuluslu bir şirketi, bir devletin değil Afrikalı "basit" bir kabilenin dize getirmesidir...

Bafokenglerde kaynakların milliliğinden söz etmek benimsenmese de bu durum aslında geleneksel güç ilişkilerinin yeniden dengelenmesi, hatta altüst edilmesine yönelik örnek bir vakadır. Çoğu zaman Batılı tüketiciler adına davranan madencilik grupları alışıldığı üzere kendi yasalarını dayattıkları yerlerde artık kendilerinden güçlülerle daha sık karşılaşacaklarını, dolayısıyla kendilerini bu duruma uyarlamaları gerektiğini öğrendiler. Bafokenglerin yaşadıkları deneyim ve gerçek

boyutlu bu deneyde elde ettikleri başarı uluslararası düzlemde gittikçe daha fazla dikkat çekti. Dünya Bankası, Dünya Ekonomik Forumu, Birleşmiş Milletler'e bağlı ajanslar, hatta Amerikalı üniversite hocaları bile Phokeng'e geldiler.[35]

Maden Milliyetçiliğinin Canlanması

Münferit bir örnek söz konusu değil, hatta bunun gezegenimizin bütünü için geçerli bir dip dalgası olduğunu da söyleyebiliriz. Günümüzde devletler yabancı sanayicilerin bazı madencilik alanlarına erişimini engelliyor. Örneğin Moğolistan yetkilileri Rio Tinto şirketinin Gobi Çölü'ndeki Oyu Tolgoï bakır madeninden cevher çıkarmasını 2013 yılında durdurdu.[36] Ayrıca, daha yakınlarda, 2022 yılında yeni Şili hükümeti önceki hükümet tarafından iki özel şirkete verilen lityum çıkarma lisansını iptal etti.[37] Madencilik tesislerinin yabancılara satışına devletin engel olduğu durumlar da yaşanıyor. Dünyanın en büyük potas üreticisi Kanadalı PotashCorp'un İngiliz-Avustralya ortaklığı BHP Billiton madencilik şirketi tarafından satın alınması 2010 yılında Kanada'nın Saskatchewan Eyaleti tarafından engellendi.[38] 2022 yılı sonunda Kanada ulusal güvenlik gerekçesiyle üç Çinli şirkete lityum arama faaliyetinde bulunan birkaç büyük Kanadalı madencilik şirketlerindeki hisselerini (Teck Resources, Ivanhoe Mines ve First Quantum Minerals) satmalarını emretmişti ama dört ay sonra bu kararından geri dönmek zorunda kaldı.[39] Buna geleneksel özel madencilik işletmelerinin sermayesine devletlerin de katıldığını ekleyebiliriz. Suudi Arabistan 2023 yılında devlet madencilik işletmesi Ma'aden aracılığıyla bir ABD maden arama şirketi olan Ivanhoe Electric'in sermayesinin %9,9'unu satın aldı. Bu sayede değeri 1,3 trilyon dolar olarak tahmin edilen maden kaynaklarını arama çalışmalarını hızlandıracaktır.[40] Bir de, kamuya açık bir grup olan Qatar Mining Company ya da emirliğin kendi yatırım fonu olan Qatar Investment Authority aracılığıyla hisse alımlarını artıran Katar yönetimi var. Doha [Katar'ın başkenti] daha önce, İsviçre merkezli çokuluslu bir şirket olan Xstrata gibi madencilik gruplarına zaten yatırımda bulunmuştu.[41] Hatta Mali ve Burkina Faso'da,[42] kısa bir süre önce de Kazakistan'da[43] maden yatağı arama izni aldı. Bu küçücük Körfez ülkesinin sergilediği etkinlik aslında hiçbir metal ihtiyacını karşılamaya yönelik değil...[44]

Son olarak şunu da belirtmek gerekir ki (aslında işin en önemli yanı da bu) metal ticaretine gittikçe daha çok engel çıkarılıyor. Çin'den başka dikkat çekici bir diğer örnek de Endonezya... Madencilik alanındaki bu tartışılmaz güç 2009 yılında ülkeyi oluşturan takımadadan çıkarılan ham cevherlerin neredeyse tamamının ihracatına bir dizi ambargo getirdi. 2014 yılında kalay, boksit, krom, altın ya da gümüş gibi metallere de sınırlama getirildi. O günlerde Cakarta'da görüştüğümüz yüksek dereceli bir devlet memuru, "Hammaddelerimiz üzerinde hükümranlığımızı sağlamamız lazım. Maden zenginliklerimize ilişkin her tür siyasal eylemin yabancı devletler tarafından değil, kendi hükümetimiz tarafından kararlaştırılması ve uygulanması gerekir"[45] diyerek bu kısıtlamaları savunuyordu.

Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü'nün (OECD) gözlemlediği gibi bununla ilgili çok sayıda başka örnek de var. Örgütün hammadde ticaretini ele alan birçok incelemesi dünyada emtia ihracatına son yıllarda getirilen kısıtlamaların dökümünü vermektedir. 2009 ile 2020 yılları arasında, uluslararası ticarete yönelik binlerce kısıtlama saptanmış. OECD 1961 yılından bu yana alınan bu tür tedbirlerin sayıca nasıl geliştiğini gösteren şaşırtıcı bir grafik hazırladı. Bu çalışmada görüldüğü gibi, söz konusu sayılar 2005 yılına kadar görece düşük düzeyde istikrarlı seyrederken, 2006 yılından itibaren eğri hızla yükselmiş ve hiç gerilememiştir.[46]

Envanterde yer alan aşağı yukarı her metal ve cevher için bu tür kısıtlamalar getirildiğini görüyoruz. Arjantin 2021 yılında borat, demir, bakır, lityum ve stronsiyumu vergilendirerek bazı maden kaynaklarının ihracatı önüne engeller koydu; Güney Afrika da aynı şekilde davranıp elmasa vergi ve kısıtlama getirdi; Hindistan ise boksit, demir ve titan için, Kazakistan alüminyum, Rusya da tungsten için benzer uygulama başlattı. Bazı ülkeler daha da ileri gidiyorlar; örneğin Moğolistan bakır, Tacikistan alüminyum, Filipinler altın, Zimbabve de krom ihracatını kesinkes yasakladı.[47] Yaşanan bu olgunun bu kadar geniş kapsamlı olmasını nasıl açıklayabiliriz?

Maden cevheri üreten ülkelerin çoğunluğu artık gelişmekte olan ülkeler; daha refah içinde yaşayan ve daha çok kaynak tüketen orta sınıfların bu ülkelerde gelişmesi, yöneticilerin hesaba katması gereken yeni bir veridir. Yerel olarak elde edilen kaynakların alıcı ülkelerin

iştahını gidermektense iç tüketimi beslemesi gerektiği inancı giderek kök salıyor. Buna bir de bu ülkelerde yerel madencilik projelerine karşı çıkılmaya başlandığını ve (eskiden sadece Batı'yla sınırlı) çevre bilincinin giderek oluşmaya başladığını eklemek gerekir. Yurttaş kaynaklı bu hareketlerden ötürü devlet toplumsal ve ekolojik yönetmelikleri sertleştirmek zorunda kalıyor; bu da madenlerin çalışmaya başlama sürelerini uzatıyor.

Daha genel olarak, Cakarta'dan Ulan Batur'a, Buenos Aires'ten Pretoria'ya kadar bir direniş kültürünün geliştiğini görüyoruz. Yeni orta sınıflar, daha eğitimli oldukları için kendi kaynaklarının peşkeş çekilmesi saydıkları bu durum karşısında hassaslar. Başlarında olup siyasal sorumluluğu üstlenenler ise çoklukla durgunluğa saplanmış gelişmiş ülkeler ile dinamik ve zenginleşme hırsıyla yanıp tutuşan gelişmekte olan ülkeler arasında ekonomik alanda bir yeniden dengelenmeyi gözetmeye çalışıyorlar. Öyleyse korumacı tedbirleri, "Batılılaşmaktan uzaklaşan" bir dünyada güçlü olduğunu ileri sürmenin bir yolu sayabiliriz.

Yeni bir şey değil bu durum: 1960'lı yıllardan bu yana Üçüncü Dünya'da esen bağımsızlık rüzgârı ülke kaynakları üzerinde hükümranlık haklarını gündeme getirmişti.[48] Afrika'da Gana o zamanlar İngilizlerin elinde bulunan Ashanti altın madenlerini 1958 yılında millileştirdi. Kongo Demokratik Cumhuriyeti de 1965 yılında aynı şeyi yaptı; onların peşinden 1967 yılında Tanzanya, 1970'te Zambiya, 1980'lerde Zimbabve aynı yolu tuttu. Ardından liberal bir rüzgâr esti... Konunun beş kıtada yeniden ve daha geniş kapsamlı gündeme gelmesi için Çinlilerin nadir metallere kota koymasını beklemek gerekti. Teknolojik metaller uzmanı bir Amerikalının yorumu şöyle: "Çin kaynaklar konusunda milliyetçiliği canlandırdı; hem de sadece kendi topraklarında değil, dünyanın her yerinde."[49]

Çin'in 2010 yılında ambargo koymasından sonraki yıllarda ticaret alanında yeni krizler çıkıp çıkmayacağını kimse sormuyordu, merak edilen krizlerin ne zaman patlak vereceğiydi. Nadir metaller sanayisinde son derece yetkili bir isim olan Vivian Wu, Şanghay'ın Xuhui bölgesindeki lüks bir otelin barında çayını yudumlarken böyle bir senaryonun gerçekleşmesinin kuvvetle muhtemel olduğunu kabul etmişti ta 2016 yılında. O görüşmemizde, "Ambargodan ziyade, Japonya ve başka ülkelere karşı birer eylem aracı demeyi yeğlerim" demiş ve şöyle devam

etmişti: "Bu eylemler kendi imgemizi onarmak amacıyla Çin hükümeti komutasında izlenen bir stratejidir. Gelecekte de nadir toprak elementleri kadar başka cevherler için de yeniden gündeme gelmeleri olasıdır."[50] Bundan daha iyi dile getiremezdi: 2019 yılında yaşanan ticaret savaşının tam ortasında Başkan Donald Trump Çin devi Huawei'nin Amerikan telekomünikasyon pazarına girişini daha yeni yasaklamışken Xi Jinping, ekonomik işlerden sorumlu başbakan yardımcısı Liu He'nin eşliğinde, güneydeki Jiangxi Eyaleti'nde kurulu nadir toprak elementi üreticisi JL Mag Rare-Earth şirketine ait bir fabrikada fotoğraf çektiriyordu.[51] Çin devlet başkanı orada tek bir söz bile etmedi, ama ziyaretinin amacı kimse için sır değil. Xi Jinping bu ziyaretiyle, iki büyük güç arasındaki ticari gerilim tırmanırsa Pekin'in rakibine nadir metal elementleri ihracatını misilleme olarak yeniden askıya alabileceğini bildirmek istiyordu. Çin'in resmi görüşlerini dile getiren basın ajansı Yeni Çin bunu hemen teyit etti: "ABD Çin'e ekonomik savaş açmakla teknolojik güçleri açısından hayati malzemeleri tedarik edememe riskine giriyor."[52]

Bu tehdit Batılı ülkeleri çok telaşlandırdı; stratejik sanayilerinin büyük çoğunluğunun Çin kaynaklı hammaddelere bağımlı olduğu gerçeği iyiden iyiye ortaya serilmişti. "Nadir metaller savaşı"nın bu aşaması Orta İmparatorluk'un inanılmaz emellerine ilişkin ipuçları da veriyordu. Bu ekonomik çatışmada Pekin grafit, galyum, indiyum, tungsten, antimon gibi cevherler ve tabii ki nadir toprak elemanları üretimindeki öncü rolünden bu malzemenin ihracatını sınırlayarak yararlanmak ve kısa sürede göreceğimiz gibi, bu stratejik hammaddeleri kullanarak kendi teknolojilerini geliştirmek ve bu sayede Batı'nın teknolojik üstünlüğünü tehdit etmek istemektedir.[53]

Nüfuz Sağlayan ve Kriz Çıkartan Metaller

Nadir metal piyasalarının özgüllüğü bu durumu daha da ağırlaştırabilir.

- Daha önce gördüğümüz gibi bu piyasalar son derece kısıtlıdır: Bunların üretim rakamları yaygın olarak kullanılan metallerle (demir, bakır, alüminyum, kurşun vb.) karşılaştırıldığında gülünç derecede azdır. Nadir toprak elementlerinin dünya üretiminin dünya çelik üretiminin ancak %0,015'ine denk düştüğünü unutmayın![54]

• Bunlar aynı zamanda çok az sayıda alıcı ve satıcının iş yaptığı son derece kapalı piyasalardır. Oysa oyuncuların sayısı ne kadar az ise hareketleri de arz ile talebi o kadar etkileyebilir. Dolayısıyla tek bir tedarikçinin hatası tüketiciler arasında hızla müthiş bir paniğe yol açabilir; aynı şekilde nadir metal kullanan en ufak yeni bir teknoloji de tedarik zincirinin bir anda kesilmesine neden olabilir.

• Ayrıca bunlar şeffaf olmayan piyasalardır. İş dünyasının ağız sıkılığı ve kuralsızlık kuraldır. Dolayısıyla, London Metal Exchange (LME), yani Londra Metal Borsası'na kayıtlı bir avuç metal dışında resmi fiyat yoktur. Her şey görüşerek belirlenir. Alıcılar genellikle özelleşmiş dergilere bakabilir ya da komisyoncular ile simsarların yaptıkları son alışverişlerin tutarları konusunda Weibo adlı Çin mikro-blog sitesinde gıdım gıdım paylaştıkları bilgiyi inceleyebilirler.

• İşin daha da kötüsü, bunların maden çıkaran ülkeler açısından stratejik piyasalar olmasıdır. Çin devlet sırrı saydığı bazı üretim rakamlarını vermekte pek istekli olmuyor. Gizli stoklar, jeo-stratejik etkenler, diplomatik kaygılar olabiliyor pekâlâ ve bunlar nedeniyle piyasalar en iyi uzmanlar tarafından bile zor okunabilir bir hal alıyor.

• Son olarak da arz ve talep arasındaki serbest işleyiş, sadece kendi çıkarlarını gözeten özel yatırımcıların ortaya çıkmasıyla da engelleniyor. 2012 yılı verileriyle "üçüncü taraf diyebileceğimiz bu aktörler, tüm kaynakları bir arada ele aldığımızda on yıl öncesine kıyasla altmış kat daha fazla 'emtia'yı yönetiyor"[55] diyor bir doğal kaynaklar uzmanı. Fiyat istikrarsızlığında bunun da katkısı var. Spekülatif etkinlikler geleneksel olarak öncelikle temel metallerde kendini gösterir,[56] ama nadir metaller piyasaları da bu etkinliklerden her geçen daha az muaf hale geliyor. Bir bankacılık sektörü analisti bunun nedenini şöyle açıklıyor: "Spekülatif fonlar [örneğin, Amerikan Tudor Fund], aktif yöneticileri [örneğin, Hollandalı PGGM Investments], emeklilik fonları [örneğin, Amerikan Pacific Investment Management Company (Pimco)], [Harvard ve Princeton gibi] Amerikan üniversitelerinin finans kolları." Bu piyasaların ne kadar dar olduğu hesaba katıldığında, herhangi bir metalde önemli bir pozisyon almak çok ciddi bir spekülasyon olarak kendini gösterir. Başka örnekler de var ama biz şu örneği verelim:[57] 2017 yılında dünya kobalt üretiminin %17'si bu maddede kıtlık yaşanacağını öngören yatırımcılar tarafından satın alınınca fiyatalar müthiş yükseldi.[58] 2022 yılında ise nikel üretimindeki belirsizlik (en büyük üretici Rusya'dır) bu maddenin Londra

> Metal Borsası fiyatının sert biçimde yükselmesine yol açtı. Bu metalin 2020 yılında tonu ortalama 15.000 dolar olan fiyatı Ocak 2022'de 20.000 dolara, iki ay sonra da 48.000 dolara yükseldi. Önemli bir düşüş kaydedilmekle birlikte günümüzde ton fiyatı 22.000 ile 30.000 dolar arası gibi yüksek bir düzeyde bulunmaktadır.[59]

Bunun gibi aşırı hassas piyasalarda, herhangi bir öngörüde bulunmak gibi bir maceraya atılma imkânı yoktur. Vivian Wu, "Nadir toprak elementleri piyasası istikrarlı olmadığı gibi öngörülebilir bile değildir" diye vurguluyor. Düzenli nadir metal tedarikinin olmadığı bir durumda devletler ve sanayiciler en azından sabit fiyatlardan yararlanabilseler kendi stratejilerinin nüvesini oluşturabilecekler, ama bundan da emin değiller. Bir BRGM uzmanının dikkat çektiği gibi "nadir metaller birer kriz metalidir."

DİPNOTLAR

Bunlardan 50'si 2023 yılında USGS tarafından kritik ve stratejik hammadde kabul edilmiştir.
2021 yılı üretim hacimleri verilmiştir. Bkz. *Mineral Commodity Summaries*, U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, Ocak 2023.

3 Bkz. Tablo A, s. 6, *Study on the Critical Raw Materials for the EU 2023* içinde, Avrupa Komisyonu, 2023.

4 Bkz. "Des matières premières toujours plus stratégiques", komisyon üyesi Thierry Breton'un bloğu, Avrupa Komisyonu, Brüksel, 12 Haziran 2022.

5 O tarihte Chatham House'da (Royal Institute of International Affairs, Royaume-Uni) hammaddeler alanında uzman olarak çalışan Felix Preston ile yapılan görüşme, 2016.

6 Çin 2019 yılında tam tamına 3.095 milyon ton metal tüketti. Bkz. OCDE web portalinde (oecd.stat) ülke temelinde yurtiçi tüketim verileri: Environment>Material resources>Domestic Material Consumption>Metals.

7 Geneviève Barman ve Nicole Dulioust, "Les années françaises de Deng Xiaoping", *Vingtième Siècle. Revue d'histoire*, sayı 20, Ekim-Aralık 1988, s. 17-34.

8 "Le singe et la souveraineté des ressources", "Le cercle", *Les Échos*, 12 Şubat 2016. Hu Jintao'nun 2003 ile 2013 arasında başbakanlığını yapan Wen Jiabao jeoloji öğrenimi görmüştür. Çin Halk Cumhuriyeti'nin şimdiki cumhurbaşkanı olan Xi Jinping ise kimya mühendisliği öğrenimi almıştır. 2023 yılından itibaren başbakanlığa gelen Li Qiang ise makineleşmiş tarım eğitimi almıştır. 2023 yılından itibaren başbakan yardımcılığına getirilen Zhang Guoqing ve Liu Guozhong ise savunma teknolojileri (elektrik mühendisliği ve topçuluk) diploması sahibidirler. Bkz. "Chinese technocrats 2.0: How technocrats differ between the Xi Era and Jiang-Hu eras", China-US Focus, 6 Eylül 2022.

9 "Yeni ipek yolları" Çin'in kalkınması için gereken stratejik hammaddelerin teminini güvence altına almak üzere tasarlanmıştır. Batıdaki Xinjiang Eyaleti ve (ülkenin ortasındaki Shaanxi Eyaleti'ndeki) Xi'an kenti Ortadoğu ve Avrupa çıkışlı malların, kaynakların (özellikle de enerji kaynaklarının) kara yoluyla Çin'e yönlendirilmesinde hayati rol oynamaktadır. Xi'an kuru limanında yaşanan yıllık trafik artışı bunun göstergesidir: Transit trafik 2019 yılında yıllık 100 milyon tondan 2020 yılında 300 milyon tona ulaşmıştır. Bkz. Eric Armando, "Comprendre les Routes de la soie de l'énergie", Groupe d'études géopolitiques, Eylül 2021 ve X. Chen ve Z. Li, "Xi'an: From an ancient world city to a 21st-century global logistics centre", *Routledge Handbook of Asian cities*, Routledge (Londra), 2023, s. 172-185.

10 Dışişleri, Savunma ve Silahlı Kuvvetler Komitesi adına Jacques Blanc tarafından hazırlanan bilgilendirme raporu, sayı 349 (2010-2011) "La sécurité des approvisionnements stratégiques de la France", M. Jacques Blanc, Senato, 10 Mart 2011.
Batılı ülkeler genelde büyük maden üreticisi ülkelere bağımlı bir konumu benimsemişlerdir. Örneğin ABD arsenik, indiyum skandiyum ya da manganez gibi 15 cevherde yabancı tedarikçilerine %100 bağımlı durumdadır. Ayrıca 28

maden cevherinde bağımlılıkları %80'in, 51 cevherde de %50'nin üzerindedir. Bkz. "2022 U.S. net import reliance" (Şekil 2), *Mineral Commodity Summaries 2023*, U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, s. 7.

12 Bkz. *Statistical Review of World Energy*, 2022, 71. yıl, BP, 2022.

13 Curtin Business School (Perth/Avustralya) profesörlerinden Dudley Kingsnorth ile yapılan görüşme, 2016. Çin nadir toprak elementlerinin "sadece" %68'ini çıkardığı halde evropiyum, gadolinyum, terbiyum, disprosyum, erbiyum, itriyum, holmiyum, tulyum, iterbiyum ve lutesyum gibi nadir toprak elementlerinin arıtımının tamamını ve lantan, seryum, praseodim ile samaryum gibi nadir toprak elementlerinin hemen hemen %85'ini kontrol etmektedir. Bkz. *Study on the Critical Raw Materials for the EU 2023, a.g.e.*, Ek 7.

14 Bkz. Seaman, *Rare Earths and Clean Energy: Analyzing China's Upper Hand*, Institut français des relations internationales (IFRI), Eylül 2010 içinde verilen rakamlar.

15 J. Korinek ve J. Kim, *Export Restrictions on Strategic Raw Materials and Their Impact on Trade,* OCDE tarafından hazırlanan ticaret politikaları konulu çalışma belgesi, sayı 95, Éditions OCDE, Paris, 2010.

16 Özellikle 2012 ile 2016 yılları arasında ABD, Avrupa Birliği ve Japonya tarafından nadir toprak elementleri ve başka birçok metalin ihracatına Çin'in getirdiği kısıtlamalar konusunda hazırlanan DS431, DS432, DS433, DS508 ve DS509 sayılı şikâyet dosyalarına bakınız.

17 Jean-Yves Dumousseau ile yapılan görüşme, 2016.

18 Marie-Hélène Labbé, "L'embargo céréalier de 1980 ou les limites de l' 'arme verte'", *Politique étrangère*, c. 51, sayı 3, 1986, s. 771-783.

19 "Le gaz russe, arme d'intimidation en Europe centrale", *Le Monde*, 11 Eylül 2014.

20 "Guerre en Ukraine. La Russie coupe le gaz à la France et à ses voisins: quelles conséquences?", *Ouest-France*, 17 Haziran 2022.

21 Bu videoyu YouTube üzerinden izleyebilirsiniz: youtu.be/sVVM2AmvD5U

22 Tokyo Üniversitesi profesörlerinden Toru Okabe ile yapılan görüşme, 2011.

23 Özellikle Bkz. "Amid tension, China blocks vital exports to Japan", *The New York Times*, 22 Eylül 2010.

24 "Continental AG, Bosch push EU to secure access to rare earths", Bloomberg, 1 Kasım 2010.

25 Bayan Clinton şöyle diyordu: "Ülkemiz kadar başka birçok ülke de başka tedarik kaynakları üzerinde çalışmamız gerektiğinin farkında. Yaşadığımız bu olay uyarı sinyali oldu bizim için." "Clinton hopes rare earth trade to continue unabated", Reuters, 28 Ekim 2010.

26 Stratejik Metaller Komitesi (Le Comité pour les métaux stratégiques) bakanlıklar, kamu kuruluşları, sanayiciler ve sanayi kollarını temsil eden meslek federasyonlarının yoğunlaştığı bir yer. Hammaddelerden sorumlu bakan komiteye başkanlık etmektedir (2023 yılında başkan, ekonomi, finans ve sanayi ile dijital egemenlik alanında bakanlık eden Bruno Le Maire'dir). 2022 yılında, stratejik maden cevherleri ve metallerin tedariği konusunda çeşitli bakanlık temsilcilerinden oluşan bir heyet kuruldu ve başbakana bağlı olarak çalışmaya başladı. Bu heyet COMES'e bağlıdır ve bu kuruluşun sekreterliğini yerine getirmektedir. Bkz. "Décret n° 2011-100 du 24 janvier

2011 portant création du comité pour les métaux stratégiques (COMES)" ve "décret n° 2022-1550 du 10 décembre 2022, relatif à la délégation interministérielle aux approvisionnements en minerais et métaux stratégiques", Légifrance sitesinden okunabilir.

27 John Seaman ile yapılan görüşme, Institut français des relations internationales (IFRI) bünyesinde araştırmacı, 2015.

28 Terbiyumun kilogramı iki yıl önce on kat ucuzken, hızla 2.900 avroya satılır oldu. Kaynak: "Rhodia renouvelle ses filons de terres rares", *L'Expansion*, 2 Kasım 2011. Disprosyumun kilogramı ise 2011 ortalarında astronomik bir fiyat olan 3.000 dolar civarındaydı, başka deyişle 2003 yılına kıyasla yüz kat pahalıydı. Kaynak: "Les matières premières comme enjeu stratégique majeur: le cas des 'terres rares'", Bureau des ressources géologiques et minières (BRGM) [Jeolojik ve Maden Araştırmaları Bürosu] mineral hammaddeler ekonomisti, jeolog M. Christian Hocquard tarafından yapılan sunum, Orleans, 23e Rendez-vous de la mondialisation: Matières premières, métaux rares, ressources énergétiques, Centre d'analyse stratégique, Paris, 5 Ekim 2011.

29 General Electric yaptığı zamları doğrulamak için, "O zamanlar 2 dolara satılan bir fincan kahve evropiyum ile aynı enflasyonu yaşamış olsa bugün 24,55 dolara satılacaktı" der. Kaynak: "Rhodia renouvelle ses filons de terres rares", anılan makale.

30 OCDE tarafından yapılan bir araştırmaya göre Çin 2023 yılında alüminyum, antimon, bakır, nikel, fosfatlar, kalay, tungsten ve çinko ihracatından vergi almaktadır. Kısıtlamaları özellikle ana üreticisi olup ihracatı düşük olan bazı metallere ve nadir toprak elementlerine uygulamaktadır. Örneğin, dünyadaki vanadyumun %66'sını üretiyor ama dünya ihracatının ancak %11'ini gerçekleştirmektedir. Bunun aksine Avrupa ülkeleri, ABD ya da Avustralya hammadde ihracatında hiçbir kısıtlama uygulamamaktadır. Bkz. "Trade in raw materials, 2022 Edition", bu çalışmada uygulanan kısıtlamalar ülke temelinde haritaya geçirilmiştir: "Compare your country", OCDE.

31 *Apartheid* karşıtı ve insan hakları savunucusu Güney Afrikalı başpiskopoz Desmond Tutu'nun ortaya attığı bu kavram, ırkçılığı geride bırakmış, farklı ulusların kaynaşarak değil yan yana ve bir arada yaşadıkları bir Güney Afrika kurma idealini ifade eder – e.n.

32 Royal Bafokeng Holdings 2016 yılında, gelir kaynaklarını çeşitlendirmek için bu payı %6,3'e düşürdü, sonra da bütün hisselerini 2019 yılında Impala Platinum'a sattı. Bkz. "RBH Portfolio Investment Timeline", başlık: "Who we are", Royal Bafokeng Holdings (RBH) yatırım şirketi sitesinde, bafokengholdings.com, ziyaret tarihi: Temmuz 2023.

33 Semane Molotlegi 2020 yılında toprağa verildi.

34 Bafokengler elde ettikleri gelir sayesinde büyük ölçekli bir yatırım politikası uygulamaya başladılar; enerji, sigortacılık, telekomünikasyon, ilaç sanayisi, spor ya da inşaat ve kamu ihaleleri gibi çok çeşitli alanlarda şirket hisseleri satın aldılar. Royal Bakofeng Holdings tarafından açıklandığı üzere 2006 yılında 22 milyar Rand (yaklaşık 1 milyar avro), değerindeki portföyleri, 2021 yılında 46 milyar Rand (2,3 milyar avro) değerine ulaşmıştı. Girişimlerini daha da ileri taşıyarak "Vision 2035" adlı bir planı uygulamaya koydular. 2035 yılı platin çıkarımının doruğa ulaşacağı yıl olarak değerlendirilmekte-

dir. O tarihte platin ekonomisinden bağımsız sürdürülebilir bir model kurulacaktır. Bkz. Başlık: "What we do", Royal Bafokeng Holdings (RBH) sitesi, daha önce anılan yerde.

35 Bölgesel ölçekte, Zambiya ve Güney Afrikalı kabile şefleri, hatta Kongo Demokratik Cumhuriyeti (KDC) Başkanı Joseph Kabila bile 2019 yılına gelinceye kadar bu toprakları ziyaret etmişlerdi.

36 Ulan Batur hükümeti 2012 yılından itibaren madencilik dahil olmak üzere Moğolistan'ın stratejik sayılan bazı sektörlerinde yabancı yatırımları son derece sıkı biçimde kısıtlayan bir yasayı yürürlüğe koydu.

37 "L'Amérique latine balayée par le nationalisme dans le secteur des ressources naturelles", Kanada Merkez Bankası'nın web sitesi, 7 Temmuz 2022.

38 BHP Billiton 2023 yılında Kanada'daki yatırımlarını önemli ölçüde artırdı. Şirket Saskatchewan Eyaleti'nde Jansen'de bir potas madeni işletme çalışmalarını iyice hızlandırmış bulunuyor. PotashCorp ise 2017 yılında Agrium ile birleşti ve BHP Billiton ile ortaklık düşünüyor. Bkz. "BHP to speed up $5.7 billion Jansen potash mine", mining.com, 19 Temmuz 2022 ve "BHP open to potash partnership with Nutrien, leaves door open to new takeover attempt",*The Globe and Mail,* Toronto, 14 Mart 2023.

39 Sonuçta yaptığı duyuru özel yatırımcılar arasında fazla endişeye yol açtığı ve birçok madencilik şirketi yeni maden arama çalışmaları başlatmak amacıyla yeni fon arayışında bulunduğu için yönetim Mart 2023'te geri adım attı. Bkz. "Exclusive: Canada will not force Chinese state investors to divest stakes in Teck, First Quantum", Reuters, 8 Mart 2023.

40 Madencilik sektörü 2030 yılına kadar Suudi krallığı ekonomisinin üçüncü ayağını temsil edebilir. Bkz. "Ma'aden and Ivanhoe Electric to embark on milestone exploration program in Saudi Arabia", *International Mining*, 16 Mayıs 2023. Öte yandan, Suudi Arabistan 2023 yılında bakır, nikel ve lityum gibi kritik metaller başta olmak üzere uluslararası alanda madencilik sektörüne yatırım yapmak için 3 milyar dolarlık bir yatırım fonu oluşturdu. Bu fona yakın kaynakların bildirdiğine göre krallık önümüzdeki yıllarda 15 milyar dolara kadar yatırım yapmaya hazır. Bkz. "Saudi Arabia launches mining fund in effort to reduce oil dependency", *Financial Times*, 11 Ocak 2023 ve "Saudi's PIF emerges as lead bidder for $2.5 billion Vale base metals stake", mining.com, 20 Haziran 2023.

41 "Qatar fund raises stake in Xstrata", *The New York Times*, 23 Ağustos 2012. Xstrata 2013 yılında Glencore grubuyla birleşti.

42 "Qatar Mining à l'offensive en Afrique", *Africa Intelligence*, 1 Nisan 2014.

43 "Kazakhstan and Qatar sign investment agreements worth $625 million", *The Astana Times*, 14 Ekim 2022.

44 Yine bu konuda bkz. "Quand les États défient les groupes miniers", *Les Échos*, 13 Kasım 2017.

45 Endonezya Enerji Bakanlığı Maden Kaynakları Genel Müdürü Sukhyar Raden'le yapılan görüşme, 2015.

46 Bkz. "Export restrictions in raw materials trade: Facts, fallacies and better practices", OCDE, 1 Mayıs 2014 ve "Raw materials critical for the green transition. Production, international trade and export restrictions", OECD Trade Policy Papers n° 269, OECD, 11 Nisan 2023 tarihli raporda Grafik 4.1, s. 37.

47 OECD tarafından ülke bazında getirilen kısıtlamalar için bkz. "Trade in raw materials, 2022 edition", OCDE, *a.g.e.*

48 "Halkların ve ulusların zenginlikleri ile doğal kaynakları üzerinde süreli olmayacak şekilde hükümranlık sahibi olduğu"nu belirten ve 1962 yılında oylanan Birleşmiş Milletler'in 1803 (XVII) sayılı kararı bu konuda kendilerine yardımcı olmuştur.

49 Jack Lifton (Technology Metals Research) ile yapılan görüşme, 2016.

50 Korumacılık da büyük ölçüde Batı'nın ticari uygulamalarının bir sonucudur. Çin aynı zamanda, ticaret alanında Batılı devletler ve gruplar tarafından yürürlüğe konulan misilleme amaçlı tedbirlerin de hedefidir. Global Trade Alert (GTA) kuruluşuna göre 2009-2023 yılları arasında Çin aleyhine alınan misilleme amaçlı tedbirlerin sayısı iki kattan fazla artmıştır. Bu kuruluş 2022 yılında başka devletler tarafından Çin aleyhine en az 1.500 yeni tedbir alındığını belirtti. Bu tedbirlerin 617 tanesi ABD, 221 tanesi de Avrupa Birliği tarafından alınmış. Bkz. globaltradealert.org sitesinde "Countries" başlığı. Dünya Ekonomik Forumu bundan kaygı duyuyor. İsviçre merkezli bu vakıf maden kaynaklarının ticaretine yönelik engellemelerin artması karşısında 2030 yılına kadar dört muhtemel senaryo öngörüyor: İlk senaryo maden kaynaklarının dünya çapında az bulunur hal almasıdır; ikinci senaryo bu durum sonunda gelişmekte olan ülkelerin ekonomilerinin kırılganlaşmasıdır; üçüncü senaryo maden çıkaran devletlerin izlediği kendine yeterlilik politikalarının metal ithal eden ülkelerde kaynak sıkıntısı yaratmasıdır; dördüncü senaryo ise en stratejik kaynaklara erişebilmek için devletlerin askeri çatışmalar yaşamalarıdır. Bkz. The Global Risks Report 2023, *World Economic Forum*, Ocak 2023.

51 "Xi's visit boosts China's critical rare-earth sector", *Global Times,* 5 Mayıs 2019.

52 "Commentary: U.S. risks losing rare earth supply in trade war", *Xinhua Net*, 29 Mayıs 2019.

53 Bu konuyu daha derinlemesine ele alan şu bilgilendirici belgeseli tavsiye ederiz: *Le Monde selon Xi Jinping,* Sophie Lepault ve Romain Franklin (France, 2018, 75 dakika). Okuma tavsiyesi, *Dans la tête de Xi Jinping*, François Bougon, Solin-Actes Sud, 2017.

54 2021 yılında dünya çelik üretimi 1,9 milyar ton, nadir toprak elementi üretimi ise 290.000 tondu. Bkz. "Mineral Commodity Summaries, U.S. Department of the Interior", *U.S. Geological Survey*, Ocak 2023.

55 "Matières premières: le grand retour des stratégies publiques", *Paris Tech Review*, 4 Mayıs 2012.

56 Finans sektörünün emtia piyasalarında gittikçe artan rolünü anlamak için bkz. *Traders. Le marché secret des matières premières* adlı belgesel, Jean-Pierre Boris ve Jean Crépu (Arte France, 2014), transkriptten bir alıntıyı örnek verelim: "13 Mart 2000, internet balonu patlar. Nasdaq endeksi çöker. Finansla uğraşanlar bu pazarı terk eder ve yeni kazanç kaynakları aramaya koyulurlar. Gary Gorton ve K. Geert Rouwenhorst adlı Amerikalı iki iktisatçı bu meseleyi ele alır ve 'Emtia vadeli işlemleri hakkında gerçekler ve fanteziler' başlıklı bir rapor yayınlar. Bu rapora göre emtia yatırımı yapmak çok kârlıdır ve hisse senedi portföylerini çeşitlendirmekte kullanılmalıdır. Büyük bankalar raporun şifrelerini gayet iyi çözmüşlerdi. Emtia alanına giriyorlar."

57 Paladyum, kobalt ve molibdende de spekülasyon yaşanmıştı.

58 "Electric carmakers on battery alert after funds stockpile cobalt", *Financial Times*, 23 Şubat 2017. Aynı şekilde 2009 yılı sonunda fiziksel emtia yatırım araçlarıyla büyük miktarda indiyum da stoklanmıştı. Basına göre bunun amacı "bu küçük piyasayı kurutmak ve fiyatların patlamasına yol açmaktı." Bkz. "La Chine restreint ses exportations de matières premières stratégiques", *Le Monde*, 29 Aralık 2009.

59 BRGM bünyesinde maden cevherleri istihbaratı alanında analiz mühendisi olarak görev yapan Léane Verhulst'un analizi: "Les groupes de Lisbonne" sekmesi, "Étude du cas de la crise du prix du nickel au LME", başlık: "Clefs d'analyse des marchés de métaux" web sitesi: Minéral Info. Bkz. nikel fiyatlarının tarihçesini veren London Market Exchange sitesi: lme.com/Metals/Non-ferrous/LME-Nickel

5. Bölüm

Yüksek Teknolojilere El Koymak

Madencilik alanında tekel halini almak Pekin açısından kazanılan ilk zaferdi, ama Çin'in bununla yetinmeyeceği kısa sürede görüldü. Orta İmparatorluk bu zincirin ucuna, yani nadir toprak elementleri kullanan yüksek teknoloji sanayilerine göz dikti.

Süper-Mıknatıslar İçin Yaşanan Çatışma

Mıknatıs sektörüyle başlayalım. Mıknatıs imal eden Electron Energy Corporation'ın yöneticisi Peter Dent de bu sektörde çalışıyor. 2011 yılı Temmuz ayında şirket merkezinin bulunduğu Landisville'e (Pensilvanya) gittik.

Peter Dent bizi antrepolardan ayrı bir yere götürüyor. Burası neon lambaların solgun ışığıyla aydınlanan bir stoklama bölümü. Işıklar otomatik yanıyor: "Karşınızda nadir toprak elementleri!" diye haykırıyor Dent. Cilalı beton zeminde her yana saçılmış yeşilimsi varillerin içi gri ve hafif aşınmış düzensiz biçime sahip malzemelerle dolu. Samaryum örnekleri, gadolinyum bilyeleri ve ismini kesinlikle söyleyemeyeceğimiz bir sürü metal daha var. Bu malzemelerin peşinden dolaşmaya yıllarımızı verdik ama bugüne kadar bir tanesini bile görememiştik. Karşılarında Kara Sakal'ın hazinesi duran korsanlar gibiyiz. Nadir toprak elementlerinin bulunduğu bu depoda uzun süre dolanıp duruyoruz.

Hemen yandaki atölyeler ise daha da ilginç. "Burası da makine dairesi" diye etrafı tanıtıyor Peter Dent. Onlarca işçi müthiş bir gürültü içinde bütün gün küçük yuvarlak parçalar, içlerinde nadir toprak elementleri olan meşhur elektro-mıknatıslar imal ediyor. İşletmenin yönetici sözlerini şöyle sürdürüyor: "Son biçimlerini ve boylarını burada belirliyoruz. Her yıl bunların yüz binlercesi çıkıyor bu fabrikadan." Her şeyin en ince ayrıntısına kadar ayarlandığı, hiçbir aksaklık yaşanmaması gereken imalat süreci sonunda ortaya çıkan mıknatıslar önce fırından yeni çıkmış çörekler gibi tepsilere diziliyor, sonra da özenle araçlara istifleniyor.[1]

1970'li yılların ortasına kadar nadir metal elementleri sanayide bir avuç denebilecek kadar az kullanıma sahipti. Lüminofor özelliklerinden dolayı, nadir toprak elementleri çakmaklarda[2] ya da kamp lambalarında[3] kullanılıyorlardı. Renkli televizyon ekranlarının yükselişi bunların kullanım alanlarını genişletti.[4] Asıl nadir toprak elementli mıknatıslar altüst edecekti her şeyi. 1983 yılında ortaya çıkan bu teknoloji harikaları elektrik motoru kullanan, dolayısıyla çevreyi kirletmediği söylenen her donanımın vazgeçilmezi olarak karşımıza çıkmaktadır.[5]

Bir elektrik yükünün bir mıknatısın manyetik alanıyla karşılaştığında ortaya bir kuvvet çıktığı, bunun da mıknatısı harekete geçirdiğini biliyoruz. Geleneksel olarak mıknatıslar bir demir türevi olan ferritten imal edilmekteydi. Ancak yeterli bir manyetik alan üretebilmeleri için ağırlıkları kadar boyutlarının da hatırı sayılır derecede olması gerekiyordu. Bir uzman, "İlk cep telefonlarınızın tuğla kadar olduğunu unutmadınız değil mi?" diye şaka yapıyor. Bunun başka nedenleri de vardı ama esas sebep çok büyük bir mıknatısın gerekmesiydi...

Taşınabilir iletişim araçları açısından en hafif olma ama enerji açısından da en etkili olma yarışı böyle başladı. En hafif ve olabildiğince derli toplu motorlar gerekiyordu. Nitekim motorun ölçüleri düşürüldüğünde içinde yer alan nesnenin ağırlığı ve oranları da düşecekti. Böyle bir ilerleme hatırı sayılır derecede enerji tasarrufu sağlayacaktı.[6]

Bu ilerlemeyi modern elektroniği de altüst eden nadir metal elementleri sağladı. Bu süper mıknatısları farkında olmadan mutlaka kullanmışsınızdır, zaten mutfağınızda manyetik bir bıçak tutucu varsa kullanıyorsunuz demektir. Tek bir mıknatısın yirmi santimetre kadar uzun bir çelik parçasını yerçekiminden kopartıp duvarda nasıl tuta-

bildiğini hiç sormuş muydunuz kendinize?[7] Kesinlikle ferrit sayesinde değil, nadir toprak elementleri sayesinde. Bir sanayici heyecanla şöyle diyor: "Aynı güçteki bir nadir toprak elementli mıknatıs ferritli mıknatıstan yüz kat küçüktür. Bu da her şeyin minyatürleşmesi demektir. Nadir toprak elementlerinin işlevi nesneleri küçültmektir."[8] Bu sayede elektrik motorlarının gücü termik motorların egemenliğini sarsacak kadar gelişti. Yine bu sayede yenilenebilir enerjiye ve dijital teknolojiye geçiş de müthiş bir ivme elde etti.

İşte tam da bu esnada sorunlar baş gösterdi.

1980'li yılların sonundayız. Nadir toprak elementli mıknatıslar müthiş bir başarı elde etmişler, etrafı yıkıp geçiyorlar; dünyadaki bütün imalat sektörlerini sömürgeleştirmişler. Bu teknolojiyi uygulama patentini elinde bulunduran Hitachi elektronik grubu ve Japonya sanayi alanında inkâr edilemeyecek bir üstünlük kazanmış. O kadar ki Çin Nadir Toprak Elementleri Derneği başkan yardımcısı Chen Zhanheng'in hatırladığı gibi "Japonya bu teknolojinin Çin'e ihracatını yasaklamıştı."[9]

Getirilen bu teknolojik ambargo Çin'in şevkini kırmadı; nadir toprak elementlerinin neredeyse bütününe egemen olmakla yetinmeyip bu elementlerin nihai uygulamalarını mümkün kılan mucizevi teknolojiyi de kontrol etmek niyetindeydi Çin. Chen Zhanheng'e göre bunun altında yatan düşünce, "toprak minerallerinin katma değerinden kendi sanayilerinin yararlanması" idi. Bunun için her yol mübahtı.

Başta kurallara uygun olan yol benimsendi. 1980'li yıllarda mıknatıs imalatçılarının büyük çoğunluğu Japonya'daydı ve dünya ihtiyacının büyük kısmını sağlıyorlardı. Ama zamanla Çinli imalatçıların sözlerine kanmaya başladılar. Çinliler Japonlara en gelişmemiş mıknatısları imal etmeyi, onları bu aşağı düzey işlerle uğraşmaktan kurtarmayı önerdiler. Bir Avustralyalı uzman şunları anlatıyor: Çinliler, "Guangzhou'ya gelin! Aşağı düzey nadir toprak işletmelerini buraya taşıyın, bütün *low tech* işleri biz üstlenelim!" dediler.[10]

Başka deyişle Japonların elinde teknoloji vardı, ama Çinliler daha ucuz bir maliyet vaat ediyorlardı; bu da Japon sanayicilerin kâr marjlarını artıracaktı. Nitekim onlar da fazla duraksamayıp kabul ettiler bu öneriyi. O dönem Japon takımadalarında işsizlik yoktu, Yen güçlüydü, Japonlar da bunun yerinde olacağını düşündüler. İleride

bir gün tarih ders kitapları o günlerde dünyanın ikinci büyük gücü olan Japonya'nın rakibinde olmayan teknolojileri kendi eliyle teslim ettiğini yazacaktır.

Nadir toprak elementlerinin ucuza işlendiğini görüp heveslenen Fransız kimya devi Rhône-Poulenc de, daha önce gördüğümüz gibi, arıtma etkinliklerinin bir bölümünü Çin'e taşıdı. Bu amaçla 1990'lı yıllardan itibaren Çinli ortaklarla *joint venture*'lar [ortak girişimler] oluşturdu. La Rochelle sendikaları buna şiddetle karşı çıktı: Ayaklanma çıktı neredeyse, istihdamın Fransa'da kalması için dişiyle tırnağıyla mücadele etti insanlar... Ama o günlerde Rhône-Poulenc'in aklında başka meseleler vardı: İlaç bölümü özelleşecek ve ileride Aventis grubunu oluşturacaktı. Eski bir çalışan o günleri şöyle hatırlıyor: Şirket, "[kimya sektörünü ilgilendiren] Bu küçük etkinliğin stratejik ve jeopolitik yanını hiç kavrayamadı."[11] 1970'li yılların sonunda ileride kimlerle ortaklık yapılabileceğini araştırmak amacıyla birçok kez Çin'i ziyaret etmiş olan Rhône-Poulenc çalışanı Jean-Paul Tognet olan bitenleri şöyle anlatıyordu: "Ortaklarımız Batı'nın kendilerine tek yönlü teknik yardımda bulunmasını istiyorlardı. 'Bize ne varsa verin!' anlayışını benimsemişlerdi, kendilerini desteklememiz normaldi onlara göre, ama karşılığında biz bir şey istememeliydik."[12] Rhône-Poulenc'in kendi sırlarının hiçbirini açmadığını temin ediyor. Ancak Fransızlar başta olmak üzere Batılılar arıtma işini Çinlilere bırakıp ardından onların en sadık müşterileri haline gelerek piyasayı gümüş bir tepside sunmuş oldular.

Daha 1990'lı yıllardan itibaren önce Baotou bölgesinde, sonra da bütün ülkede alt düzey arıtma tesislerinin mantar gibi bittiği görüldü. Jean-Paul Tognet o günleri, "Nadir toprak elementleri bütün Çin'in altın yumurtlayan tavuğu oldu. Her yandan para fışkırıyordu, arıtma tesisi patronları da Lincoln'lerle dolaşıyordu!"[13] diye anlatıyor. Başka deyişle, Batı'nın teknik bilgisini taklit etmelerini, çok para kazanmalarını, kendi araştırma geliştirme (AR-GE) etkinliklerine yatırım yapmalarını, üretim zincirinin bütününü ele geçirecek şekilde ilerlemelerini sağlayacak sistemi rakiplerimize teslim etmiştik. O sıralar Çin'de yaşayan eski bir Rhône-Poulenc çalışanı olan Jean-Yves Dumousseau sözü dolandırmadan, "Rhône-Poulenc Çinlilerin kapıdan içeri adım atmalarını sağladı"[14] diyor.

Ne önemi olabilirdi ki! Rhône-Poulenc'tekiler yirmi yıl ileride olduklarından emindiler. Bu grup en önemsiz arıtma etkinliklerini terk etmesini, üretimin son aşamalarında daha ileri ara ürünler (özellikle de lüminoforlar) geliştirerek telafi etmeyi düşünüyordu. Ne var ki 1987 yılında grup kimyacılarından biri Çinlilerin şaşırtıcı derecede ilerlediklerini saptadı ve Rhône-Poulenc'tekilerin tadını kaçırdı: "'Ancak iki-üç yıl kadar ilerideyiz' dedim. Tam bir infiale sebep oldu bu sözlerim."[15] Zaman konusunda yanılmıştı sadece. Jean-Yves Dumousseau, "Çin'deki bütün arıtma tesisleri 2001 yılında bizimle aynı teknoloji düzeyine ulaşmıştı"[16] diyor. Jean-Paul Tognet ise bugün biraz da utanarak şöyle diyor: "Bu rekabet riskini belki de fazla uzun süre azımsadık. Çinliler devamlı maliyetleri düşürmek istiyorlardı, buna engel olamazdık! Bizler de müşteriler boğazımıza yapıştığı için çok düşük olan üretim maliyetlerinden faydalanmak istiyorduk... Bu durum bugün de devam ediyor."[17]

2023 yılında ancak birkaç tane nadir toprak elementi arıtılıyor La Rochelle'de. Ayrıştırma atölyeleri kapanmış, tesisin faaliyetleri altüst olmuş durumda. Grubun cirosu düşmüş; 1985 yılında 630 çalışanı varken bu sayı yarıya düşmüş.[18] Rhône-Poulenc (artık Solvay) en azından Fransa'daki istihdamı rahatlatabilecek yeni satış noktaları oluşturmakla övünebilir mi? "Bu etkinlikler bile Çin'deki fabrikamıza aktarılmıştı... Fiyat meselesi!" diyor Jean-Paul Tognet. Rhodia'nın Çinli ortaklarıyla bağlarını sürdürmesini sağlayan *joint venture*'lardaki hisselerini koruduğunu söyleyerek avunabiliriz. Belki, ama Tognet hınzırca söze karışıyor ve "Solvay kendini artık aynı zamanda Çinli bir kuruluş da sanıyor!"[19] diyor.

Çin'in uyanışı kaçınılamayacak ekonomik altüst oluşlara yol açtı, ama bu durumda kalkıp bir de Çin'e yardım etmek... Rakiplerimizin neler yapabileceklerini doğru değerlendirememek ve rantabilite peşinde koşmak işgücünün, çalışma birimlerinin, ama en önemlisi teknolojilerin aktarılmasını hızlandırdı.

Geliyorum Diyen Sanayisizleşmenin Güncesi

Olanları bu kadar göremememizin temelinde "büyüsel bir düşünme biçimi" yatıyor. Nitekim bilimsel alanda ebediyen üstün olduğu izlenimi Batı'da hep revaçta olmuştu. Bu felsefe 1980'li yıllardan itibaren eko-

nominin çeşitli alanlarına nüfuz etmişti: Ağır sanayi işletmelerimizi terk ederek çabalarımızı yüksek katma değerli imalat sektörlerine yoğunlaştırabilir ve güçlü kâr marjlarını sürdürebilirdik. Bazıları gelişmekte olan ülkelerin dünyanın fabrikası, jean pantolonların ve oyuncakların üretildiği fabrika olacağına, bizim de en kârlı segmentlerde kimseyle paylaşmadan var olacağımıza inandılar. Amerikan metalürji sanayisi sendikacılarından biri şu itirafta bulunuyor: "Çoğu insanın [Çin'in rekabetinin yol açtığı] sarsıntıların en niteliksiz işlerle sınırlı kalacağını düşündüğünü sanıyorum. Bu işin kahve fincanları üretiminin elimizden alınmasıyla kalmayacağını, ekonomide çok daha vahim sonuçlarla karşılaşacağımızı, en nitelikli işleri de kaybedeceğimizi anlayamadık."[20]

Buna bir de büyük ölçüde hizmet sektörünün ağır basacağı bir ekonomide sanayilerin ortadan kaybolacakları hayalini eklemek gerekir. Katma değerin başlıca yaratıcısı olan bilgiye ağırlık verilmeliydi. Daha önce söz ettiğimiz sanayisizleşme ütopyasını yankılayan bu amentü 2000'li yılların başında iş çevreleri tarafından yere göğe sığdırılamıyordu. O sıralar Alcatel-Lucent'in patronu olan Serge Tchuruk gibi çok sayıda Amerikalı ve Avrupalı sanayici de denizkızlarının büyüleyici "fabrikasız işletme" şarkısına kendini kaptırmıştı. Beynimizdeki gri maddeye üretim aracından çok değer biçildiğine göre, ilkini el üstünde tutmak, ikincisini de önemsememek gerekirdi. Bu mantık çözünüp dağılmaya vardı: Sanayiciler fabrikalarını bırakıp taşeronlaşmaya yöneldiler. Fransa'da vatandaşların kendi sanayilerinden soğumuş olmalarının ve ülkenin sanayi işletmelerine gönüllerinde yer vermemelerinin de bu eğilimi kuvvetlendirdiğini belirtmemiz gerekir. Rhône-Poulenc bünyesinde çalışmış bir mühendis olan Régis Poisson şöyle diyor: "Meslek yaşamımın başlarında fabrikadaki bir işçi bir şey tasarladığı için ünlü olabilirdi. Sonra bir gün girişimci reddedilmeye başlandı, şirket imajı zedelendi. Günümüzde alt tabaka hiç hoşlanmıyor fabrikadan, kendilerini dışlanmış hissediyorlar fabrikada."[21]

Batılılar ile Çinliler ele ele yürüyorlardı demek ki. Ne var ki 2000 yılından itibaren Çinliler konvansiyonel olmaktan iyice uzak yöntemler kullanmaya başladılar: Nadir toprak elementlerine, fabrikalarını (ve sanayi sırlarını) Çin'e taşımamayı tercih eden mıknatıs imalatçılarını kısa sürede sarsacak olan ünlü kotalarını koymaya başladılar. Bunun üzerine üreticiler nadir toprak elementleri kıtlığı çekmeye

başlayınca her biri birbirinden kötü seçenekler arasında kaldı: Kendi ülkelerinde kalmak ve yeterince hammadde temin edememelerinden ötürü sanayi kuruluşlarını ağır aksak çalıştırmak ya da işletmelerini Çin'e taşımak ve gereken emtiaya hiçbir engelle karşılaşmadan ulaşabilmek.[22] Londralı bir analizci Japonların bu ikilemde fazla uzun kalmadığını belirtiyor: "Hammadde açlığı çekiyorlardı, teknolojilerini alıp Çin'e taşındılar."[23]

Direnmekte ısrar edenlere ise Çin acımasız davrandı: Metal cevheri fiyatlarını altüst etti; öyle ki Ohio Senatörü Sherrod Brown, daha 2011 yılı gibi eski bir tarihte bile ateşli bir konuşma yapıp öfkesini ifade etmişti: "Çin yapay bir kıtlık yarattığı gibi bir de ihracata kota koyuyor; böylece uluslararası fiyatlar yükseliyor, ama kendi ülkesinde fiyatları düşük tutuyor! Çin bu kadar arsızca hileler yaparken biz nasıl rekabet edebiliriz?"[24] Bu gözlem 2022 yılında Florida Eyaleti'nde Cumhuriyetçi Parti Senatörü Marco Rubio tarafından da aynı derecede şiddetle dile getirilmişti. Üstelik Rubio bu sözlerinden birkaç ay önce nadir toprak elementlerinin dönüştürülmesi sektörünü yeniden ABD topraklarına almaya yönelik bir yasa önerisinde bulunmuştu.[25] ABD finansçılarından oluşan bir dinleyici kitlesi karşısında M. Rubio şöyle diyordu: "Nadir toprak elementleri [...] ABD'de asla çıkarılamayacak ya da işlenemeyecek, çünkü Çinliler buna asla izin vermeyecekler. Bu sadece ticari bir kararsa, biz ne fiyat verirsek verelim onlar hep daha düşük bir fiyat verecektir. Bu gerçekle yüzleşmemiz gerekir."[26]

Adil olmayan bir oyun bu ama Çin bu sayede başka ülkelerdeki mıknatıs üreticilerinin büyük çoğunluğunun çanına ot tıkadı. 1990'lı yılların sonunda Japonya, ABD ve Avrupa mıknatıs pazarının %90'ını kendinde toplarken, günümüzde Çin dünya üretiminin %92'sini karşılamaktadır.[27] Kısacası Çin'in maden cevheri üretimi üzerinde kurduğu tekel, "biz kaynak verelim siz de teknoloji verin" şantajı ile üretim sınırlarını aşıp madenlerin işlenmesi aşamasına aktarıldı. Çin sanayi zincirinin bir değil iki aşamasında da tröstleşti. Nadir toprak elementleri uzmanı Vivian Wu bu durumu şöyle teyit ediyor: "Hatta yakın bir gelecekte Çin'in değer zincirinin başından sonuna kadar entegre bir nadir toprak elementleri sanayisine sahip olacağını düşünüyorum."

Aslında bu dileğin şimdiden kısmen gerçekleştiğini, İç Moğolistan'da Baotou kentinde özellikle somutlaştığını söyleyebiliriz.

Nadir Toprak Elementlerinin "Silikon Vadisi"

Dünyanın nadir elementler başkenti Baotou'da, zehirli atık gölleri ve sakinlerinin yavaş yavaş ölmekte olduğu kanser köyleri gibi olayların içyüzünü daha önce gördük. Şimdi de parıltılı vitrinini keşfetme vakti artık.

Günlerden cumartesi. Camdan yapılma zarif kuleler maden çölünde göze çarpıyor. Ardından, ovaya gece çöktüğünde "bozkırın küçük Dubai"si çevredeki engebelerin, kayalıkların karanlık soğuğunu engelleyen ışıklı panolarla donanıyor. Hava artık kobalt maviye dönmüş; küçük kırmızı ışıklarla alev alev. Ana cadde Jianshe Road, vitrinlere bakmaya ve yaya sokaklarındaki hoş kokulu restoranlar arasında dolaşmaya gelenlerle doluyor yavaş yavaş. Her tarafta bir zafer ve fetih havası hüküm sürüyor. Gelip geçenlerin yüzlerindeki kendinden memnun gülümsemeden ya da masalsı kaderine inanmış fetihçi bir kentin simgeleri olan, üzeri plastikle kaplı brandalara sarılı binalara bakıp kestirebiliyoruz bu havayı.

2011 yılı Ekim ayında her ulustan seksen kadar iş insanının bir araya gelmesi için gayet uygun, cennet gibi bir ortam. Çinli yetkililerin daveti üzerine nadir toprak elementleri konusunda bir konferansa katılacaklardı.[28] Çinliler davetlileri büyülemek istiyor elbette: Heyet üyeleri kent merkezine ve yemyeşil parklarına tepeden bakan lüks bir otelde gayet rahat süit odalara yerleştirilir. Bu önemli gün uğruna gökyüzü bile bulutsuzdur...

Konferans salonunda Baotou Ekonomik Kalkınma Bölgesi'nden sorumlu Çin üst düzey devlet görevlisi olan Sun Yong Ge coşkuyla konuşuyor: "Baotou nadir toprak elementlerinin dünya başkentidir! Teknolojik sanayiler baş tacımızdır, kendilerine fiilen ihtiyaç duydukları bütün cevherleri sağlayabiliriz!"

Nitekim kent teknolojiyi kalkınmasının temel taşı haline getirmiştir. Yakın çevresi üzerinde sahip olduğu güç ise Çin'in nadir toprak elementleri yataklarına sahip olması ve bunları istenen miktarda sağlayabilmesidir. Sun Yong Ge sözlerini teyit etmek için, "Basit birer hammadde tedarikçisi değil, işlenmiş ürünler tedarikçisi olmak istiyoruz" diyor. Eski sömürgeciler gibi, bu ülkeye gelip kaynakları işlemek, sonra da kendi ülkelerinde katma değer yaratmak isteyen Batılı işletmeler artık hoş karşılanmıyor Baotou'da. Buna karşılık, diyor Sun Yong Ge "dönüşüm sektöründe yer alan ve teknolojilerini Çin'e taşımak isteyen işletmelere çok açığız."

Maden cevheri temini konusunda sağlanan kolaylıkların cazibesine kapılan ya da buna zorlanan çok sayıda yabancı sanayici kent dışında 120 kilometrekarelik bir arazide kurulmuş serbest bölgeye daha şimdiden yerleşmiş durumda. Serbest bölgedeki varlıkları sayılar tarafından da teyit ediliyor: Sun Yong Ge'ye göre Baotou her yıl 30.000 ton manyetik toz üretiyor; bu malzeme nadir toprak elementli mıknatısların imalatında kullanılıyor (günümüzde bu sayı 50.000 ton düzeyinde, ama 2025 yılında 100.000 tona ulaşacağa benziyor[29]). Daha sonra, heyet üyelerinden fabrikaları ziyaret etmeleri rica ediliyor, ama gazeteciler içeri alınmıyor. Biz de Jean-Yves Dumousseau'nun yanına küçük bir kamera veriyoruz; getirdiği görüntüler ne kadar ciddi bir durumla karşı karşıya bulunduğumuzu doğruluyor. Videoyu izlerken bir yandan da yorumluyor Dumousseau: "Burası bir mıknatıs fabrikası, hani şu iPhone ve iPad'lerinizde gördüklerinizden! Çinliler Avrupa bilgi ve becerisinden kopyaladıkları bu teknolojileri elde etmek için muazzam meblağlar harcadılar."[30]

Çinliler mıknatıs fabrikalarının kendi ülkelerine taşınmasını sağlamakla bütün bu zincirin aşağıda kalan halkalarını, yani mıknatıs kullanan sanayi kuruluşlarının Baotou serbest bölgesine taşınma sürecini de hızlandırdı. "Artık elektrikli arabalar, lüminoforlar ya da rüzgâr türbinleri imal ediyorlar. Bütün katma değer zinciri yer değiştirdi!" diye teyit ediyor tanığımız. Sun Yong Ge ise buna, "10.000 ton polisaj malzemesi, 1.000 ton katalizör olarak kullanılan cevher, 300 ton da ışık yayan malzemeyi eklemek gerekir" diye övünüyor.

Baotou artık sıradan bir madencilik bölgesi olmaktan çıkmış; Çinliler buraya nadir toprak elementlerinin "Silikon Vadisi" adını takmışlar. Haksız da değiller! 2023 yılı itibarıyla bu kentte 8.500'den fazla işletme yer alıyor; bunun yüz kadarı da nadir toprak elementleri konusunda uzmanlaşmış.[31] Bu sanayi bölgesi üst düzey donanımları imal ediyor ve yılda 7,5 milyar dolar gelir sağlayan yüz binlerce ücretliyi istihdam ediyor.[32]

Çin otuz yıl önce "21. yüzyılın petrolünün" yükünü sırtlamaya karar vermekle gerilemekte olan imalathanelere öncelik vermediği gibi *high-tech* sektörüne de sırtını dönmedi, hatta tam tersini yaptı. Kaynaklar konusunda Batı ile çarpışma kararı vermekle bir kuşak sonra *green tech* ve dijital sanayilerin üst düzey ürünlerine göz dikebildi.

Nadir metaller tek tük ambargo kararıyla karşımıza gelen kota koyma politikasına hizmet etmekle kalmıyor. Operasyonun ikinci aşaması çok daha iddialı: Çin bütünleşik ve kendine yeter bir ağ kuruyor ve bu ağ kömür ocaklarında çalışanların arşınladığı madenler kadar birden çok diplomaya sahip mühendislerle dolu ultra modern fabrikaları da kapsayacaktır. Bundan daha meşru bir şey olabilir mi? Çin'in üretim zincirinin alt kesimlerini de kapsamaya yönelik siyaseti Bourgogne veya Bordeaux'lu bağ sahiplerinin şarap stratejisinden çok şey almış... Avustralyalı bir uzmanın dikkat çektiği gibi, "Fransızlar üzüm değil, şarap satıyorlar, değil mi? İşte Çinliler de nadir toprak elementlerinin biraz sizdeki üzüm bağlarına benzediğini düşünüyor."[33]

Bu ürün niteliğini yükseltme stratejisi nadir toprak elementleri ile sınırlı değil. Daha 1990'lı yıllarda bile makine aletleri imalatında uzmanlaşmış Alman KOBİ'lerinin (o meşhur "*Mittelstand*") üzerinde müthiş bir tedirginlik rüzgârı esmişti. Basit freze makineleri ya da birbirine çok ileri düzeyde bağlantılı talaşlı imalat tezgâhları olsun, makine aletleri fabrikalardaki işleri otomatikleştirmeye yararlar. İnsanların yerine adım adım robotları koyarak Alman sanayi sektörünün rekabet gücünü korumasını sağladılar; öyle ki bu sektör günümüzde Almanya'nın GSYİH'sinin neredeyse dörtte birini oluşturuyor hâlâ.[34]

Ne var ki sanayide kullanılan robotlar inanılmayacak kadar yüksek miktarda tungstene ihtiyaç duyarlar. Çin'in hep bol miktarda ürettiği, ama dünyanın başka yerlerinde de alternatif madenlerden elde edilebilecek bir cevherdir tungsten; bu da sanayicilerin tedarik sorununun çeşitlendirmeyle çözülebileceğinin teminatıdır. Avustralyalı bir uzmanın hatırladığı kadarıyla 1990'lar boyunca Çinliler kendi kesici araçlarını, "birkaç havalı matkap, düz matkap... boktan aletler"[35] imal ediyorlardı, ama daha o zamandan bütün katma değer zincirini yeniden düzenlemeye niyetliydiler. "[1985 ile 2004 arasında[36]] Tungsten fiyatlarını düşürmeyi amaçladılar. Bu sayede, en uygun fiyata hammadde tedarik etmek isteyen Batılıların artık sadece kendilerinden satın alacaklarını, böylece rakip madenlerin kapanacağını umut ettiler."[37]

Bu işin nereye varacağını kestirmek zor değildi: Tungsten üretiminde tek tabanca halini alan Orta İmparatorluk hammadde şantajını tekrarlayacak ve Almanları da imalathanelerini kaynaklara en yakın yerlere

taşımaya zorlayacaktı. Böylece Çinliler kesme takımları sanayisinde Almanların bütün ileriliğini bir anda silmiş olacak, ardından *Mittelstand*'ın dayanağı olan makine aletleri alanını ele geçireceklerdi. Yüzyılın soygunu olacaktı bu! Ancak olacakları kestiren Almanlar Çin'e rakip olan tedarikçilerle (başta Rusya, Avusturya ve Portekiz, ama başkaları da var) anlaştılar. Avustralyalı uzman, "Alternatif madenleri devam ettirmek ve Çinlilere bağımlı olmamak için hammaddeyi daha pahalı almayı tercih ettiler"[38] diyor.

Hiç önemi yok. Orta İmparatorluk aynı manevrayı iyice baskın olduğu grafit piyasasına taşıdı. "En saf kömür" de denilen grafit ise grafenin üretilmesinde kullanılan cevherdir. Grafen de saç telinden bir milyon kat daha ince ama çelikten iki yüz kat daha dayanıklı bir nano-malzemedir ve kâşifleri fizikçiler André Geim ve Kostya Novoselov'a 2010 yılı Nobel Fizik Ödülü'nü kazandırmıştır.[39] Bu yeni kaynağın ne kadar muazzam pazarlar yaratacağını gören Çin, "üretim sisteminin daha aşağı düzeylerini geliştirmeye yönelik bir strateji uyguluyor" diyor Vivian Wu. Çin'in ticaret politikası iç pazara öncelik vermek ve kendi sanayi kuruluşlarını korumak amacıyla ihracata kota koyulmasını hatta teslimatın askıya alınmasını (kısa bir süre önce İsveç örneğinde yaşandığı gibi[40]) zaten içeriyor. Tehlikenin bilincinde olan Amerikalılar 2016 yılında Dünya Ticaret Örgütü'ne yeni bir şikâyette bulunmuş ve Pekin'i "bu hammaddelerin Çin dışındaki ülkelerde kurulu sanayi işletmelerine verilen fiyatları yükseltip, Çinli sanayicilere aynı hammaddeleri daha ucuza vererek Amerikalı üreticileri zora sokmakla" suçlamışlardı.[41]

Bu şarkıyı biliyoruz. Pekin'de görüştüğüm Çinli bir kadın gazetecinin açıkladığı gibi, artık molibden ve germanyum[42] için de aynı şarkı söyleniyor, üstelik 2009 ile 2020 arasında ihracat kısıtlamaları dokuz kat artırılan[43] lityum, kobalt ve manganez için de söylenecek. Bir Alman sanayici uyarıda bulunuyor: "Demir, alüminyum, çimento, hatta petrokimya ürünlerine bakın; bütün bu kaynaklarda hep aynı siyasetin uygulandığını görürsünüz."[44] Hatta Çin'de nadir cevherlerin alaşımından doğan yeni malzemeler olan kompozit malzemeler için de aynı politikanın işletileceği öngörülüyor. Peki ya Orta İmparatorluk pek kısa sürede dünyanın artık onsuz yapamayacağı mucizevi bir malzeme geliştirse ne olur? Bunu satmakta da sahip olduğu öteki kaynaklar gibi

pek cömert davranmayacağı kesindir... Dahası, Avrupa Birliği kritik cevherlerin kara listesini tutmanın yanı sıra tedariği tehdit altında olabilecek kritik alaşımların dökümünü de yayınlamalıdır.[45]

Batı başına gelenlerin adını koymaya başlıyor: Cevherleri kim denetlerse artık sanayiyi de denetleyecektir.[46] Çin'e olan bağımlılığımız başta kaynaklarla sınırlı olsa da bunlara bağlı olan teknolojik ve dijital geçişi içerecek şekilde genişledi. Nadir metaller konusunda uzman bir Amerikalı, "Askeri olmayan bir çatışmada mıyız? Tabii ki öyle"[47] diyor. Bu çatışmayı kazanıyor muyuz yoksa kayıp mı ediyoruz sorusuna da Fransız bir madencilik uzmanı şu can alıcı cevabı veriyor: "Bu çatışmaya girmedik bile!"[48]

Gayet anlaşılır biçimde, Çin'in izlediği strateji yeraltı kaynaklarına sahip başka birçok ülkeye de ilham veriyor. Bu, Cava Adası'nın merkezi, daha somut olarak Cakarta (Endonezya) için özellikle geçerli.

Endonezya Yeniden "Bağlantısızlar" Arasında

Dünyada 21. yüzyılın cehennemi metropolünü hangi kent simgeler diye sorsalar, cevap herhalde Güneydoğu Asya'daki bu dev takımadanın başkenti olurdu. Endonezyalıların tükettiği ve neredeyse bulaşıcı denebilecek Durian meyvesine gönderme yaparak "Büyük Durian" diye anılan bu kent keşfedilecek ya da ziyaret edilecek bir kent değil, başa çıkılması gereken bir kent. Otuz milyonluk bu yaşanması imkânsız megalopolün harekete geçirdiği tüm duyular arasında en önemlisi dokunma duyusu. Bu durum camdan ve betondan yapılma bu kenti durmadan dalga dalga dövüp yıpratan kalabalıklardan, moto-taksimizin ana arterleri dolduran otomobil yığınlarına sürtünmesinden kaynaklanıyor...

Güney ile kuzeyi ayırt etmek, herhangi bir nirengi noktası (bir kule, bir kavşak, bir ana eksen) tayin etmek mümkün olmadığından, kaosu anlatan krokiler kazımaya çalışıyoruz aklımızın bir köşesine: Bambulara dolanmış elektrik kablolarından bir demet, bir kavşağın köşesinde kaybolup gitmiş bir seyyar lokanta, lağım borularından boşalan sellerin ortasından geçen iki tekerlekliler, kenarlarında hindistancevizi ağaçlarının yükseldiği yolları istila eden sarmısak kokuları, viyadük üzerinden geçen trenin ahengi, iki bina arasında unutulmuş bakir bir orman parçası. Ve buna benzer şeyler...

2014 yılı kışında buraya gelmemizin amacını, birkaç gün sonra 400 kilometre daha kuzeydeki Bangka'ya indiğimizde kavrayabiliyoruz aslında. Uçaktan bakıldığında Paris bölgesi kadar geniş bir alanı kaplayan bu adanın kraterlerle kaplı olması bir göktaşı yağmuruna hedef olduğu izlenimi uyandırıyor. Bu kraterler aslında kalay ocakları; diplerinde de binlerce küçük el çalışıp gayet bereketli bir karaborsayı ayakta tutuyor. Bir de üzerlerinde ahşaptan yapılma binlerce küçük evin yüzdüğü açık deniz maden ocağı var. Bu evlerdeki gençler ağızlarına kompresörle hava basılan sıradan bir hortumu alıp yaklaşık yirmi metre derine dalıyor, zemini tarıyor, uydurdukları bir motor sayesinde kumu yukarı, yüzeye çekiyor, yerleştirdikleri küçük bir elekle de cevheri kaba malzemeden, kumdan ayırıyorlar.

Bangka dünya kalay üretiminin ana merkezi. Gümüş grisi bu metal, yeşil teknolojiler ve modern elektronik (güneş panelleri, elektrikli bataryalar, cep telefonları, dijital ekranlar vb.) açısından elzemdir.[49] Dünyada her yıl 300.000 tondan fazla kalay çıkarılmakta. 2021 yılı itibarıyla dünya üretiminin hemen hemen dörtte birini[50] karşılayan Endonezya nadir metal sayılmayan bu *high-tech* maden cevheri ihracatında dünyada ikinci sırada yer alıyor. Bu ülkede yaşayanlar böyle harika bir kaynaktan neler kazanabileceklerini kısa sürede anlamışlar. Endonezya'nın önde gelen madencilik gruplarından PT Timah'ın açıkladığı üzere 2003 yılında "kalay ambargo koyulan ilk maden cevheri olmuştur."[51]

Uzun, çok uzun bir dizinin ilk aşaması bu... 2014 yılından itibaren Endonezya'nın kumdan nikele, elmastan altına kadar bütün maden kaynakları artık işlenmemiş halde ihraç edilemiyor; Endonezyalı yetkililer, "Şimdi cevher halinde satmadıklarımızı yarın mamul madde olarak satacağız" diyorlar. Bu siyaset Çin'de olduğu gibi burada da zenginleşme yolunda müthiş bir kaldıraç işlevi görmüş. Katma değer böyle korunmuş olsaydı, bazı hesaplamalara göre, kalay ve bakırda yedi, boksitte on sekiz, nikelde de yirmi kat fazla kazanç sağlanırdı.

Endonezyalılar Çinlilerin şemasını tekrarlamakla kalmadılar: Bir finansal milliyetçilik tohumu atarak yenilik de yapmış oldular. Cakarta 2013 yılında kalay fiyatlarını belirlemek için, dünya metallerinin fiyatlarını en önemli borsa olan Londra Metal Borsası'ndan (LME)

etkilenmeden belirlemek için Endonezya Emtia ve Türevleri Borsası (ICDX) adıyla kendi borsasını kurdu. Kalay fiyatlarının düzenli olarak manipüle edildiğini savunan ICDX'in genç yöneticisi Megain Widjaja, "Amacımız fiyatları denetlemek ve istikrara kavuşturmak" diye açıklıyor durumu. Dolayısıyla bundan böyle Endonezya'dan ihraç edilecek kalay önce Cakarta Borsası'nda işlem görecek.

Bu politikanın sonuçları hâlâ tartışılmakla birlikte M. Widjaja'ya göre daha önceki yıllar %20 ila %30 arasında değişen kalay fiyatlarındaki volatilite 2016 yılında itibaren %8 dolaylarında seyretmektedir. Buna karşılık Londralı bir analiste göre LME tarafından belirlenen fiyatlar hâlâ ölçüt olmaya devam ediyor ve bu durum kısa sürede değişmeyecek.[52] Bununla beraber, "Endonezya çok özgün bir fikri uygulamaya başladı" demekten de geri kalmıyor. Takımada devleti olan Endonezya'nın benimsediği sanayi politikasını desteklemek için yol ağlarını, elektrik dağıtım altyapısını, liman, gar ve havaalanlarını geliştirmesi gerekiyor. Ne var ki bu tür yatırımları amorti edebilmesi ve uzun vadede gerçekleştirebilmesi için maden cevheri fiyatlarının yeterince yüksek ve istikrarlı olması gerekir.[53]

Endonezya kendini piyasaların görünmez eline teslim etmek yerine göğsünü şişiriyor, kaderi savuşturmaya kalkışıyor, borsanın mekanizmalarını doğrudan etkilemeye girişiyor. Bu hareket Asya'daki başka ülkelere de ilham verdi: Shanghai Futures Exchange 2015 yılında kalayı vadeli işlem yapılabilecek metaller listesine dahil etti.[54] 2016 yılında Malezya da aynı şeyi yaptı.[55] Başka borsalar da bakır, nikel ve çinko *trading* platformları kurdular.[56]

Bununla beraber, Endonezya'nın yeraltı kaynakları konusunda sergilediği milliyetçilik Çin'deki benzeri kadar başarılı olamadı. Bunun nedeni ise Cakarta'nın bu politikaya uygun araçları edinmemiş olmasıydı. Sanayide yaşanacak gelişmenin gerek duyduğu muazzam yatırımlar gecikti, ülkenin ticari dengesi bozulmaya başladı ve bütçe açığı arttıkça arttı. 2017 yılında Endonezya benimsediği stratejiyi yumuşatmak ve bazı maden cevherlerinin ihracatına yeniden izin vermek zorunda kaldı.[57] Hammadde fiyatlarının seyri de bu geriye çarkın bir başka nedeniydi. Nitekim, milliyetçi politikaların çoğu dünya "emtia süper-döngüsüne" girdiği sırada, yani 2000 yılında başlayıp on beş yıl süren, fiyatların müthiş yükseldiği dönemde uygulamaya koyulmuştu.

Bu piyasa verileri alıcılara zarar verdi, hammadde satan devletleri ise güçlendirdi ve onların milliyetçi içgüdülerini coşturdu.

Bu döngü 2014 yılında kesintiye uğradı. Üretici devletler ile tüketici devletler arasındaki ticari güç ilişkileri yeniden dengelendi ve üretici devletler sanayi zincirinin son aşamalarına yatırım yapmadan önce bir kez daha düşünmeye başladılar. Ne var ki Cakarta bu başarısızlık karşısında yılmadı ve 2020 yılına girerken dünyanın en büyük üreticisi olduğu nikel ihracatını yasaklayarak milliyetçi siyasetine geri döndü.[58] Açıklanan hedef şuydu: Alıcıları Endonezya takımadasına rafineri kurmaya zorlamak.[59] Bu strateji başarılı oldu; 2020 ile 2023 arasında Endonezya ve yabancı gruplar arasında toplam değeri 15 milyar doları bulan bir düzine kadar ticari anlaşma yapıldı. Bu anlaşmalar ya ham cevherin arıtılması (en başta da Fransız madencilik grubu Eramet'le yapılan anlaşma) ya da yerinde dönüştürülüp Çin'e (Çinli Zhejiang Huayou Cobalt grubuyla yapılan anlaşma) ihraç edilmesini öngörüyordu. Hatta Endonezya topraklarında yerel olarak üretilen nikeli kullanan batarya üretimi bile (örneğin Güney Koreli LG Energy ile) öngörülüyordu.[60] Bu başarılardan güç alan Endonezya Haziran 2023'ten itibaren beş tane daha maden cevherinin (bakır, demir, kurşun, çinko ve anodik bakır çamuru) ihracatının daha yasaklanmasını düşündü, ama bu kararı ertesi yıla erteledi.[61] Bu milliyetçi politikaya tepki olarak Avrupa Birliği Endonezya'yı Dünya Ticaret Örgütü'ne şikâyet etti.[62] Pek önemi yok: "Güneyin topluca" OECD üyesi ülkeler kadar gösterişli biçimde tüketme isteği o kadar karşı konulmaz halde ki üç yüzyıllık Batı parantezi yakında yeni bir dünyanın ortaya çıkmasıyla kapanabilir.[63] Günümüzde bazı Batılı ülkeler gezegenimizin bütününe nekesliği, hatta kıt kanaat yaşamayı benimsetmek istiyor. Peki ama her öğün et yemek, şampanya içmek ve ailece Eyfel Kulesi'nin önünde resim çektirmek düşü kuran milyarca insana nasıl duyurabiliriz sesimizi?

Gelişmekte olan ülkelerin gözünde nadir toprak elementleri zenginliği ve getirdiği hazları sağlayacak birer imkândır. Nitekim birazdan göreceğimiz gibi bu fenomen dünyanın her yanında önlenemeyecek şekilde önem kazanıyor. Özellikle de Afrika kıtasında: Fas Milli Fosfat Ofisi (OCP) Başkanı Mostafa Terrab'ın vurguladığı gibi Afrika'da "kıtada yaşayanların kullanımına sunulmak üzere gübre imal edecek fosfat dönüşüm sanayi kuruluş aşamasındadır. Bunun başka sektörleri

de etkileyeceği pek muhtemeldir. Afrika'nın sanayileşmekten başka seçeneği bulunmamaktadır."[64] Bu sezgi 2009 yılında toplanan Afrika Birliği on ikinci zirvesinde savunulan "Afrika 2050 Madencilik Vizyonu"[65] ile tutarlıdır. Madenleri büyüme etkeni olarak kullanmak amaçlanıyor ama altta yatan neden katma değerden daha büyük pay almaktır. Bu konuda optimum sonuca ulaşmaktan uzaktayız elbette; Sahra Altı Afrika'nın maden üretiminin %80'den çoğu kıtadan ihraç edilmektedir.[66] Ancak Afrika'nın dünya gayri safi hasıla içindeki payının gittikçe arttığına baktığımızda bu eğilimin kaçınılmaz olduğunu anlarız. Üstelik bu sadece siyaseti ya da sanayiyi ilgilendiren bir gerçek de değil, maden kaynakları denilen küresel müştereklerin adil bölüşümü sorunu, ahlaki bir sorun haline geldi. Dünya Bankası gibi Batılı uluslararası kurumlar da zaten bu yönde hareket etmeye zorluyor kıtayı.[67]

DİPNOTLAR

Metalleri çok belirli, hassas oranlarda karıştırıp ergitmek, elde edilen alaşımı soğutmak, öğütmek, sıkıştırmak, piston kullanarak sıkıştırmak, ısıtmak ve yeniden soğutmak gerekir. Daha teknik açıklamalar için bkz. Sandro Buss, "Des aimants permanents en terres rares", *La Revue polytechnique*, sayı 1745, 13 Nisan 2010.

2 Bir çakmağın çarkını çevirdiğimizde çark çakmaktaşını çakar, bu da "mischmetal" denen ve nadir toprak elementlerinden imal edilmiş bir karışımdır. Ortaya çıkan kıvılcım fitilin ya da gazın ateş almasına yol açar.

3 Piknik tüpünün alevinden çıkan beyaz ışık gazdan değil, seryumdan kaynaklanır. Manşonun içi bu nadir toprak elementi ile kaplanmıştır; bu kaplama alevle temas ettiğinde beyaz renkli yoğun bir ışık, yani optimal aydınlatma sağlar. Bkz. CNRS'e bağlı Observatoire Midi-Pyrénées Büyük Seminerler dizisi çerçevesinde BRGM stratejiden sorumlu müdür yardımcısı Patrice Christmann tarafından 17 Eylül 2013 tarihinde verilen "Terres rares: enjeux stratégiques pour le développement durable" adlı konferans.

4 Ekranın iç yüzünü kaplayan nadir toprak elementleri katod tüpleriyle "uyarıldıklarında" renkli ışıklar yani görüntüler yayarlar. Europyum kırmızı rengi, terbiyum yeşil rengi verir.

5 Kimyasal formülleri SmCo5 et Sm2Co17 olan bu mıknatıslar samaryum-kobalt (Sm-Co) içeren mıknatıslardır, kimyasal formülü Nd2Fe14B olanlar da neodimyum denilen bir nadir toprak elementi, demir ve bor içeren mıknatıslardır. Bu mıknatıslar Sumitomo Special Metals'de çalışan Japon Masato Sagawa ve General Motors'tan Amerikalı John Croat tarafından icat edilmiştir.

6 Kalıcı mıknatıslı motorlar daha derli topludur; diğer tip elektrik motorlarından (indüksiyonlu ya da asenkron motorlar ve bobinli rotora sahip senkron motorlar) daha yüksek (%96) randımana sahiptir. Bkz. "Moteurs électriques: pourquoi le synchrone à aimants permanents domine l'automobile", *L'Usine nouvelle*, 12 Nisan 2021.

7 Elektrodinamik trenler de aynı ilkeye dayanarak çalışır. Bu trenler niobyum-titanlı kalıcı mıknatıslara sahiptir. Yüzleri trenin alt zeminine bakacak şekilde bakır bobinler yerleştirilmiştir. Tren geçerken yaratılan elektromanyetik alanlar kalıcı mıknatısların supra-iletken özellikleri sayesinde tren yerden yükselmektedir. Ne var ki mıknatısların supra-iletken olabilmesi için -269 °C kadar soğutulmaları gerekir; oysa soğutma işlemi müthiş enerji tüketir. Günümüzde Çin daha yüksek ısıda (-200 °C) çalışabilen, dolayısıyla daha az enerji tüketen supra-iletken mıknatısların kullanıldığı prototipler üzerinde çalışıyor. Bkz. J. Antony ve diğ., "A review on magnetic levitation vehicles", International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD), Kasım 2021 ve "Is this Chinese prototype the shape of maglev train tech to come?", *South China Morning Post*, 13 Ocak 2021.

8 Jack Lifton (Technology Metals Research) ile yapılan görüşme, 2016. l'École nationale supérieure d'arts et métiers bünyesinde elektrik mühendisliği bölümünde okutman, elektrikli taşıtlar ve mobilite master programı yöneticisi Philippe Degobert'e göre ferritten yapılan bir mıknatıs samaryumdan yapılandan 7 kat, neodimyumdan yapılandan ise 10 kat güçsüzdür.

9 Chen Zhanheng ile yapılan görüşme, 2016.

10 Madencilik ve enerji sanayilerinde uzmanlaşmış, hisse senetleri konusunda şirketlere araştırma ve danışmanlık hizmeti sağlayan Hallgarten & Company yöneticisi Chris Ecclestone, 2016.
Régis Poisson, "La guerre des terres rares", *L'Actualité chimique*, sayı 369, Aralık 2012.

12 Jean-Paul Tognet ile yapılan görüşmeler, 2016 ve 2017.

13 *A.g.y.*

14 Jean-Yves Dumousseau ile yapılan görüşme, 2016.

15 Bkz. Régis Poisson, "La guerre des terres rares", anılan makale.

16 Jean-Yves Dumousseau ile yapılan görüşme, 2016.

17 Jean-Paul Tognet ile yapılan görüşmeler, 2016 ve 2017.

18 *A.g.y.* La Rochelle üretim biriminde 2023 yılında 320 kişi çalışmakta ve her yıl nadir toprak elementi içeren 10.000 tondan az ürün ortaya koyulmaktadır: Termik motorlu taşıtların katalitik konvertörleri için kullanılan malzeme, yüzeylerin ince polisajında kullanılan tozlar (elektronik endüstrisi, ekran camları imalatı, hassas optik ya da mücevhercilikte) ve gadolinyum oksitleri (tıpta manyetik rezonans görüntüleme [IRM]) kullanarak organları görüntülemek üzere hastaya zerk edilen kontrast maddede. Bkz. "Données clés" ve "Nos produits" dans "Implantations": "La Rochelle", Solvay France internet sitesinde: solvay.fr/implantations/la-rochelle.
2023 yılında, Avrupa ve ABD'de üretime hâkim olmak kaygısı öne çıktı. Birçok işletme katma değer üretme zincirlerini alta doğru harekete geçirmeyi hedefliyor. Solvay örneği bunu gösterir: Grup 2022 yılında elektrikli araç, yenilenebilir enerjiler ve dijital teknoloji pazarında kullanılmak üzere nadir toprak elementli mıknatıs üretmek amacıyla La Rochelle'deki tesislere önemli yatırımda bulunacağını açıkladı. Grup elektrik bataryaları için katı elektrolitikler üretmek amacıyla La Rochelle'de ilk üretim birimine (bu birim aynı yıl açıldı zaten) 20 milyon avrodan fazla yatırım yaptı. Katı elektrolitli bataryalar (lityum, fosfor, kükürt ve germanyum ya da silisyumdan oluşur) elektrikli taşıtlar açısından büyük umut vaat ediyor: Daha güvenliler ve şimdiki Lityum-İyon bataryalardan daha çok dayanıklılar. Bkz. "Solvay investit à La Rochelle en vue des batteries solides et diversifie ses produits de terres rares", *L'Usine nouvelle*, 12 Eylül 2022 ve "Voiture électrique: la révolution incertaine des batteries solides", *Les Échos*, 8 Haziran 2022.

19 Jean-Paul Tognet ile yapılan görüşmeler, 2016 ve 2017. Solvay 2022 yılı itibarıyla birçok ülkede faaliyet gösteren ve %53'ü Avrupa dışında olmak üzere 22.000 çalışanı olan bir çokuluslu şirkettir. Grup Çin'de 15 bağlı kuruluş ve 9 sanayi işletmesine sahiptir; dünya çapında ise yüz kadar sanayi tesisine sahiptir. Grup açısından Çin piyasası çok önem taşımaktadır; grubun 2022 yılı satışlarının %11'i Çin'e, %24'ü de Avrupa Birliği'nedir. Solvay Çin ile bütünleşmiş zaten, 2022 yılında birçok ödül kazanarak öne çıktı: Düşük karbon salımı ödülü, "işyerinde uyumlu ilişkiler kurulması ülke ödülü" (*national award for harmonized labor relations*) bunlardan bazılarıdır. Bkz. "Solvay recognized as a top performing company in Chinese carbon neutrality awards", basın bildirisi, Solvay, 3 Mayıs 2023.

20 United Steelworkers (USW) görevlisi Jim Robinson ile yapılan görüşme, 2011.

21 Rhône-Poulenc bünyesinde çalışmış bir mühendis olan Régis Poisson ile yapılan görüşme, 2013.
22 Özellikle de bkz. Régis Poisson, "La guerre des terres rares", anılan makale.
23 O sırada metaller ve maden cevherleri pazarında uzmanlaşmış danışmanlık şirketi Roskill bünyesinde çalışan bir analist olan David Merriman ile yapılan görüşme, 2016.
24 Kimliğinin açıklanmasını istemeyen bir Fransız sanayiciye göre, Avrupalı üreticiler ile Çinli üreticilerin alış fiyatları arasındaki inanılmaz fark 1'e 7 oranındaydı – Jean-Paul Tognet'ye göre bu oran açıkça abartılıdır.
25 "Obtaining national and secure homeland operations for rare earth manufacturing act", başka deyişle "ONSHORE manufacturing act" adı da verilen yasa tasarısı söz konusudur. Bu öneri ABD Senatosu'na Nisan 2022 tarihinde sunulmuştu.
26 "Rubio speaks on China at American Affairs Finance conference", basın bildirisi, Marco Rubio, Florida Senatörü, 7 Aralık 2022.
27 *Rare Earth Permanent Magnets. Supply Chain Deep Dive Assessment*, "U.S. Department of energy response to executive order 14017, 'America's Supply Chains'", U.S. Department of energy, Şubat 2022.
28 Nadir metalleri konu alan bunun gibi konferanslar Çin başta olmak üzere, dünyada düzenli olarak toplanmaktadır. Pekin'de yerleşik bir Çin şirketi olan Asian Metal her yıl ülkede bunun gibi birçok zirve düzenlemektedir (bkz. "About us", başlık "Events" web sitesi: asianmetal.com). Bir liman kenti olan Ningbo'da (Zhejiang Eyaleti), 2023 Mayıs ayında nadir toprak elementleri konulu bir zirve düzenlendi. Bu yerleşme dünyada nadir toprak elementli mıknatıs üreten başlıca kentlerden biri (her yıl 70.000 ton mıknatıs üretiliyor). Bkz. "Ningbo: The development trend of rare earth magnetic material industry cluster is obvious", Shanghai Metals Market, 18 Ağustos 2020.
29 Bkz. "Le marché des terres rares en 2022: filières d'approvisionnement en aimants permanents", *Minéral Info*, 4 Temmuz 2022 ve "Developping a supply chain for recycled rare earth permanent magnets in the EU", CEPS (Centre for European Policy Studies, Brüksel), 16 Aralık 2022.
30 Jean-Yves Dumousseau ile yapılan görüşme, 2011.
31 2023 yılı itibarıyla bu sanayi bölgesi 120 kilometrekarelik bir alan kaplıyor; buna bir de nadir toprak elementleri kullanılarak üretilecek yeni malzemelere ayrılan 80 kilometrekarelik bir sanayi parkını eklemek gerekir. Bkz. "Chine - Mongolie- Intérieure: les terres rares de Bayan Obo et Baotou, un enjeu technologique mondial", *Geoimage* - Centre national d'études spatiales (CNES), 25 Temmuz 2022. Aynı zamanda bkz. "Baotou Rare Earth High-Tech Zone: Optimize the characteristic industry and create a new highland of intelligent manufacturing", Shanghai Metals Market, 31 Ağustos 2021.
32 "Milestones of the Baotou Rare Earth High-Tech Industrial Development Zone in H1", Invest in China, 22 Temmuz 2022. Baotou'ya 2019 yılında *La Face cachée des énergies vertes* (1 saat 28 dakika, *Arte*, 2020) adlı belgesel filmimiz vesilesiyle yine geldik. Bu seyahatimizde yaptığımız çekimlerde, Çin resmi basını tarafından da teyit edildiği gibi bu yerleşmenin yaşam düzeyinin çok yükseldiği görülmektedir: 2021 yılında kentin GSYH/gayri safi yurtiçi

hasılası 2012 yılının iki katına çıkmış ve 329,3 milyar yuana varmıştı (o tarihte 46,95 milyar dolara denk). Bkz. "Economic aggregate of Baotou continues to increase", *China Daily*, 20 Eylül 2022.

33 Curtin Üniversitesi (Avustralya) profesörlerinden Dudley Kingsnorth ile yapılan görüşme, 2016.

34 Bkz. "Germany: Share of economic sectors in gross domestic product (GDP) in 2022", *Statista*, Şubat 2023. Sanayi robotları günümüzde Almanların başı çektiği akıllı ve ileri düzeyde bağlantılı geleceğin "4.0 fabrikaları"nın temel taşıdır. Almanların makine aletleri sanayisi 2021 yılında 12 milyar avroya yakın değer üretti, üretiminin %60'ından fazlasını, yani 8 milyar avro değerinde ürün ihraç etti ve 70.000 dolayında ücretli istihdam etti. Bu sektör ulusal ekonominin çok önemli bir ayağıdır. Bkz. Market Report 2021, *Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken* (VDW), Haziran 2022.

35 Chris Ecclestone ile yapılan görüşme, 2016.

36 Daha kapsamlı bilgi için bkz. BRGM kamuya açık rapor, "Panorama 2011 du marché du tungstène", Temmuz 2012. Tungstenin dünya pazarı konusunda daha genel bilgi için bkz. la fiche de criticité "Tungstène-W", BRGM, Aralık 2022 (bkz. Minéral Info adlı site).

37 Chris Ecclestone ile yapılan görüşme, 2016.

38 *Mittelstand* belki muharebeyi kazandı ama harbi kazanamadığı kesin: Çin Kuka gibi bazı Alman sanayi robotiği yıldızlarına göz dikmiş durumda. Bkz. "Allemagne: le "Mittelstand" face à l'offensive chinoise", *Le Monde*, 4 Haziran 2016. Yine aynı konuda bkz. "En Allemagne, l'angoisse monte face à la vague d'investissements industriels aux États-Unis et en Chine", *Le Monde*, 5 Mayıs 2023.

39 Uygulandığı alanlar baş döndürücüdür: Grafen esnek gövdeli cep telefonlarına, içi görülebilen bilgisayarlara, çok güçlü nano-işlemcilere ya da organizmamıza yerleştirildiklerinde kanseri saptayabilen nano çiplere imkân verir.

40 "Why is China blocking graphite exports to Sweden?", *The Economist*, 22 Haziran 2023. Çin'in benimsediği bu ticaret politikası Stockholm'ün kendi topraklarında bir grafit maden ocağı açılma izni vermesini bir ölçüde açıklamaktadır. Bkz. "Talga's natural graphite mine in Sweden obtains environmental approval", *Mining Technology*, 6 Nisan 2023.

41 "United States expands its challenge to China's export restraints on keyraw materials", Office of the United States Trade Representative, 19 Temmuz 2016. 2023 yılına gelindiğinde Dünya Ticaret Örgütü yapılan bu şikâyet konusunda hâlâ karar vermemiştir. Şikâyet dilekçesi için bkz. DS508, sur le site de l'OMC (wto.org).

42 Metal Pages adlı medya kuruluşunun Pekin bürosu gazetecisi Daisy Chen ile yapılan görüşme, 2016.

43 "China leads rise in export restrictions on critical minerals, OECD says", *Financial Times*, 11 Nisan 2023.

44 Ginger International Trade & investment Pte. şirketinden Thomas Kruemmer ile yapılan görüşme, 2016. Çin'in çimento ihracatı 2016 yılında 18 milyon ton iken 2021 yılında 2,2 milyon ton oldu. Bkz. "Export volume of cement and cement clinkers from China between 2011 and 2021", *Statista*, Ekim 2022.

45 Talebi karşılayamayacak duruma düşebilecek "kritik süper mıknatıs" envanteri neden yapılmıyor? Bunu sorabiliriz pekâlâ, çünkü Washington'un tümleşik devrelere ambargo koyması karşılığında Pekin de nadir toprak elementli mıknatıs ihracatını askıya alabilecektir. Bkz. "China plans to ban exports of rare earth magnet tech", *The Japan News*, 5 Nisan 2023.

46 Doğal kaynaklar stratejisti Didier Julienne ile yapılan görüşme, 2016.

47 Jack Lifton ile yapılan görüşme, 2016.

48 Alain Liger ile yapılan görüşme, 2016.

49 "Tin: The secret to improving lithium-ion battery life", *Forbes*, 23 Mayıs 2012.

50 Bkz. *Mineral Commodity Summaries 2023*, United States Geological Survey, 2023.

51 PT Timah grubu iletişim sorumlusu Agung Nugroho Soeratno ile yapılan görüşme, 2014.

52 Bkz. International Tin Research Institute (Birleşik Krallık) analistlerinden Peter Kettle ile yapılan görüşme, 2016. Aynı konuda bkz. "Investors find they have no easy alternative to chaotic LME nickel trade", Reuters, 18 Mart 2022.

53 2021 yılında COVID sonrasında ekonomi yeniden yola girdiğinde fiyatlar da yeniden yükseldi ve volatilite iyice arttı. 2022 yılı Mart ayında tonu 50.000 dolara ulaştı, ama Ekim ayında %65 düştü, sonra da Aralık ayında 23.000 dolara çıktı. Bkz. "Le marché de l'étain en 2022", *Minéral Info*, Aralık 2022.

54 "Shanghai to match London metals as China seeks commodities sway", Bloomberg, 26 Mart 2015. Vadeli piyasa "futures" işlemlerinin yapıldığı bir türev pazardır. Fiyat istikrarsızlığından etkilenmemek için alıcılar ve satıcılar önceden belirlenen bir fiyattan bir malın gelecekteki satışı konusunda anlaşırlar.

55 "Bursa Malaysia Derivatives introduces futures tin contract", *The Star*, 29 Eylül 2016.

56 Böyle bir siyasetin dünya fiyatlarını kısa vadede etkileyebileceği kesin değildir.

Bununla beraber Peter Kettle "böyle bir platform olmasa Büyük Britanya'da gerçekleşecek işlemlerin yerel borsada işlem görmesi ile yerel aracıların kazançlı çıkacağını ve ilginç imkânlara sahip olacaklarını" belirtiyor. Dolayısıyla böyle borsaların kurulması ile bulundukları Asya metropollerinin finansal merkez olma statüsü güçlenebilecektir.

57 Nikel ve boksit. Bkz. "Indonesia eases ban on mineral exports", *Financial Times*, 13 Ocak 2017.

58 Endonezya 2021 yılında 1 milyon ton yani 2,7 milyon ton olduğu tahmin edilen dünya üretiminin yaklaşık üçte birinden fazlasını üretti. "Nickel" başlığına bkz. içinde: *Mineral Commodity Summaries 2023*, United States Geological Survey (usgs.gov).

59 "Investments in Indonesia's nickel industry", Reuters, 6 Şubat 2023.

60 *A.g.y.*

61 Endonezyalı sanayicilerin cevher işlemeye yönelik yeni fabrikalar geliştirmekte geç kalmalarını COVID-19 pandemisi bir ölçüde açıklamaktadır. Bkz.

"Indonesia relaxes June exports ban for five raw minerals", *Nikkei Asia*, 24 Mayıs 2023.

62 Dünya Ticaret Örgütü 2022 yılı sonunda ham nikel ihracatının yasaklanmasının kendi kurallarına ters düştüğünü teyit etti. Bkz. "WTO panel rules against Indonesia's export limitations on raw materials", Avrupa Birliği'nin basın bildirisi, 30 Kasım 2022. Endonezya'nın 2023 ve 2024 yıllarında yeni yasaklar koymaya yönelik şimdilik güçsüz kalan planları, zamanında Çin ve nadir toprak elementleri örneğinde görüldüğü gibi Dünya Ticaret Örgütü kararlarının ancak pek sınırlı ölçüde etkili olacağını düşündürüyor.

63 Hervé Kempf, *Fin de l'Occident, naissance du monde*, Seuil, 2013.

64 Cercle CyclOpe tarafından düzenlenen bir konferanstaki konuşmadan, Paris, 2016.

65 Bkz. referans belge "Africa Mining Vision", African Union, Şubat 2009 ve "The African Mining Vision: Transparent, equitable and optimal exploitation of Africa's mineral resources", Afrika Birliği aylık bülteni, 1 Eylül 2021. Afrika Madencilik Vizyonu Afrika Birliği tarafından koordine edilen ve "Agenda 2063" adı verilen daha geniş kapsamlı çalışmalar çerçevesinde yer alır. 2015 yılında başlatılan ve tarımın modernleştirilmesi, çevrenin korunması, demokrasinin yerleşmesi ya da suya ve enerjiye erişim gibi geniş alanları kapsayan bu program Afrika kıtasının toplumsal-ekonomik kalkınmasına yönelik çok iddialı bir stratejiye dayanmaktadır. Bkz. Second Continental Report on the implementation of Agenda 2063, African Union Development Agency, Şubat 2022.

66 Bkz. "Sub-Saharan Africa minerals exports by region in US$ thousand 2020", portail du World Integrated Trade Solution (WITS) sur le site de la banque mondiale (wits.worldbank.org).

67 Bkz. Dünya Bankası raporu: Africa's Resource Future: Harnessing Natural Resources for Economic Transformation during the Low-Carbon Transition, International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, 2023.

6. Bölüm

Çin'in Batı'yı Geride Bıraktığı Gün

Girdiğimiz yeni savaşı, hayal güçleri arasındaki bu çatışmayı tam manasıyla kavrayabilmek için şu meşhur nadir metallere ihtiyacımız var. Günümüzde uluslar en parlak zihinleri cezbetmek, en yenilikçi *start-up*'ları yakalamak ve dehalarının elçileri olarak kullanacakları en şaşırtıcı patentlere imza atmak için birbirleriyle yarışıyorlar. Yeni teknolojiler belirli bir toplumsal ve ekonomik modeli öne çıkarıp, dünyaya ilişkin belirli bir bakışa dikkat çekiyorlar. Çin bunu anlamış: Nadir metaller sanayisi konusunda benimsediği strateji sayesinde bilimsel atılımını destekliyor, halkının yaratıcı ruhunu teşvik ediyor ve Batı tarafından dayatılan referanslara alternatif bir uygarlık önerisinde bulunuyor.

"High-Tech Colbert'ciliğin" Çin'den Gelen Tarifleri[1]

Bilime öykünmenin kuramsal temelleri daha 1976 yılında atıldı. Deng Xiaoping o yıl Mao'nun tarıma dayalı emellerini bir kenara bıraktı ve bundan böyle "üretimin gücünü bilimden alacağını"[2] bildirdi. Bütün Çinli önderler bu görüşü benimsedi ve pekiştirerek sürdürdü. 2006 yılında "bilim ve teknolojilerin" "Çin'in gelişme stratejisinin belkemiğini"[3] oluşturduğunu ilan eden Hu Jintao da bunlardan biridir.

Yerine geçen Xi Jinping de 2020 yılında bilim konusunda düzenlenen bir sempozyumda en ileri düzey teknolojilerin stratejik boyutunu doğruluyordu: "Uluslararası düzlemde yaşadığımız yoğun rekabet karşısında ve gittikçe artan bir tek yanlılık ve himayecilik bağlamında [...], yenilik getirme becerilerimizi iyileştirmeye öncelik vermeli ve hep daha çok sayıda [bilimsel] atılım yapmaya çalışmalıyız."[4]

Bu sözler 2010 yılında düzenlenen 12. Beş Yıllık Plan'la somutlaştı. 2011-2015 dönemi için ekonomideki yönelimleri düzenleyen bu yol haritası yedi ileri teknoloji alanına öncelik tanınmasını[5] ve yedi ayrı teknolojik ufuk oluşturulmasını öngörüyordu. Beş yıl sonra hazırlanan 13. Beş Yıllık Plan (2016-2020) ise yenilik getirmeyi ve teknolojik ilerlemeyi yönlendirici ilke olarak benimsedi; 2021 yılında uygulamaya başlanan 14. Beş Yıllık Plan ise yeni malzemeler, yenilenebilir enerjiler, robotik, havacılık, uydu iletişimi ve elektrikli taşıtlar başta olmak üzere çok sayıda stratejik eksen belirledi.[6] Çin tarihinde o zamana kadar hiç odakta yer almayan bu kavramlar artık birer amentü halini aldı.[7]

Çin bu anlayışı pekiştirmek için kendi ekonomisinin inanılmaz rekabet gücüne dayandı: İç bölgelerden gelen ucuz işgücü; yuanın değerinin düşürülmesi sayesinde sermaye maliyetinin düşük olması; üretimi artırdıkça ortalama maliyetin önemli derecede düşmesini, yani ölçek ekonomisini mümkün kılan muazzam bir yurtiçi saha, yani Çin pazarının büyüklüğü.[8] Rakip işletmelerin üretim araçlarını taşımaları konusunda Pekin, ortaklıklarını, yani meşhur *joint ventures* silahını hayranlık verecek şekilde kullandı: Sanayiciler rekabet etmelerini sağlayacak, yukarıda bahsettiğimiz üç avantajın karşılığında teknolojik bilgi ve becerilerini, dolayısıyla patentlerini Çinlilerle paylaştılar. Çinliler bu işleme "yerli inovasyon" yani yabancı teknolojilerin özümsenmesi ve içselleştirilmesi adını verdiler.[9]

Bu stratejinin temelleri Çin hükümeti tarafından 2006 yılında yayınlanan sanayi politikasına ilişkin bir belgede açıklanmıştı.[10] Pekin'de yerleşik Amerikalı bir danışman alaylı bir edayla, bu belge için, "Ağzına kadar [...] güzel emellerle doluydu" ve halklar arasındaki "dostluğu ve uluslararası işbirliğini öven, süslü bir dille kaleme alınmıştı"[11] diyor. Aslında Çin bu belgede yerli inovasyonu, ithal edilen teknolojilerin yeniden işlenmesi ve uyarlanması yoluyla Çin teknolojilerini geliştirmekten ibaret bir etkinlik diye tanımlamaktaydı. Amerikalı

bir araştırmacı tarafından 2010 yılında hazırlanan bir rapor daha o zaman uyarıyordu: "Bu strateji birçok *high-tech* grubu tarafından daha önce eşi benzeri görülmedik türden bir teknoloji hırsızlığı girişimi kabul ediliyor. Sanayiyi yerlileştirmeye yönelik bu politikalarla Çin'in savunma konumundan saldırı konumuna geçtiği açıkça görülmektedir."[12] İster Cumhuriyetçi ister Demokrat olsun bütün hükümetler (Obama, Trump ve Biden yönetimleri) bu stratejiyi o zamandan beri hep engellemeye çalıştı. Kendinden önceki başkanın Çin'e karşı açtığı ticari savaşı devam ettiren Joe Biden 5 Ocak 2023 tarihinde Çin'in saldırıları karşısında Amerika'nın fikri mülkiyet hakkını korumayı amaçlayan bir yasayı imzalayacaktı![13]

Ne var ki Çinliler bu yerlileştirme taktiğini nadir toprak elementli mıknatıslara zaten uygulamışlardı. Pekin önce yabancı sanayicileri ayartarak veya zorla kendi topraklarına çekmiş, *joint ventures* yoluyla onlarla ortaklıklar kurmuş, ardından da "ortak inovasyon" ya da "yeniden inovasyon" sürecini başlatmış ve bu sayede Japon ile Amerikan süper mıknatıs imalatçılarının teknolojilerini ele geçirmişti.

Başkalarının hayal gücünden yararlanan Pekin, ardından ülke içi bir yaratıma yönelik bir ekosistem tesis etti. Devlet yetkilileri "fabrikadan laboratuvara geçmeyi"[14] hedef olarak benimsediler. Bu hedefe ulaşabilmek için 1980 yıllarının başından itibaren çeşitli araştırma programları başlattılar. Bu programların simgesel değeri en yüksek olanı ise Çin'i birçoğu "yeşil" denen[15] yedi ileri sanayi kolunda önder konumuna taşımak amacıyla başlatılan "Program 863"[16] adını taşıyordu. 2015 yılında "Made in China 2025" planı ile ülke çapında kırk kadar endüstriyel inovasyon merkezi açılması onaylandı.

Çin'in 2021 yılında araştırmaya yaptığı devlet harcaması 500 milyar doları geçti; bu tutar ABD'nin yaptığı harcamadan (645 milyar dolar) az olmakla beraber, Avrupa Birliği'ninkinden (360 milyar dolar) fazladır.[17]

Bununla beraber Çin'in zayıf yanları hiç de az değil: Toplam nüfusuyla oranlandığında araştırmacıların sayısı Fransa ya da Büyük Britanya'dan çok az, üstelik araştırmacı yetiştirmek muazzam zor. Çin'in o uçsuz bucaksız kırsalı bu dinamiğin dışında bırakıldı. Hem sonra güdümcülük ile girişim özgürlüğünü bağdaştırmayı başaran devletin bu inovasyonu frenleme riski yok mu? Alman düşünce kuruluşu Mercator Institute for China Studies (Merics) Çin'in devlet olarak izlediği

inovasyon stratejisini 2023 yılında analiz etti ve dünyanın ikinci büyük gücünün araştırma ve geliştirme becerilerini ciddi biçimde iyileştirmekle birlikte inovasyon ekosisteminin hâlâ iyice merkezileşmiş, hatta iyice "Çin-merkezli" olduğunu gözlemledi.[18] Bu kuruluş tarafından hazırlanan raporun açıkladığına göre Çin Komünist Partisi "bilimsel araştırmanın hedeflerini gittikçe daha keskin ulusal terimlerle belirlemeyi sürdürüyor. Bu durum Avrupa'da sürdürülen araştırma programlarının özünü belirleyen uluslararası işbirliği ve açıklık ilkeleri açısından gerilime yol açmaktadır." Dahası bu kadar güdümlü ve dikey bir ekonomide kaynak dolaşımı pek zordur; ayrıca yeni teknolojiler konusunda arz ve talep arasındaki korelasyon eksikliği de fiilen artar.[19]

Bunlar bir yana Çin'in kendi önünü tıkayan bazı özgül özellikleri de var. Yönetimin güdümlü olması stratejist bir devletin serpilmesini sağlıyor belki, ama özü gereği, yeniliklere alan açan türden bir yıkıcılığı hiç desteklemez. Bir eliyle internette ifade özgürlüğünü sansürlemek için 2 milyon görevli kullanan[20] ve 2020 yılında 6,6 milyar dolar harcayan[21] bir yönetim diğer eliyle yaratıcılığı destekleyebilir mi? Eleştiri, dolayısıyla hayal etme özgürlüğünün dibine kibrit suyu döken bir yönetim oldukça taklit/kopyalama kültürü de gücünü muhafaza eder; icat etmemek de yapılandırıcı bir faktör olmayı sürdürür. Bu açıdan bakıldığında, genel anlamda temel araştırma çerçevesinde araştırma ve geliştirme harcamalarına küçük bir pay ayrılması (Çin araştırma ve geliştirme bütçesinin %5'ini temel araştırmaya ayırırken ABD %17'sini, Fransa da %24'ünü ayırmaktadır) bu durumun en açık kanıtıdır.[22] Pekin'de görev yapmış eski bir Fransız diplomat ve çevirmen, "Çinlilerin mali imkânları ve teknolojileri var, ama 21. yüzyılın modernliğine henüz uyarlanmamış, ideolojik ve örgütsel mantıklara saplanıp kalmışlar"[23] diye özetliyor durumu.

Ama ne gam: Çinli yetkililer başarmak zorundalar, buna mahkûm edilmişler. İnovasyon ve bir "üst satış" mantığı komünist yönetim açısından çok daha kısa vadeli, çok somut iki meseleyi açığa vuruyor:

- Önce Çin'in geçmişte yaşadığı itibar kaybıyla pekişen teknolojik bağımsızlık arzusudur. Küçük düştüğü ilk olay ise 1950 yıllarında yaşanan Çin-Sovyet anlaşmazlığı ve ayrılığı sonrasında yaşanmıştı: Lomatik gerilimlerin yaşandığı bir ortamda, 1960 yazında SSCB Çin'in birçok ağır sanayisinin sürdürülebilmesi için elzem olan teknik

desteğini geri çekti.[24] Ardından Tiananmen Meydanı'nda öğrenciler tarafından düzenlenen toplantının bastırılmasına misilleme olarak 1989 yılında Amerika silah satışına ambargo koydu. Pekin bundan acı bir ders çıkardı: Sadece kendi gücüne güvenmeliydi. Bundan sonra da kendine yeterli olma saplantısı Çin ruhuna iyice yerleşti. 2015 yılında ilan edilen 13. Beş yıllık Plan'da Çin yabancı teknolojilere 2020 yılına kadar sadece %30 oranında bağımlı olmayı hedeflemişti; bu oran 2006 yılında %60'tı.[25] Teknolojik güç olarak ortaya çıkmasının ne gibi tehlikeler içerdiğinin bilincine varan Batı tarafından frenlenen Pekin bu hedeflere ulaşamadı,[26] ama isteği hiç değişmedi: Arayı kapatmak ve teknoloji açısından özerk olmak.

• İkinci mesele ise Çin Komünist Partisi'nin (ÇKP) bekasıdır. Parti insanlığın beşte biri ile örtük bir anlaşma imzaladı; "büyüme karşılığında otoriter yönetim" konulu bir sözleşme bu ve ekonominin çok fazla yavaşlaması halinde bu sözleşme hükümsüz hale gelecektir. Meşruiyetlerini koruyabilmek için yetkililerin, 15 milyon kadar kentliyi her yıl emek piyasasına dahil etmesi gerekiyor.[27] Çin'in devlet verilerine göre yetkililer kentlerde 12 milyon yeni istihdam yaratarak 2020, 2021 ve 2022 yıllarında hedeflerini hemen hemen yakaladılar.[28] Orta İmparatorluk'un maden cevherleri konusunda bütün çabalarını madenciliğin ilk aşamalarına yoğunlaştırırsa sergilenen bu performansın devamı gelmez. En önemli istihdam rezervleri aslında madencilik sektörünün son aşamalarında yatar; aynı şekilde en çekici büyüme marjları da ancak bu basamaklara dayanıp vaat edilebilir. Demek ki nadir metaller, izlediği teknolojik gözetim siyasetinin sertleşmesinin karşılığı olarak durmadan yenilik getirmek zorunda kalan otoriter bir yönetimin kalıcılığının anahtarlarından biridir. Bunu yapmadığı takdirde kendinden önceki sayısız imparatorluk hanedanı gibi devrilmekten kurtulamayacaktır.

Şaşırtıcı Teknolojik İlerlemeler

ÇKP'nin şimdiye kadar neden inanılmaz düzeyde başarılı olduğunu anlamak için bütün bu etkenleri hesaba katmak gerekir. Bir zamanlar Pekin'de çalışan Fransız bir gazeteci, "2000'li yılların başında Çin'deydim: O zamanlar tekstilden, oyuncaklardan, elektronik aletlerin montajının yapılıp toplanmasından söz ediliyordu. Doğrusu o günden bu yana olanları kimse hayal dahi edemiyordu"[29] diyerek itirafta bulunuyor. Elektronik, havacılık, ulaşım, biyoloji, makine

aletleri ya da bilgi teknolojileri alanlarında yaşanan şaşırtıcı ilerlemeler Komünist Parti'nin tepesine kadar kimsenin beklemediği bir şeydi.[30] Çin uzay alanında Ay yüzeyine ilk robotunu indirdi, 2021 yılında kendi uzay istasyonu *Tiangong Space Station*'ın ilk modülünü fırlattı,[31] 2030 yılına kadar da Ay'a bir astronot göndermeyi planlıyor.[32] Çin sadece 2022 yılında 64 füze attı uzaya ve yeni uzay yarışında ABD'nin ana rakibi olan Rusya'yı geride bıraktı.[33] Dolayısıyla Pekin açısından artık sadece yeni teknoloji talepleri tarafında değil, arz tarafında da yer almak söz konusu; bilgi tüketici olma konumunu terk etmek ve bilgi sağlayıcı olmak söz konusudur.[34] Çin'in izlediği bu siyaset şaşırtıcı sayılarla kendini ortaya koyuyor: Çin 2022 yılında en yüksek sayıda patent başvurusunda bulunan ülkedir (dünyada toplam başvuru sayısı 1,5 milyar, bunun 750.000 tanesi Çin tarafından yapılmıştır.[35] Ülke ve yıl temelinde yapılan patent başvuruları için bkz. Ek 15).

Biz geçmişteki hatalarımız için boş yere ağlayıp sızlanırken Orta İmparatorluk kendi yolunda hızlanarak ilerliyor: Nadir toprak elementlerinin henüz bilinmeyen özelliklerini keşfetmek ve geleceğin uygulamalarını geliştirmek istiyor. Çin'in bazı üniversite araştırma programları o kadar ileride ki ABD Savunma Bakanlığı'nda çalışan resmi bir araştırmacı şaşkınlık ve yılgınlık arasında gidip gidip geliyor: "Tedarik zincirimizi kaybetmek zaten yeterince trajikti. Bir de şimdi Çinliler arayı on yıl kadar açmak üzereler. Aslında olay basit, gelecekte kullanılacak önemli uygulamalara ilişkin fikri mülkiyete sahip değiliz." Çin de sözünü sakınmıyor: Vivian Wu, "Bu metaller sayesinde teknoloji alanında dünya lideri olmak istiyoruz" diyor.

29 Eylül 2010 tarihinde, yani nadir toprak elementleri konusunda Çin'e koyulan ambargonun tam ortasında, o dönem ABD Senato üyesi olan Kathleen Dahlkemper Temsilciler Meclisi kürsüsünden yaptığı konuşmada –daha o zaman– gerçeği ağzından kaçıracaktı: "Çinliler nadir toprak elementlerinin dizginlerini ellerinde tutuyor, bizler, ABD ise geride kalmak üzereyiz." Çok önemli bir konuşmaydı bu: Dahlkemper Amerika'nın teknoloji alanındaki liderliğinin çaptan düşme ya da zayıflama tehlikesiyle karşı karşıya bulunduğunu söylemiyordu. Dünyanın en büyük gücünün yakında geride bırakılacağını ve Çinlilerin başlarına daha da çok dert açacağını söylüyordu. Biz Ba-

tılıların sayıları gittikçe artan başka birçok sanayi sektöründe olduğu gibi geri kalmak üzere olduğumuzu dile getiriyordu. Nitekim Pekin şimdiden çok yüksek performansa sahip[36] J-20 adlı bir hayalet savaş uçağı[37] geliştirdi, Haziran 2013 ile Kasım 2017 arasında dünyanın en güçlü süper bilgisayarı geliştirme yarışına egemen oldu,[38] 2016 yılında ilk quantum iletişim uydusunu yörüngeye yerleştirdi,[39] kırılamazlığı ile ünlenen bir şifreleme teknolojisi geliştirdi. Avustralya ve Amerika yönetimleri tarafından finanse edilen bir düşünce kuruluşu olan Avustralya Stratejik Politikalar Enstitüsü tarafından yayınlanan yeni bir rapora göre, Çin genel anlamda, beşinci ve altıncı kuşak teknolojileri (5G ve 6G) temel alan iletişim, elektrik bataryaları ya da nükleer enerji[40] gibi 44 ileri teknoloji sektörünün 37 tanesinde ilk sırada yer almaktadır.

Daha da önemlisi, Orta İmparatorluk'un insanı şaşırtacak kadar geniş bir yeşil teknoloji yelpazesine egemen olmasıdır. Yaygın biçimde kendisine atfedilen kirleten ve kirletilen ülke imajı bir yana artık dünyanın bir numaralı yeşil enerji üreticisi, bir numaralı güneş paneli donanımı imalatçısıdır (2022 yılında %80'den fazla[41]); hidroelektrik enerjide,[42] *offshore* ve *onshore* rüzgâr türbini yatırımında ilk sırada yer alır[43] ve yeni enerjileri kullanan arabalar alanında, dünyada kullanılan elektrikli taşıtların yarıdan fazlasını temsil eden[44] dünyanın en büyük pazarı (elektrikli taşıtlar değer zincirinin coğrafi dağılımı için bkz. Ek 16) haline gelmiştir. Çin 2018 ile 2023 arasında, 13 milyon elektrikli araç üretmiş olacaktır; aynı dönemde ikinci sırada bulunan Almanya sadece 4,4 milyon, ABD ise 4,1 milyon elektrikli araç üretmiş olacaktır.[45] Batı ile Çin arasındaki güç ilişkilerinin bu şekilde tersine dönmesinden en kazançlı çıkan taraf ise, sadece 2022 yılında 1 milyona yakın elektrikli taşıt satan, Çin elektrikli araba sektörünün sancağı olan BYD (*Build Your Dreams*) markasıdır.[46]

Pekin bir yandan da çevreye karşı sorumlu "yeşil kentler"den oluşan geniş bir kent ağı kurmaya başladı. Tianjin, Dongtan, Caofeidian, Wuhan, Changxindian, Taichung, Hsinchu... yüzlerce eko-site ve eko-mahalle yerden bitiyor. Bütün "yeşil" sanayileri birlikte ele aldığımızda, sayılar bile kendiliğinden konuşuyor: 2010 ile 2019'un ilk yarısı arasında Çin yenilenebilir enerjilere 758 milyar dolar yatırım yaptı ve bu alanda dünyanın en büyük yatırımcısı halini aldı.[47]

Üretim zincirinin en aşağı düzeylerine doğru, enerji geçişinin yaşanacağı sanayi sektörlerinde teknolojinin sınırlarına ulaşma stratejisini Başkan Joe Biden 2022 yılında Amerika'nın kritik metallere federal destek verilmesi gerektiği kararını açıklarken gayet iyi analiz etmişti. "Çin bu [kritik] minerallerin dünya pazarının büyük bölümünü denetliyor. Hem bugünün hem de yarının ürünlerini ortaya koymamızı sağlayacak malzeme konusunda Çin'e bağımlı kalırsak asla *made in America* bir gelecek inşa edemeyiz"[48] demişti. Bu tespit tersine çevrilebilir mi? Orta İmparatorluk 2030 yılında bütün diğer ülkelerin toplamından iki kat fazla elektrikli araç bataryası üretecek...[49] Nadir metaller ve bunlara bağımlı olan yeşil teknolojilerin üretiminde tekel olmaktan güç alan Çin anlaşıldığı kadarıyla en büyük *green tech* üreten devlet olmayı amaçlıyor. Yeşil sanayi sektöründe istihdamı Avrupa, Japonya ve ABD'nin elinden çekip almak istiyor.

Ekonomi alanında ise yeni enerjilere ve dijital teknolojilere geçişten en büyük kârı elde etmek istiyor.

Yeşil dünyaya doğru yapılan bu iddialı dönüş sayesinde, Çin kamuoyunda çevre konusunda yaşanan gerilimlerin yatıştırılabileceği de düşünülüyor.[50] Ekolojik sorun Çin'de toplumsal olarak dayanılmaz hale geldi. Kirlilik aleyhinde her yıl 30.000, hatta 50.000 gösteri düzenleniyor.[51] Kunming kentinde (Yunnan) kurulması öngörülen petrokimya kompleksi aleyhine ya da Hangzhou'da (Zhejiang) açılması planlanan bir çöp yakma tesisi veya 2023 yılında Hong Kong'ta açılması düşünülen bir beton fabrikası aleyhine (alanda çok sayıda polis olmasına rağmen)[52] düzenlenen gösterilerde, "Nimby" (*Not in my backyard*, "bahçemde olmasın!") adı verilen küresel eğilimin parçası olan bir burjuva hareketi günümüzde Çin tarzı büyüme modelini reddettiğini haykırıyor.[53] Bu hareket halk arasındaki huzursuzluğu yönlendiren, koordine eden ve birleştirmeye çalışan yaklaşık 8.000 çevreci dernek tarafından desteklenmektedir.[54]

Çevreci Ma Jun, "Eski kalkınma modeli artık devam edemez. Şimdiki gibi tüketemeyiz artık. Bir dönüşüm yaşanmalı" diyor. Bu çevreci dönemeç "hafif" (dijital teknolojiler gibi çevresel etkisinin az olduğu düşünülen) teknolojilere ve hizmetlere öncelik vererek ülkenin büyüme aşamalarını modernleştirmeyi amaçlıyor. Uluslararası sahnede ülkenin imajını yeşilleştirmeye yaradığı gibi Pekin'i enerji dönüşümünün diplomatik lideri olarak konumlandırmaya da yarıyor.

Batı Güçten Düştü

Çin'in nadir metaller üretim zincirinin ilk aşamalarına yönelme stratejisi Avrupa ve ABD'nin sanayi alanındaki dinamizmine zarar verdi. Bu strateji II. Dünya Savaşı'nın bitişinden itibaren başvuru kaynağı kabul edilen Batılı ekonomik modelin ne kadar dayanıksız olduğunu göstermektedir. Bir Alman akademisyen bu gerçekliği sayıların diline çevirmeye çalıştı:[55] Sadece nadir toprak elementlerine odaklanan bu çalışma oksit (Rhône-Poulenc tarafından arıtılan tozlar) piyasalarının ele geçirilmesi sonunda 1965 yılından günümüze kadar Orta İmparatorluk'a 4 milyar dolar tutarında bir zenginlik aktarıldığını ortaya koydu. Değer zincirinde mıknatıs ve bataryalara kadar ilerlediğimizde bu tutar on kat artar ve 40 milyar dolar eşiğini geçer. Çin, üretim zincirinin son aşamalarını ele geçirdikçe katma değer de o kadar artacağından bu sonuç mantığa da uygundur...

Avustralyalı bir araştırmacı bu mantığı daha ileri imalat sektörlerine uyguladı[56] ve baskılı devre kartları, sensör, amplifikatör, diyot, LED [*light-emitting diode* ya da ışık yayan diyot], termostat, anahtar vb. tüketim ürünlerine monte edilecek bileşen sanayisini ele aldı. Bu alanda da (ve zincirin daha sonraki basamaklarındaki sanayilerin katma değeri mantığına uygun olarak) 1965 yılından bu yana Çin'e dünyanın geri kalan kısmından aktarılan zenginlik 2016 yılı itibarıyla 400 milyar dolar düzeyindedir. Bu çalışmayı yapan araştırmacı son olarak da fason imalatçıları, yani bileşenlerden daha gelişmiş (otomobil sektöründe gösterge panelleri ya da entegre kamera; bilişim sektöründe bilgisayar sabit diski; havacılıkta yolcu uçağı motoru ya da yazılımı vb.) yedek parça imal eden sanayicileri ele aldı. Bu alanda da aktarılan zenginliğin toplam değerinin 1965 ile 2016 yılları arasında 10 kat arttığını ve 4.000 milyar dolara ulaştığı görüldü.

Nadir toprak elementleri dünya pazarı gülünç bir miktar olan 10 milyar dolar kadardır, yani petrolün dünya pazarından 220 kat azdır.[57] Ancak tükettiğimiz nereyse her şeyde bu küçük metallerin bulunduğu hesaba katıldığında bu mikroskobik sanayinin etkileri muazzam boyutlara varabiliyor. Ayrıca bu iki inceleme madencilik alanındaki sanayi işletmelerinin, nihai ürün (rüzgâr türbinleri, elektronik arabalar, güneş panelleri vb.) fabrikalarının kapanmasını, devletlerin vergi gelirleri kayıplarını, bunların ticaret dengeleri üzerindeki etkisini sayılara aktar-

madığı gibi pek çok nadir metalde Çin'in üst satış tekniğinin doğurduğu sonuçları da rakamlara yansıtmıyor.

Peki ya bir tarafta kazanılan ama diğer tarafta kaybedilen milyonlarca istihdama ne demeli? ABD'de Chicago'dan çıkıp Michigan Gölü kıyıları boyunca komşu eyalet İndiana'ya doğru bir saat yol alırsanız Amerika'nın metalürji sanayisine Çin'in indirdiği darbelerin ne muazzam bir yıkıma yol açtığını görürsünüz. United Steelworkers sendikacılarından Jim Robinson bizi Gary kentindeki bürosunda kabul ediyor. Yüzünden düşen bin parça; 1980'lere kadar bu bölgede gelişmiş çelik sektörünün iflasını baştan sona anlatıyor. "Bu bölge o kadar sanayileşmişti ki Amerika'nın Ruhr'u diye anılıyordu! Harika bir dönemdi. Kimse böyle bir altüst oluşu hayal dahi edemezdi" diye anlatıyor o günleri. Burada yaşayanlar Gary'nin artık bir enkaz, "*a wreck*" olduğunu söylüyorlar. Bu hayalet kentin büyük mahalleleri terk edilmiş, kapıları sökülmüş evler 50 dolara satılıyor. İşsizlik, umutsuzluk ve güvensizlik pençesinde can çekişen eski imalat kentinden her gün kadını erkeği arkasına bakmadan kaçıyor.

ABD'nin mıknatıs üreticilerinin dörtte üçü ortadan silindi. Yirmi yıl önce Atlantik ötesinden gelme 6.000 meslek erbabı kişi çalıştıran sektörde artık ancak 500 kişi çalıştırıyor.[58] Üretim zincirinin sonraki aşamalarında yer alan Japon Toyota ve Alman rakibi BMW ise tesislerinin bir bölümünü şimdiden Çin'e taşımış bile.[59] Şanghay'daki Tesla fabrikası ise Amerikalı grubun en önemli fabrikasıdır ve tek başına yılda 750.000 otomobil üretmektedir.[60] Bunlara bir de Japon Sumitomo holdingini, Alman kimya devi BASF'ı ve talihsizlikte onunla kader ortaklığı eden Amerikalı W.R. Grace'i eklemek gerekir. Avustralyalı akademisyen Dudley Kingsnorth'un analizine göre, "Bu işletmeler tabii ki Çin'de emek gücünün düşük maliyetli olmasına kapıldılar, ama nadir toprak elementlerine erişim de fabrikaları taşımaya ek bir gerekçeydi. Toplamda milyonlarca istihdam hortumlandı."[61] Pekin yenilenebilir enerjileri savunmakla, fosil kaynaklara dayanan ve Batı'nın üstün olduğu bir sanayi düzeninin yürürlükten kaldırılmasını hızlandırdı ve Batı'nın daha şimdiden geride kaldığı yeni bir enerji sistemini yerleştirmeye başladı. Donald Trump'ın ABD'nin enerji geçişine dahil olmasını reddetmesi bir bakıma anlaşılabilir bir karardır: Amerikan ekonomisi üzerinde çok acı sonuçlara yol açabileceğini hissettiği bütünüyle elektrik enerjisi yoluna

girmektense 20. yüzyıl boyunca ABD'nin her şeye yeten gücünü[62] borçlu olduğu petrol enerjisi modelini sürdürmeyi tercih ediyor.[63]

Fransa da payını aldı. Eski Sanayi ve Kalkınma Bakanı Arnaud Montebourg, önemli bir akşam gazetesinde yayınlanan köşe yazısında şöyle demişti: "2001 yılında Haute-Garonne bölgesinde küçük bir köy olan Marignac, Fransa'nın yegâne magnezyum fabrikasının Çin'in rekabetinden ötürü kapanmasına içi paralanarak seyirci kaldı. Yıllar sonra magnezyum pazarında tekel konumunda bulunan Çin üretim fiyatını, Fransa'daki tesisi yeniden kârlı hale getirecek bir seviyeye yükseltti. Bunlar olup biterken arabalar ve uçaklar hafiflesin diye [...] Fransa yüzlerce istihdamdan oldu."[64]

Metal arıtma sanayisine yönelik ilgisizlik değerli metalleri işlemekte uzmanlaşmış Comptoir Lyon-Alemand, Louyot et Cie. adlı şirketin 2013 yılında Fransa'daki faaliyetlerine son vermesine yol açtı. Zamanında bu şirkette değerli metaller *trader*'ı ve demir içermeyen metaller satın alımcısı olarak çalışan bir görevli şöyle diyor: "Nadir metaller alanında faaliyet gösteren yegâne şirketti burası. 2002 yılında [Fransa'da ve dünyada] yaklaşık 4.000 kişi işten çıkarıldı."[65] Bütün bu *high-tech* sektörlerde çok ileri düzeyde beceri gerektiren, yüksek katma değere sahip mesleklerden kişiler işe alınmaktaydı. Bir sendikacı, "Modern ve gelişmiş bir ekonomi yaratmayı mümkün kılan 'yeşil istihdam'dı"[66] diye ekliyor. İşten çıkarılanlarla birlikte, silahlanma, elektronik, otomobil ve tabii ki geleceğin enerjileri alanlarında da etkili olan, birikimi çok uzun yıllar almış bilgi ve becerileri de yok etti. İnsanların ve toplumun yaşadığı bu dramlar zaten karanlık olan görüntüyü daha karartıyor: Son yirmi yılda Fransa'da sanayide çalışan 670.000 kişi işten çıkarıldı, bu da toplam sanayi çalışanı sayısının %18'i demektir.[67] Aynı sürede sanayinin üretilen zenginlikteki payı da dört puan düştü.[68]

ABD'de, Avrupa'da ve Fransa'da sanayisizleşme II. Dünya Savaşı ertesinde yapılan toplum sözleşmesini bozdu, ciddi toplumsal çalkantılara yol açtı ve çok sayıda popülist partinin sermayesini oluşturdu. Donald Trump Beyaz Saray'a gidebildiyse bunu *Rust Belt*'teki ("Paslı Kuşak") sanayi tesisleri kapanmış, yani sanayisizleşmiş eyaletlerdeki seçmenlere borçludur. Cumhuriyetçi aday ülke çapında seçimlerin kaderini değiştirebilecek olan bu eyaletlerde Çin'in rekabet karşıtı uygulamalarını ve sanayi kuruluşlarının Çin'e taşınmasını mahkûm

ettiği gibi Pekin tarafından başlatılan fabrikalara karşı savaştan ABD'yi korumak gerektiğini de vurguluyordu. Bu strateji sonuç verdi: Trump bu eyaletlerin hemen hepsinde çoğunluğun oyunu aldı ve Hillary Clinton'ın ülke çapında rahat sağladığı üstünlüğünü ortadan kaldırdı.

Batı eyaletlerinin sanayisizleşmesi nadir metaller olsa da olmasa da zararlı sonuçlara yol açacaktı. Ancak Çin'in fosil yakıtların yerini alması beklenen bu kaynaklar üzerindeki tekel konumu ve bunlara bağımlı yeşil sanayileri özümseme stratejisi, yaşanan ekonomik, toplumsal ve siyasal krizi daha da derinleştirdi. Bir Fransız uzman Avrupa modelinin de aynı şekilde "ekonomik, teknolojik ve toplumsal kazanımını koruyabilecek bir siyaset ortaya koyamadığını" belirtir ve sözlerine şunları ekler: "Çin sanayisinin daha yeni başlayan yükselişi açısından nihai mesele, Avrupa demokrasisinin [...] hayatta kalıp kalamayacağı [...] olabilir."[69]

İki Dünya Görüşü Karşı Karşıya Geldiğinde

Bunlar olup biterken, kazandığı başarı sayesinde Çin, Batı'da bütün sanayi politikalarını mahveden kısa vadeli görüşlerin aksine uzun vadeye, sabretmeye değer veren bir yönetim biçimini teşvik ediyor. Hintli bir akademisyen, "Bu otoriter kapitalizm [...] diğer otokratik devletlere cesaret veriyor"[70] diyor ve bu yönetim biçiminin hem sağlam bir büyüme sağlayabileceğini hem de siyasal istikrarı teminat altına alabileceğini kanıtlıyor. Böylece "Pekin uzlaşımı"[71] yani Çin'in kalkınma modelinin gelişmekte olan diğer ülkelere örnek olabileceği düşüncesi onaylanıyor. Bu uzlaşım, Soğuk Savaş'ın sonundan itibaren pek revaçta olan ve ekonomik büyüme ile demokratik ilerlemenin birbirine bağlı olduğunu savunan Washington uzlaşımına meydan okur. Öyleyse nadir metaller ile yeşil istihdam savaşının günümüzde geçerli olan ve siyasal örgütlenme ilkeleri üzerinden Batı ile Çin'i karşı karşıya getiren yeni ideolojik çatışmayı ortaya koyduğunu söyleyebiliriz.[72]

"Medeniyetler çatışması fazlasıyla Batılı bir bakış açısı!" Zhao Tingyang, Konfüçyüs'ün öğretilerinden esinlenen ve uluslararası ilişkilerde uyum arayışını vaaz eden bir kavram olan Tianxia'yı[73] popülerleştirerek Çin'de ün kazanmış bir felsefecidir. Batı ile Orta İmparatorluk arasında gelecekte ne gibi ilişkiler olacağı konusunda bizimle görüşmeyi kabul etti. Ona göre küreselleşmenin merkezkaç kuvveti "bizi gittikçe daha

çok birbirimize bağımlı kılmaya itiyor. Bu da askeri ya da ekonomik olsun her tür çatışmayı herkes açısından akıldışı bir seçenek haline getirecektir." Barışa kavuşmuş bu dünyaya Tianxia hükmedecektir. İletişim ve ulaşım araçlarının küreselleşmesinin doğurduğu yeni bir güç alanı, Batı ve Çin değerlerini paylaşan kozmopolit bir yönetici eliti birleştirecektir. "Bu sistem halkların birbirini daha iyi anlamasını sağlayacak, aralarında barışçıl etkileşimler oluşmasını mümkün kılacaktır."

Mükellef bir sofranın kurulduğu devasa bir masada söyleştiğimiz Çinli bir nadir metaller patronu da aynı şeyi söylüyor. "Geleceğin dünyası daha açık ve işbirliğine daha yatkın olacak"[74] diyor yemek çubuklarını oynatarak. Çin iyi duygular beslediğinin ifadesi olarak huzur içinde bir "panda diplomasisi" sürdürüyor; diplomatik ilişkiler kurmak istediği ülkelere ayakları üzerinde duran bu dev memelilerden hediye ediyor. Nitekim internette dolaşan videolarda bambu dalları yerken ya da takla atarken gördüğümüz, Çin'in simgesi olan bu hayvanı sevmemek için insanın kalpsiz olması gerekir. Çin pandayı kullanıp ne pahasına olursa olsun barış içinde yükseleceği fikrini aktarmaya çalışıyor. Yatışmış, barış içinde yaşayan, kültürlerin birbirine karıştığı bir dünyanın olabileceğine inanır gibi oluyoruz, ama sırıtan bir yanı var bu işin: ABD'nin göbeğinde, İndiana'da stratejik öneme sahip bir nadir toprak elementleri şirketi satın alarak Çin sarsıcı askeri programı üzerindeki örtüyü kaldırmış oldu.

DİPNOTLAR

Burada ilk defa ekonomist Élie Cohen tarafından kullanılan bu deyimi benimsiyoruz: Bkz. *Le Colbertisme "high tech". Économie des Telecom et du Grand Projet*, Hachette, "Pluriel", 1992.

2 Claude Chancel ve Libin Liu *Le Grix, Le Grand Livre de la Chine*, Eyrolles, 2013.

3 APCO Worldwide danışmanlık ofisinde kıdemli danışman James McGregor tarafından alıntılandı, China's Drive for "Indigenous Innovation". A Web of Industrial Policies (ABD Ticaret Odası raporu) 2010.

4 Bkz. Xi Jinping'in bilimsel ve teknolojik gelişme konulu bir sempozyumda 11 Eylül 2020 tarihinde yaptığı konuşma: "Xi Jinping's sept. 2020 speech on science and technology development", New America, 22 Eylül 2020.

5 Bu sektörler enerji verimliliği, bilgi teknolojileri, biyoteknolojiler, teknolojik sanayi donanımı, yeni enerjiler, yeni malzemeler ve temiz taşıtlardan oluşuyordu. Bkz. *Bulletin économique Chine*, sayı 34, Mart 2011, Hazine Genel İdaresi, Çin'deki Fransa Elçiliği, Pekin bölgesi ekonomik işler servisi.

6 Bkz. "Outline of the People's Republic of China 14th Five-Year plan for national economic and social development and long-range objectives for 2035", Center for Security and Emerging Technology (Georgetown university, Washington), 13 Mayıs 2021. Bu planın ayrıntılı analizi için bkz. Michel Aglietta, "14e plan quinquennal dans la nouvelle phase de la reforme chinoise", *Green. Géopolitique, Réseau, Énergie, Environnement, Nature*, sayı 1, Eylül 2021, Groupe d'études géopolitiques, École normale supérieure, Paris.

7 Tsinghua Üniversitesi Siyasal Bilimler profesörü Xue Lan ile yapılan görüşme, 2016. Bu irade Xi Jinping tarafından Çin Komünist Partisi 20. Kongresi Açılış Konuşması'nda Pekin'de 16 Ekim 2022 tarihinde dile getirilmişti: "Ulusumuzun stratejik ihtiyaçlarına yoğunlaşıyoruz; kendi topraklarımızda ileri düzeyde bilimsel ve teknolojik araştırmalar yapmak için bütün gücümüzü toplayacak ve kilit teknolojiler savaşını mutlaka kazanacağız." Bkz. "Xi calls for China to 'win battle' on core tech", Silicon Technology Powering Business, Birleşik Krallık, 17 Ekim 2022.

8 Bu tipolojiyi aldığımız kaynak için bkz. Malo Carton eve Samy Jazaerli, *Et la Chine s'est éveillée. La montée en gamme de l'industrie chinoise*, Presses des Mines, 2015.

9 Institute of World Development (Development Research Center of the State Council [DRC], Pekin) bünyesinde araştırmacı olan Ding Yifan ile yapılan görüşme, 2016.

10 "The national medium-and long-term plan for the development of science and technology (2006-2020)", The State Council of the People's Republic of China, 2006.

James McGregor, *China's Drive for "Indigenous Innovation". A Web of Industrial Policies.*

12 *A.g.e.*

13 Bkz. Demokrat Parti Senatörü Chris Van Hollen tarafından sunulan ve 5 Ocak 2023 tarihinde Başkan Biden tarafından imzalanan "Protecting American Intellectual Property Act" Van Hollen şöyle demişti: "Başta Çin şirket-

leri olmak üzere çok sayıda yabancı şirket Amerikan teknolojilerini çalmak için ellerinden geleni artlarına koymuyorlar; bunun sonucu olarak ekonomimiz kırılganlaşıyor, ABD'de istihdam sorunu büyüyor ve ulusal güvenliğimiz tehdit ediliyor." Bkz. "Van Hollen, Sasse reintroduce bill to punish foreign companies, individuals for IP theft", 21 Nisan 2021, senatörün kendi sitesinde: vanhollen.senate.gov

14 Bkz. Jean-Louis Beffa, *Les Clés de la puissance*, Seuil, 2015.

15 Bu sanayi dalları şunlardır: Bilgi teknolojileri, biyoloji, havacılık, otomatizasyon, enerji, malzemeler ve okyanus bilimi.

16 Programın tam adı şudur: "1986 National High Technology Research and Development Program". Program 863 adlandırmasının ilk iki sayısı (86) programın başlatıldığı yılı, üçüncü sayısı ise 3. ayı, yani Mart ayını anlatmaktadır.

17 Bkz. "2022 Global Funding Forecast: R&D variants cover more than the pandemic", Research & Development World, 12 Nisan 2022 ve "EU investment in R&D increased to €328 billion in 2021", Eurostat, 29 Kasım 2022.

18 "Controlling the innovation chain. China's strategy to become a science & technology superpower", Mercator Institute for China Studies, 2 Şubat 2023.

19 Bkz. "4 weaknesses in China's economy, from local government finances to poor regulation", *South China Morning Post*, 14 Kasım 2022.

20 "Deux millions d'agents pour surveiller le Net chinois", *Le Monde*, 5 Ekim 2013.

Bkz. "Les chiffres de la cybercensure en Chine", *Reporters sans frontières*, 12 Mart 2021. Daha ayrıntılı bilgi için bkz. Ryan Fedasiuk, "Buying silence: The price of Internet censorship in China", The Jamestown Foundation (Washington), 12 Ocak 2021.

22 Bkz. Patrick Allard, "La Chine, championne technologique ou géant empêtré", *Politique étrangère*, sayı 1 / 2020, Armand Colin, İlkbahar 2021.

23 Bruno Gensburger ile yapılan görüşmeler, 2016 ve 2023. Adının açıklanmasını istemeyen bir Fransız uzman ise Çinli bir elektronik grubunun patronunun çalışanlarına yaptığı şu uyarıyı aktarmaktan geri kalmıyor: "Kendi fikirleri yoktur, çünkü itaatkârdırlar! Yok, itaat etmezlerse ben de binerim tepelerine."

24 Bernard Apremont, "L'économie de l'URSS dans ses rapports avec la Chine et les démocraties populaires", *Politique étrangère*, sayı 5 / 1956, Kasım 1956, 21. yıl, s. 601-613.

25 James McGregor, *China's Drive for "Indigenous Innovation". A Web of Industrial Policies*.

26 Örneğin 2021 yılında Çin'in elektronik çip üretimi, ihtiyacının ancak %16'sını karşılayabilmektedir, oysa 2020 yılında ihtiyacının %40'ını üretmeyi hedeflemişti. Bkz. "China to double down on push to be self-reliant in tech, premier says", Reuters, 5 Mart 2023.

27 Bkz. "Urban and rural population of China from 2012 to 2022", *Statista*, Ocak 2023.

28 "China creates 12,06 mln new urban jobs in 2022. State media", Reuters, 10 Ocak 2023.

29 Agence France-Presse (AFP) Pekin bürosu gazetecilerinden Julien Girault ile yapılan görüşme, 2016.
30 Ding Yifan ile yapılan görüşme, 2016.
31 Simone McCarthy, "China sends first civilian astronaut to space as Shenzhou-16 blasts off", Cable News Network (CNN), 31 Mayıs 2023. Temmuz 2023 itibarıyla beş görev uçuşu tamamlanmıştı bile.
32 "China plans to land astronauts on moon before 2030", *Politico*, 29 Mayıs 2023.
33 Bununla birlikte Çin 2022 yılında dünya yörüngesine 87 roket atan ABD'nin ardında yer almaktadır. Bkz. "Les lancements orbitaux américains sur l'année 2022 et capacités associées", France-Science, Fransa elçiliği, ABD, 10 Mayıs 2023.
34 Xue Lan ile yapılan görüşme, 2016. Bu olay ABD ve Avrupa'dan oluşan iki kutbun tekelinde bulunan bilgi üretimine gelişmekte olan ülkelerin katkısının arttığını gösterir. Yeni bir "zekâlar arası düello" (bu terimi C. Chancel ve L. Liu Le Grix, *Le Grand Livre de la Chine*'den alıyoruz) söz konusudur. O zamanlar UNESCO genel müdürü olan Irina Bokova bu terimi 2015 yılına ait bir raporda ortaya koymuştu. Bayan Bokova bu raporda "araştırma konusunda Kuzey ile Güney arasında var olan uçurumun kapanmakta olduğunu, bilimi, teknoloji ve inovasyonu kendi gelişme stratejilerine dahil eden ülke sayısının iyice arttığını" ileri sürer. Bkz. *UNESCO Science Report: Towards 2030*, UNESCO Publishing, 2015. Bundan beş yıl önce aynı yazar şu gözlemde bulunuyordu: "Bilim ve teknolojiye AB, Japonya ve ABD üçlüsünün egemen olduğu iki kutuplu dünya yerini yavaş yavaş sayıları gittikçe artan çok kutuplu bir dünyaya bırakıyor ve bu dünyada araştırmaların yapıldığı kutuplar Kuzey'den Güney'e doğru her yere serpilmiş bulunuyor." Bkz. "Recherche: États-Unis, Europe et Japon concurrencés par les pays émergents", ONU Info, 8 Kasım 2010.
35 Bkz. "Key IP5 statistical indicators 2022", Five IP Offices.
36 Bkz. Jean-Louis Beffa, *Les Clés de la puissance*.
37 Bkz. "J-20: The stealth fighter that changed PLA watching forever", *The Diplomat*, 11 Ocak 2021.
38 Bu bilgi süper bilgisayarlara ilişkin istatistiklerde uzmanlaşmış Top500 adlı ofisten alınmıştır. Haziran 2023 itibarıyla Amerikalıların süper bilgisayarı "Frontier" ilk sıradadır. Çinlilerin "Sunway TaihuLight" adı verilen en yüksek performanslı süper bilgisayarı ise ancak yedinci sırada bulunmaktadır. Bkz. "June 2023", "Lists", Top500.org, Haziran 2023.
39 Françoise Laugée, "La Chine lance le premier satellite de communication quantique au monde", *La Revue européenne des médias et du numérique*, sayı 40, Sonbahar 2016, Institut de recherche et d'études sur la communication (IREC, université Paris 2).
40 Bkz. "ASPI's critical technology tracker", Australian Strategic Policy Institute (ASPI), 1 Mart 2023. Yine bu konuda bkz. "La Chine dominerait les États-Unis dans quasiment tous les secteurs de technologies de pointe", *Courrier international*, 2 Mart 2023.
41 *Solar PV Global Supply Chains*, International Energy Agency (IEA) Raporu, Temmuz 2022.

42 Çin 2021 yılında 1.300 terawatt saat hidroelektrik enerji üretir; aynı yıl dünyanın ikinci sıradaki üreticisi olan Kanada ancak 380 terawatt saat üretir. Yüzölçümü açısından dünyanın en büyük ülkesi olan Rusya ise 215 terawatt saatte kalır. "Largest hydroelectric power generating countries worldwide in 2021", *Statista*, 2023.

43 *Renewable Capacity Statistics 2023*, International Renewable Energy Agency (IRENA), Mart 2023.

44 *Global EV outlook 2023*, IEA, Nisan 2023.

45 Bkz. *E-Mobility Index 2021,* Roland Berger danışmanlık şirketi tarafından hazırlanan rapor, Mart 2021.

46 Tesla 1,3 milyon elektrikli araba sattı; BYD ise 2022 yılında büyük ölçüde Çin'de sattığı 913.000 araba ile ikinci sıradadır. Bkz. "Top highlights of world EV sales in 2022", Clean Technica, 15 Mart 2023. BYD markası dünyanın bütün pazarlarında Avrupa, Avustralya, Güney Amerika ve Güneydoğu Asya pazarlarında saldırı pozisyonuna geçiyor. Bkz. "BYD powers on", Seeking Alpha (Amerikalı yatırımcılar topluluğu), 12 Temmuz 2023.

47 Bkz. "Une décennie d'investissement dans les énergies renouvelables, l'énergie solaire en tête, atteint les 2 500 milliards de dollars", ONU/BMÖ, basın bildirisi, 5 Eylül 2019. Pekin 2022 yılında yaptığı 546 milyar dolarlık yatırımla, o yıl dünyada düşük karbon salımı yatırımlarının neredeyse yarısını gerçekleştirmişti. Bkz. "China invests $546 billion in clean energy, far surpassing the U.S.", Scientific American, 30 Ocak 2023.

48 "US announces steps to bolster critical mineral supply chain", Voice of America, 22 Şubat 2022.

49 "Can the world make an electric car battery without China?", *The New York Times*, 16 Mayıs 2023. Stellantis marka otomobil grubunun genel başkanı Carlos Tavares bu durumun bilincindedir. Bkz. "Carlos Tavares: 'Avec la voiture électrique, l'Europe a déroulé le tapis rouge aux constructeurs chinois'", *Le Figaro*, 5 Temmuz 2023.

50 "En Chine, la ligne rouge du virage vert", *Le Monde diplomatique*, Temmuz 2017.

51 "En Chine, 500 manifestations quotidiennes contre la pollution", Novethic, 19 Temmuz 2016.

52 "Environmental protesters rally against illegal concrete plant in Hong Kong amid heavy police presence", Hong Kong Free Press, 4 Şubat 2023.

53 Bu hareketler, üzerlerindeki baskıdan kurtulabilmek için, çoklukla sanatsal anlatım yoluna başvururlar. Bkz. "The creative ways Chinese activists protest pollution", *The Economist*, 18 Ağustos 2022.

54 "En Chine, la ligne rouge du virage vert", *a.g.e.*

55 Burada Freiberg Madencilik ve Teknik Üniversitesi (Almanya) araştırmacılarından Karl Gerald van den Boogaart tarafından gerçekleştirilen ve 2014 yılında Denver'da düzenlenen SME (Society for Mining, Metallurgy, and Exploration) Critical Minerals Conference'ta sunulan çalışmanın başlıca noktalarını aktarıyoruz. Alıntılayan: Dudley Kingsnorth, 5. Annual Cleantech and Technology Metals Summit, Toronto, Nisan 2016.

56 Avustralya'daki Curtin Üniversitesi profesörlerinden Dudley Kingsnorth.

57 "Global rare earth metals market to register a staggering 7.4 % CAGR from 2022 to 2031, reaching US$ 21.7 billion: TMR Report", Transparency

Market Research, Globe NewsWire, 6 Haziran 2023. Ham petrol pazarının 2022 yılında kabaca 2.000 milyar dolardan daha yüksek olduğu değerlendirilmişti. "Sizing up: The oil market vs top 10 metal markets combined", *Visual Capitalist (VC) Elements,* 30 Haziran 2023.

58 Peter Dent ile yapılan görüşme, Electron Energy Corporation, 2011.

59 Dudley Kingsnorth ile yapılan görüşme, 2016.

60 "Giga Shanghai leads Tesla production, capacity surpasses 750K EVs per year", Pandaily (Pekin), 21 Temmuz 2022.

61 Dudley Kingsnorth ile yapılan görüşme, 2016.

62 Bu siyasal tercihler yanlış bir varsayıma dayanıyor ve bu varsayıma göre ABD enerji dengelerini tek başına istediği yöne çekebilir, oysa artık buna Çinliler karar veriyor. Üstelik Washington Pekin'le mücadeleye yanaşmayarak zaten yenilmiş olduğunu kabul ediyor.

63 "Donald Trump hails new era of US energy 'dominance'", *Financial Times*, 30 Haziran 2017.

64 "Arnaud Montebourg: 'L'Europe ne peut plus être à ce point désinvolte sur la mondialisation'", *Le Monde*, 26 Ekim 2016.

65 Doğal kaynaklar stratejisi uzmanı Didier Julienne ile yapılan görüşme, 2015.

66 United Steelworkers'tan Gary Hubbard ile yapılan görüşme, 2011.

67 2002 yılında, Ulusal İstatistik ve Ekonomik İncelemeler Enstitüsü/Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE) verilerine göre, sanayide (inşaat dışında) 3,69 milyon kişi istihdam edilmişti; 2022 yılında ise sadece 3,02 milyon kişi istihdam edilmişti. Bütün bu dönem boyunca istihdam payı sürekli düşmüş, %14'ten %10'a kadar gerilemişti. Buna ilişkin veriler INSEE sitesinde yer almaktadır: "Les comptes de la nation en 2022. Comptes nationaux annuels." "Données détaillées" başlığı altında bkz. "Activité des branches", "Emploi": "Emploi intérieur total par branche en nombre de personnes" (veri kümesi 6.208).

68 2002 yılında (inşaat hariç) sanayi, Fransa'da üretilen zenginliğin (2.800 milyar avro) %28'ini elinde tutuyordu. Olağanüstü iyi bir yıl olan 2022 yılında bu oran %25 idi. 2015 ile 2021 arasında sanayi ortalama %23'teydi. Bkz. INSEE sitesi: "Les comptes de la nation en 2022. Comptes nationaux annuels." "Données détaillées" içinde bkz. "Ressources et emplois de biens et de services", "Production et consommation intermédiaire": Ürüne göre üretim (veri kümesi 5.101-103).

69 Jean-François Dufour, *Made by China. Les secrets d'une conquête industrielle*, Dunod, 2012.

70 Brahma Chellaney, "'La montée du capitalisme autoritaire', principal defi pour les démocraties", *Le Monde*, 9 Temmuz 2016. Pierre-Yves Hénin (Fransız iktisatçı ve tarihçi) ve Ahmet İnsel (Türk iktisatçı ve siyaset bilimci) Çin'in dümen suyunda çeşitli ülkelerde çeşitli biçimlere bürünen bu "ulusal otoriter kapitalizm"in dayanaklarını analiz ediyorlar. Yazarlara göre bu kapitalizm, sistemin etkililiğini kanıtlayan üç ayağa dayanmaktadır: Ekonomik performans, hukuk düzeni veya "yasa yoluyla idare" ve "resmi" milliyetçilik. Bkz. Pierre-Yves Hénin, "La Chine, ou le paradigme du national capitalisme autoritaire", *La Tribune*, 17 Ocak 2022.

71 Bu deyim 2004 yılında Joshua Cooper Ramo (jeostrateji konusunda danış-

manlık bürosu) tarafından önerildi: *The Beijing Consensus*, yay. haz. Foreign Policy Centre (Birleşik Krallık).

72 Bu gerçek, demokrasi ve ekolojik aciliyet bağdaşımı meselesine ilişkin daha geniş bir tartışmada yer alır. Bazıları demokrasilerin verilen sürelerde enerji geçişini gerçekleştiremedikleri kanısındadır. Dennis Meadows bu kişilerden biridir ve şöyle demiştir: "Demokrasilerin zamanımızın varoluşsal sorunlarına (iklim bozukluğu, enerji rezervlerinin azalması, toprak aşınımı, zenginler ile yoksullar arasındaki farkın açılması vb.) çözüm getirmediğini kabul etmeliyiz. Bundan ötürü bireysel özgürlükleri sınırlamamız gerekir mi? Bu soru, toplumun öngörüde bulunma ve ön alıcı değişiklikler yapma kapasitesine sahip olduğunu ima eder, ama bu yönde hiçbir kanıt göremiyorum. Kişisel özgürlükler zaten kısıtlanıyor ve bu eğilimin devam etmesinin kaçınılmaz olduğunu düşünüyorum." Bkz. "Dennis Meadows, scientifique, coauteur du rapport Meadows (1972) sur les dangers de la croissance: 'La montée de l'autoritarisme est inévitable'", *Libération*, 29 Temmuz 2019. Buna karşılık bazıları da demokrasinin güçlenmesinin enerji geçişi açısından olumlu olduğu kanısında; bu kanıda olanlar, sivil toplumun harekete geçmesinin ve bilim insanlarının bu konuya dahil olmasının yarattığı etkiyi vurgularlar. Bkz. "Gouverner la transition écologique: démocratie ou autoritarisme", not sayı 38, *La Fabrique écologique*, Nisan 2021.

73 Zhao Tingyang, *The Tianxia System: An Introduction to the Philosophy of World Institution,* Jiangsu Jiaoyu Chubanche (Maison d'édition de l'éducation de Jiangsu), 2005.

74 Chen Zhanheng ile yapılan görüşme, 2016.

7. Bölüm

Akıllı Füzeler Yarışı

Hollywood nadir toprak elementlerine kendini tutkuyla kaptırdı. Petrol kadar vazgeçilmez hale gelen kaynaklar, Çin tehdidi ve *high-tech* sanayilerin direnci kusursuz bir gerilim filmine malzeme sunabilir. Bu imkân 2010'lu yıllarda televizyonda yayınlanan ve iktidar basamaklarını çıkmak için her şeyden ödün vermeye hazır Frank Underwood (Kevin Spacey tarafından canlandırılıyor) adlı bir Amerikalı siyasetçinin anlatıldığı *House of Cards* başlıklı ünlü dizinin senaristlerinin gözünden kaçmadı. Bu dizinin ikinci sezonundaki entrikalardan biri nadir metaller etrafından döner; doğrusu, senaryonun bazı yanları gerçeğe benziyor.

Bölümlerden birinde Amerikan nükleer reaktörleri açısından elzem olduğu belirtilen samaryum-149 adlı çok nadir bir metalin dünya üretiminin %95'ini elinde bulunduran Çin bu kaynağı Amerikalılara çok pahalıya satmaktadır;[1] bunun sonucunda elektriğin vergi mükelleflerine maliyetinin artacağı ve Washington'da siyasal bir kriz yaşanacağı düşünülmektedir. Bu durumda Frank Underwood'un önerisiyle ABD, Çin tekelini kırmak için samaryumu başka bir satıcıdan almaya karar verir. Böylece, "Çinliler bizimle doğrudan çalışmaya devam edebilmek için [...] [fiyatları] düşürmek zorunda kalacaklar. Kendi savunma ihti-

yaçlarımız için samaryum rezervleri oluşturacağız [...] fazlamızı da el altından müttefiklerimize satacağız" der Underwood.

ABD'nin askeri ihtiyaçlarını karşılamak için nadir metal rezervleri oluşturmak: Pentagon'daki strateji uzmanları bunu uzun uzadıya düşünmüşlerdi. Nitekim bu maden cevherleri Amerikan savaş donanımı açısından vazgeçilmez yere sahiptir: Tanklarda, destroyerlerde, radarlarda, akıllı bombalarda, anti-personel mayınlarda, gece görüş donanımında, sonarlarda hatta ABD donanmasının Basra Körfezi'nde denediği yeni lazer toplarda[2] bile karşımıza çıkarlar (bir savaş uçağında bulunan nadir metallerin dökümü için bkz. Ek 17).

Dahası bu kaynaklar ileride yaşanacağı düşünülen maddi olmayan çatışmalarda strateji açısından gittikçe önem kazanacak. 21. yüzyılda cephelerin sayısı çoğalıyor: Rusya'nın şimdi Ukrayna'da, ama genelde de Batılı devletlerle[3] sürdürdüğü "hibrit" savaşın kanıtladığı gibi, taraflar artık sadece karada değil, havada, uzayda, siber-uzayda ve bunların arasına yerleştirilen bütün medyalarda karşı karşıya geliyorlar. Düşmanın iletişim ağlarını tahrip etmeye, görüntüleri denetlemeye, tarihi yeniden yazmaya, kişilerin görüşlerini manipüle etmeye çalışılıyor... Kısacası ayaklarımızı bastığımız zemini elektronik, medya ve sanal savaşın sofistike biçimleri için terk ediyoruz.[4] Bunlar içinse sunucular, insansız hava araçları, radar uçakları, uydu takımyıldızları, füze fırlatma araçları vs. yani nadir metaller gerekir. Başka deyişle, savaş alanından ne kadar yükselirsek bir o kadar da derine inmek zorunda kalıyoruz.

Fiziksel hacimler anlamında, nadir metallere yönelik askeri gereksinimler çok düşüktür. Askeri sorunlar uzmanı bir Fransız kimliğinin açıklanmaması koşuluyla şu açıklamada bulunuyor: "2023 yılında Fransa'nın metal ihtiyacının ancak %1'i savunma sanayisi tarafından kullanılmıştır." Teknolojik metaller uzmanı bir Amerikalıya göre ABD savunma sanayisi yılda 200 ton, yani dünya üretiminin %0,25'i kadar mıknatıs ithal etmektedir.[5] Buna rağmen Başkan Joe Biden'ın kararıyla ABD bütçesinden 2024 yılı için 842 milyar dolar koparan dünyanın en büyük askeri gücü,[6] stratejik bileşenler silah fabrikalarına gelmezse dünya sıralamasında aşağılara düşecektir.

Rusya'nın 24 Şubat 2022 günü Ukrayna'yı işgal etmesiyle konu yeniden önem kazandı. Aynı Fransız uzman Ekim 2022'de, "ABD'nin Ukrayna'ya verdiği silahların imalatında bazı kritik malzemelerin

bulunmasından Pentagon'un son derece rahatsız olduğunu" vurguluyordu. Dahası, Rusya birçok stratejik metalin başlıca üreticisidir. Amerikan mühimmatın imalatı açısından vazgeçilmez olan antimon da bu metallerden biridir; nitekim bu durum, Savunma Bakanlığı'nı Amerikan topraklarında bu metalin çıkarılabileceği bir maden ocağının yeniden açılmasını desteklemeye itti.[7] Moskova ayrıca, havacılık sanayisinde kullanılabilecek nitelikteki titanın dünya pazarının %40'ını temin etmektedir. Avrupa'nın getirdiği yasaklar uçak motorları ve iniş takımları açısından elzem olan bu kaynağın ithalatını da sekteye uğrattı. Avrupalılar açısından tedarikçilerin çeşitlendirilmesi (yüzlerini özellikle de Güney Afrika'ya çevirmeleri) mutlak bir zorunluluk olarak kendini dayatıyor.

Batı ülkeleri ordularına malzeme temin eden yabancı ülkelerin listesi ise daha da uzundur. Uzmanımız şöyle diyor: "Bu listede [gece görüş sistemleri için elzem olan] galyum ile [daha çok obüs, el bombası ve av tüfeği imalatında kullanılan] tungsten yer alır. Çin bu metalin %60'ını, Rusya %20'sini üretiyor ve bizim stokumuz bile yok. Dımdızlak ortadayız, bir sonraki kriz bu metalle ilgili olarak yaşanabilir."

Şampuanlar, Köpek Tıraş Makineleri ve Yüksek Hassasiyetli Füzeler

Nadir toprak elementlerine dönelim yine: Pentagon ihtiyaçlarını çok uzun süre ABD'de kurulu mıknatıs imalatçılarından tedarik etti. Bu imalatçıların arasında en kritik ve stratejik olanı ise Magnequench idi. Uzmanların dediğine göre Magnequench dünyanın en iyi nadir toprak elementli mıknatıslarını imal ediyormuş: Bu şirketin sanayi tesisleri Boeing şirketinin Afganistan ve Irak savaşlarında kullanılan Abrams tankları ve JDAM akıllı bombalarının üretim zincirinde önemli bir yer işgal ediyordu. Ordunun bu vazgeçilmez tedarikçisi ise Chicago'ya karayoluyla iki saat uzaktaki 32.000 nüfuslu, hiçbir çekici yanı bulunmayan küçük bir kasabada, Valparaiso'da (İndiana) faaliyet gösteriyordu. Eski Magnequench çalışanı Terry Luna bize imalat sahasına kadar eşlik ediyor. Tesisler, biraz paslanmış da olsalar, bunaltıcı yaz sıcağında yerli yerinde duruyor. Binalar dursa da faaliyet konusu değişmiş. Sesi genizden gelen bu tombul hanım şunları hatırlıyor: "Magnequench'te çalışmaya başladığımda, müşteri kabulde görevliydim. Şimdiyse, şu

tabelayı görüyorsunuz: 'Coco Cabana Canin.' İnsanlar köpeklerini getiriyor buraya, köpeklere ayrılmış bir kreş artık burası."

Burayı üzerinde biçimsiz bir tişört ile kot pantolon olan sarışın, genç bir kadın kiralamış. Bizi pek içten karşılıyor. Ardından köpekçiklerin doğum günü kutlamalarının yapıldığı bir holden geçip şampuanla yıkandıkları, tüylerinin kırpıldığı bir mağazaya adım atıyoruz. Malzemelerin hepsi "*made in China*" tabii ki. Gezintimiz ana depoya doğru devam ediyor. Gözyaşlarını tutmakta zorlanan Terry, "Burada eskiden bombalar, güdümlü füzeler ve türlü çeşit silah için gereken mıknatısları depoluyorduk. Hepsini sattılar! Hepsi gitti, köpekler için" diyor. Gerçekten de Magnequench 2006 yılında Valparaiso'daki stratejik fabrikasını kapatmış ve ... Pekin'in 130 kilometre güneydoğusundaki Tianjin kentine taşınmış.[8] "Çinliler endüstriyel sırlarımızı da öğrenip yanlarında götürdüler" diye ekliyor Terry. İki yüz yirmi beş çalışan işten çıkarılmış – en nitelikli işçilerin evcil hayvanlar için üretim araçlarını terk ettikleri bir Amerika'nın trajik fotoğrafı.

Magnequench'in başına gelenler Pekin'in yeni askeri emellerini gösterdiği gibi sanayi gücü olma statüsünü de pekiştirmektedir. Çin ordusu yıllık bütçe açısından ABD ordusunun hemen arkasında ikinci sırada yer alıyor: 2010 yılında 105 milyar olan bütçe 2022 yılında 292 milyar dolara (neredeyse 3 katına) ulaştı.[9] Çin'in hedefi Çin Halk Cumhuriyeti'nin yüzüncü kuruluş yılını kutlayacağı 2049 yılında birinciliği ABD'den almaktır.

Çin ordusu 1980'li yıllarından itibaren üç kez değişime uğradı: Önce öğretisi değişti, çünkü Deng Xiaoping Çin topraklarının bağrında savaşmaktan ibaret olan "halk savaşı" dogmasını terk etti ve yerine "modern koşullarda halk savaşı" dogmasını koydu; Çin ordusu artık ülkenin sınırlarına ve sınır dışına müdahale edebilecekti. Ardından örgütlenmeye geldi sıra, sayının gücü, kalabalık ordu bir kenara bırakıldı ve yerine daha az sayıda ama profesyonellerden oluşan bir ordu getirildi. Son olarak da teknoloji ele alındı; Birinci Körfez Savaşı Pekin'in bu alanda Amerikalılardan geride olduğunun bilincine varmasına yaradı.[10]

Pekin bu üçüncü dönüşümü gerçekleştirmek için emtia tarihinin hayati öneme sahip derslerinden birini mutlaka yeniden düşünmüş olmalıdır. Bu derse göre barış ile metallerin iyi geçindiği pek görülmemiştir.

İnsanlar altı bin yıl önce bakırı eritmekle yontma taşı terk edip daha

keskin ve dayanıklı gereçler kullanmaya başladılar, ama bu ilerleme sayesinde ancak avlanma tekniklerini kusursuzlaştırabildiler. İki bin yıl sonra Sümerler dayanıklı bir bakır ve kalay alaşımı olan bronzu buluncaya kadar bu durum değişmedi. Bu sefer de imparatorluklar ve uygarlıklar kılıçlar, hançerler, baltalar imal etmeye, ordular toplamaya koyuldular ve tarihin ilk silahlanma yarışını başlattılar.[11]

MÖ 1200 yılına doğru günümüz Türkiye'sinin güneyinde, Hititler daha hafif ve daha yaygın bir metal olan demiri eriterek daha kolay kullanılabilen ve daha etkili silahlar tasarladılar. Bazı tarihçilere bakılırsa 15. yüzyıldan itibaren Avrupalıların Amerika kıtalarını fethetmeleri ancak bu silahlar sayesinde gerçekleşebilmiştir.[12]

Çelik ise Avrupa'yı 1914 yılında sanayi savaşına sürükledi. Bu demir ve karbon alaşımı sayesinde ilk obüs kovanları, modern parça tesirli ilk el bombaları, I. Dünya Savaşı'na katılan askerler için daha sağlam miğferler, zırhlı tanklar imal edilebildi; sonra da hepsi bir araya gelip o bildiğimiz muazzam kıyıma giriştiler.

Bir ulus, bir uygarlık, bir devlet eline yeni bir metal geçirir geçirmez bu metalin kullanımına hep müthiş teknik ve askeri ilerlemeler eşlik eder. Yaşanan çatışmalar da hep daha ölümcül olur. Artık modern çatışmaların çehresini değiştirme sırası nadir metallerde, daha çok da nadir toprak elementlerinde. Bunların üretimine ve uygulamalarına hâkim olanın inkâr edilemeyecek askeri ve stratejik üstünlükten yararlanacağını ilk Çin anladı. Dolayısıyla Magnequench'i hedef almak, önce patentlerini, sonra da sırlarını ele geçirmek gayet tutarlıydı.

Buna karşılık Magnequench olayı, ulusal güvenlik açısından ciddi sorunlara yol açtı. Nitekim bu sorunlar CBS (Columbia Broadcasting System) kanalının ünlü *60 Minutes* adlı programda 2015 yılında kamuoyuna aktarılmıştı. Dünyanın ilk sıradaki gücünün savaş teknolojisinin en stratejik bileşenlerinden bazılarını tedarik etmede Pekin'e bağımlı olması için bu fabrikanın Amerikan topraklarından ayrılması yetmişti. Amerika nasıl olmuş da bu kadar kritik bir duruma sürüklenivermişti?

Magnequench "Kızıl Prenslerin" Oklarının Hedefinde

Bütün bu olaylar yaşanırken Amerikan Savunma Bakanlığı'nda üst düzey bir görevli olarak çalışan Peter Leitner bizimle şunları paylaştı:

"Savunma Bakanlığı'nda yirmi bir yıl teknoloji transferiyle ilgili meseleler üzerinde çalıştım. Magnequench olayı bütün bu sürede karşılaştığım en ciddi beş olaydan biridir." Peter Leitner'in görevi Amerika'nın askeri hükümranlığını zorda bırakabilecek her tür teknoloji ihracını incelemek ve gerekirse engellemekmiş. Magnequench'in satılmasına yönelik operasyon aslında fabrikanın taşınmasından çok önce Bill Clinton'ın başkanlığı döneminde, 1990'lı yıllarda başlatılmıştı. Magnequench'in sahibi Amerikalı General Motors grubu Şanghay'da bir otomobil fabrikası kurma izni karşılığında mıknatıs imalatı yapan kuruluşunu Çinlilere satma kararı almıştı.[13]

O dönemde P. Leitner ve çalışma arkadaşları kendilerini başka bir meseleyle boğuşurken bulmuşlardı: Kentucky'de mukim Amerikan grubu Crucible Materials'ın nadir toprak elementli mıknatıs imal eden şirketini, Alberta borsasında işlem göre YBM Magnex International'a satması üzerinde çalışıyorlardı. İlk bakışta YBM tümüyle yasal bir şirket gibi duruyordu, hatta şirket merkezinin ABD'de, Philadelphia'da bir şirket merkezi ve deposu bulunuyordu. Ancak soruşturma derinleştirildikçe bu grubun "kızıl mafya"nın, yani Sovyet devletinin çöküşüyle ortaya çıkan boşlukta gününü gün eden Rus suç şebekelerinin paravanı olduğu kesinleşti. YBM geçmişi şaibeli bir dizi iş insanı ile bağlantılıydı. Bu karanlık kişilerden biri de FBI tarafından daha sonra "uluslararası haydut ve acımasız bir suçlu [...], silah kaçakçılığı yapan, çıkar karşılığı adam öldüren, şantaj yapan, dünya çapında uyuşturucu ve kadın ticareti yapan"[14] biri olarak nitelendirilecek Ukrayna vatandaşı Semion Mogileviç'ti. Bu şirket mıknatıs ticareti kisvesi altında Rusya ve birçok eski komünist blok ülkesinde gerçekleştirilen yasadışı faaliyetlerden elde edilen parayı aklamakta uzmanlaşmıştı.

Bununla birlikte, Crucible Materials'ın mıknatıs imalatı etkinliğinin YBM şirketine satılması 22 Ağustos 1997 tarihinde resmileşti. Bu tarihten itibaren, ülkenin savunma sanayisi için gereken mıknatısların bir kısmının organize suç dünyasının eline geçtiğini söyleyebiliriz. Bu kadar önemli bir sanayi kuruluşunu ele geçiren YBM yöneticileri en tepeden gelen, daha doğrusu dikte edilen jeopolitik çıkarlara mı hizmet ediyorlardı? O sıralar tam bir çöküş içinde olan Rus devletinin böyle bir operasyonu yönetebilmesi pek zordu; kaldı ki bu operasyonun başlıca kahramanlarının hangi gerekçelerle hareket ettikleri bugün bile tam açık değil.

Magnequench'in satılma operasyonunda alıcı tarafın da şüphe uyandırdığı kısa sürede ortaya çıktı. Magnequench'in alıcısı girişim sermayesi şirketi Sextant Group'un başkanı Archibald Cox Jr. adına hareket ediyordu. A. Cox ise 1973 yılında Watergate olayını[15] soruşturan ünlü savcının oğlu olmakla kalmıyordu, tecrübeli bir tüccardı ve bu müthiş kârlı işin gerçekleşmesini çok istiyordu. Leitner'in hatırladığı kadarıyla, her ortama girebilen, becerikli biriydi. Bu satıştan endişe duyan Savunma Bakanlığı'ndaki en üst düzey sorumlulara, "Bana Bay Cox, değil, Archie deyin!" diyerek nüfuz kurmaktan çekinmiyordu. "İnsanlar da kanıyorlardı bu adama, Cox'un her isteğini yerine getiriyorlardı. İnanılmaz bir şeydi."

Ancak Peter Leitner ve çalışma arkadaşlarının, Washington ile Pekin arasındaki ilişkiyi Archibald Cox ve Sextant Group'un yönettiğini anlamaları uzun sürmedi. Tekinsiz Çinli iş insanları Karayipler'deki vergi cennetlerinde kayıtlı göstermelik şirketler aracılığıyla bu satışla ilişkiliydiler. "İçlerinden biri bir 'kızıl prens'ti [Çin Komünist Partisi yönetiminde önde gelenlerden birinin vârisi], daha net söylersek Deng Xiaoping'in damadıydı."

Deng Xiaoping'in stratejik öneme sahip demir içermeyen metaller sektörünün kalıcılığını sağlamak amacıyla, madencilik alanında çalışan dev bir kamu işletmesi olan China National Nonferrous Metals Industry Corporation (CNNMIC) adlı güçlü kuruluşun yönetimini damadı Wu Jianchang'a bıraktığı herkes tarafından biliniyordu.[16] Aynı Wu Jianchang CNNMIC'nin New York'taki bir kolu aracılığıyla Magnequench satışıyla doğrudan ilgilenmekteydi.

Peter Leitner daha sonra Deng Xiaoping'in bir değil, iki damadının da bu operasyonla ilgili olduğunu keşfetti. Çin'in eski önderinin kızı Deng Nan ile evli olan Zhang Hong ise Magnequench'in nihai sahibi olan Beijing San Huan New Materials High Tech Inc. adlı Çin şirketinin başkanıydı. Böylece Amerikan sanayi kuruluşunun satışının sıradan ticari bir alışveriş olmadığı da ortaya çıktı. Bu sorunu üstlerine de bildirdiğini aktaran Peter Leitner, "Bu hikâyede çarpık olan o kadar çok şey vardı ki" diyor. "Bütün bunları defalarca bildirdik, bıkıp usanmadan kendi görüşümüzü de aktardık. Sonuç olarak üst yönetim dediklerimizi dikkate almadı."

Çin'in bu operasyonla, daha 1978 yılından itibaren resmileşmiş bir planı, "on altı karakter politikasını"[17] uygulamaya koyduğu düşünülürse

demokrat yönetimin ataleti daha da şaşırtıcı geliyor. Deng Xiaoping tarafından belirlenen bu strateji, nihayetinde Çin ordusunun güçlendirilmesi amacıyla "ikili" denen teknolojilerin elde edilmesine yönelikti. Nitekim imal ettiği mıknatıslar Amerikan General Motors grubunun otomobillerinde olduğu kadar Amerikan ordusunda da kullanıldığı için Magnequench bu tip teknolojiler üreten işletmelerin en kusursuz örneğiydi.

On altı karakter politikası sağduyuya dayalı bir gözlemle işe başlıyordu: Çin'in ABD'nin dayattığı silah satış ambargosundan ötürü savaş teknolojileri edinmekte zorlandığı hesaba katıldığında, askeri kullanım dışı bilgi ve beceriye sahip yabancı şirketleri satın almak, sonra da bu şirketleri savaş sanayisine yönlendirmek daha kolay olacaktır. Bu strateji ileriki yıllarda Çinlilerin Amerika'yı hedef alan casusluk çalışmalarının görülmedik derecede artmasına yol açacaktı; öyle ki eski bir Amerikan karşı-casusluk sorumlusunun değerlendirmesine göre, "ABD'ye yönelik casusluk söz konusu olduğunda, Çin istihbarat servisleri [dünyanın] en saldırgan servislerinden biridir."[18] Oysa Fransız bir araştırmacıya göre Pekin özellikle iki teknolojiyle ilgileniyordu: İnternet ağındaki savaşı, yani orduların daha etkili olabilmek için bilgi sistemlerini kullanma becerilerini geliştirebilecek teknolojiler ve Magnequench tarafından imal edilen mıknatısları içeren akıllı bombalardır.[19]

Amerikan Seçimlerine Çin Müdahalesi

Başka deyişle, Pekin'in niyet ve davranışlarının farkında olan her Amerikalı siyasetçi Magnequench gibi bir işletmenin mutlaka Çin ordusunun hedefinde olduğunu bilirdi. George Bush Junior, Valparaiso'daki fabrikanın 2006 yılında Çin'e taşınmasını engelleyebilirdi elbette (o dönem başkandı), ama o günlerde ABD terörizme dünya çapında savaş açmıştı ve Beyaz Saray İslamcı fundamentalizmle ilgili olmayan hiçbir tehdidi dikkate almıyordu. Hillary Clinton 2008 yılında Demokratların önseçimlerinde Barack Obama'ya yenildiği sıra, İndiana'da yaptığı mitingde Bush'un Magnequench'in başına gelen uğursuz kadere karşı "hiçbir şey" yapmadığını ileri sürdü. Bunun üzerine bazı nadir metal uzmanları Demokrat aday Hillary Clinton'ın ikiyüzlülüğüne dikkat çektiler: Savunma Bakanlığı'ndan birçok üst düzey yetkilinin uyarılarına hiç kulak asmadan, satışla sonuçlanan görüşmelerin devam etmesine izin veren kişi kendi kocasıydı.

Demokrat yönetim neden böyle lakayt davranmıştı? Magnequench olayı tam da bu noktada karışık bir hal alıyor. Bütün bunlar olurken, gerçekleştirilen bir dizi teknoloji transferi nedeniyle mıknatıs imalatçılarının küçük dünyası kadar Amerikan askeri sanayisi de karışmıştı. Mıknatıs imalatçılarından biri olan Steve Constantinides, Beyaz Saray'ın Pekin'e Amerikan balistik teknolojileri konusunda, üstelik üç-dört yıl boyunca gizli bilgiler aktardığını öğrenen meslektaşlarının yaşadığı şaşkınlığı anlatıyor. "ABD'nin kendi misil teknolojilerine ilişkin sanayi sırlarını Çin'le paylaştığını ve yönetimi buna Bill Clinton'ın zorladığını"[20] ileri sürüyor.

Bu iş nereye dayanıyordu ve ne gibi sonuçlara yol açmıştı? Bu konuda fazla bir şey söylemek istemeyen Steve Constantinides, "Herkesin kendi gerekçeleri var"[21] demekle yetiniyor. Peter Leitner gibi bazıları da (en ufak bir kanıt göstermeseler de) günümüzde söylentiden ileri gitmeyen bir iddiayı paylaşıyorlar: "Bazıları bunun Çin ordusunun Cumhuriyetçilere, Demokratlara, Beyaz Saray'a, hatta Clinton çiftine verdikleri rüşvetin karşılığı olduğunu ileri sürüyorlar."

Peter Leitner daha sonraları başka belgesel yapımcılarıyla gerçekleştirdiği belgesellerde 1990'lı yıllarda Demokrat yönetim ile Çin arasında kurulan gizli ilişkileri sorguladı. Pekin'in 1996 yılındaki başkanlık seçimlerinde yeniden seçilmek amacıyla harekete geçtiğinde Bill Clinton'ı ve onunla aynı listede yer alan Al Gore'u desteklediği, buna bağlı olarak da Demokrat Parti'ye mali destek sağlamaya çalıştığı herkes tarafından bilinmektedir. ABD seçim yasası Amerikan vatandaşı olmayanların seçim sürecine mali açıdan dahil olmasını yasakladığı halde Çin birçok aracı kullanarak kaynak aktarmaya çalışmıştı.

Bu aracılardan biri de Johnny Chung isimli esrarengiz bir Çin kökenli Amerikalıydı. Johnny Chung Clinton çiftine o kadar yakındı ve faaliyetleri o kadar karanlıktı ki kısa sürede Demokrat Parti için Çin'den gönderilen mali kaynakları yönlendiren birkaç kişiden biri olarak ün kazandı. Bu iş insanının Çin ordusundaki üst düzey sorumlular tarafından dolaylı yoldan iletilen paraları Beyaz Saray'a getirdiği ortaya çıktı.

Amerikan basınının ele aldığı bu olayları, Peter Leitner de tanık olarak yer aldığı bir belgeselde açıkladı.[22] 1993 ile 1995 yılları arasında CIA başkanı olan James Woolsey belgesel yapımcısının sorunlarını cevaplamayı kabul etti. Yapımcı kendisine Bill Clinton'la iki yılda

neden sadece iki kez görüştüğünü, buna karşılık Johnny Chung'ın aynı dönemde Beyaz Saray'a elli sekiz kez gittiğini de sormuş. Peter Leitner'in hatırladığı kadarıyla Woolsey buna cevap verememiş, ama sonunda, "*President's calendar speaks for itself*" [Başkanın programı her şeyi anlatıyor] deyivermiş. Öte yandan, Johnny Chung yapılan mali yardımın kaynağı olan bir Çin Halk Ordusu üst düzey mensubunun Los Angeles'taki kaynak toplama gecesinde başkan ile kişisel olarak görüşmesini de sağlamış.[23] Yargı kısa bir süre sonra konuya el attı.[24] *The Washington Post* Çin'in ABD'nin işlerine dahil olma girişimlerinin koordinasyonunu sağlamakta Washington'daki Çin Büyükelçiliği'nin başrolü oynadığına dikkat çekti ve federal yetkililerin bu konuda soruşturma başlattığı haberini yaydı.[25] Bunun sonucunda Demokrat Parti kendisine yapılan milyonlarca dolar tutarındaki bağışları sahiplerine iade etmek zorunda kaldı.

"Chinagate" adı verilen bu muazzam skandal aralarında bavulcu Johnny Chung'ın da olduğu onlarca kişinin tutuklanmasına neden oldu. Buna karşılık Demokrat Parti'nin yüksek mercileri hiç rahatsız edilmedi; zamanın Adalet Bakanı Janet Reno dönen bütün bu dolapların aydınlatılması amacıyla özel bir savcı atamayı bile reddetmişti. Donald Trump'ın özel yetkili savcı Robert Mueller tarafından 2016 yılı seçim kampanyası sırasında Rusya ile bağlantılı olduğu iddiaları[26] kılı kırk yararcasına soruşturulmuşken, Washington'un çıkarlarına çok daha zararlı bir ülkenin dahil olduğu ve açığa çıkmış diğer bir skandalı kimsenin hatırlamaması ilginçtir.

Demokratlar tarafından alınan gizli sübvansiyonlar Başkan Clinton'ı teknolojik sırları teslim etmeye zorlamış olabilir mi? Bu bizce müthiş bir suçlama. Acaba Beyaz Saray bu teknoloji aktarımının strateji uzmanlarının söylediği kadar stratejik olmadığını sandı veya Magnequench patentleri ellerinde olsa da olmasa da Çinlilerin kısa vadede nasıl olsa bu teknolojiye sahip olacağını mı düşündü? Birçok karanlık nokta var ve bunlar belki de hiç aydınlatılamayacak. Ne olursa olsun Peter Leitner, "Clinton yönetimi Çinlilerin istediği hemen her şeyi onaylamaya yatkındı" iddiasında bulunuyor ve aylarca soruşturmaya layık olan şu soruyu havada bırakıyor: Nadir toprak elementli mıknatıslar kokuşma, kinizm ve iktidar açlığının birbirine karıştığı bir yap-bozun kilit parçası mıydı?

Güney Çin Denizi'ne Girmek Yasak

Kesin olan bir şey varsa diye vurguluyor Peter Leitner, o da, "Çinliler[in] uzun menzilli füzelerini mükemmelleştirmek için gerek duydukları teknolojiyi Magnequench'i satın alarak edindikleridir." Bu durumda mesele prensipte Guam Adası'ndaki Amerikan üssüne ulaşabilecek kapasitedeki Dongfeng-26 balistik füzelerinin ve 2015 yılında Pekin'de düzenlenen gösterişli bir askeri geçit resmi ile Çin'in tüm dünyaya tanıttığı Dongfeng-21D gemisavar roketlerinin bu eski Amerikan teknolojisiyle donanıp donanmadığıdır.

"Uçak gemisi katili" adıyla anılan ve 2010 yılında kullanıma giren DF-21D Pekin'in son yıllarda uygulamaya koyduğu Güney Çin Denizi'ne "erişimi engelleme" politikasının bir ayağını oluşturuyor. Çin kıyılarından Vietnam'ın güneyine kadar uzanan bu okyanus şeridini denetlemek Pekin'in stratejik derinliğini artırmakta, inanılamayacak kadar çok miktarda *offshore* hidrokarbürden yararlanmasını sağlamakta, dünya petrol ticaretinin yarısı üzerinde üst gözetimde bulunmasına yaramaktaydı. Bu durum ve doğurduğu sonuçlar Japonya, Güney Kore, Vietnam, Filipinler ama en önemlisi de ABD tarafından kabul edilemezdi. Nitekim Amerika'nın savaş gemilerinin %60'ı Pasifik'te bulunuyor.[27] Günümüzde bu bölgede deniz kaynaklı olay yaşanmadan tek bir ay bile geçmiyor; öyle ki artık buraya "denizdeki barut fıçısı" adı verilmiş ve Çin ile Amerika arasındaki muhtemel bir çatışmanın kıvılcımı buradan çakabilecek gibi duruyor.[28]

Dünya ölçeğinde Batı'nın askeri üstünlüğü tartışılmazdır: ABD silahlanma harcamalarının %40'ını yapıyor, Çin ise ancak %13'ünü.[29] Ancak Pekin'in ileri balistik teknolojilere sahip olması ile Güney Çin Denizi'ndeki güç ilişkileri çoktan değişti. Peter Leitner şöyle bir öngörüde bulunuyor: "İleride bir savaş çıktığında çok daha sağlam, daha donanımlı ve teknolojik açıdan olmaması gerektiği kadar ileri bir düşmanla karşı karşıya gelecek ordumuz. Bu da Pasifik Okyanusu'ndaki mevzilerimizin gerileyebileceği anlamına geliyor."

Çin dünyanın ikinci ekonomik gücüdür ve ABD ile ilişkileri son yıllarda iyice bozuldu. Başkan Donald Trump görev süresince Pekin ile ticaret alanında bilek güreşine girişti. Yerine gelen Joe Biden da devam ettiriyor bu sertlik siyasetini. ABD'nin Tayvan konusundaki gelenekselleşmiş muğlak siyasetini 2022 yılında terk eden Biden adaya saldırıl-

ması durumunda savunacaklarını bile dile getirdi.[30] Bu tür açıklamalar olayları tırmandırabilir ve orta vadede doğrudan çatışmaya yol açabilir. Böyle bir bağlamda ABD acaba kendisine kritik bileşenlerden bazılarını sağlayan rakibi karşısında zayıflamış sayılmaz mı? Çin Washington'un bu bağımlılığını ticari görüşmeler sırasında uygun bir anda nadir toprak elementleri kâğıdını ileri sürerek ya da ABD'yi askeri açıdan rahatsız ederek kötüye kullanmayacak mı?

Şurası kesin: Bu dosyaları takip etmesi gereken Amerikan istihbarat servisleri son yıllarda, hatta onlarca yıldır nadir toprak elementleri (genelde de nadir metaller) konusuyla o kadar ilgisizler ki işleri çok zor. Texas Mineral Resources adlı madencilik şirketi başkanı Anthony Marchese 2014 yılından başlayarak, 2010-2013 arasında CIA başkan yardımcılığı yapan Michael Morell'e kuruluşunun bu dosyayı nasıl ele aldığını bizzat sorduğunu hatırlıyor. "O zaman Morell bana, 'İyi haber şu ki bu sorunun cevabı posta kutumda, ama işin kötü tarafı, posta kutumda en aşağılarda olması; Beyaz Saray ne yazık ki CIA'ya nadir toprak elementlerinin öncelikli olduğunu hiç belirtmedi' dedi."

Yine de son yıllarda Amerikan yönetimi yavaş yavaş uyanıyor gibi. Başkan Trump'ın 21 Temmuz 2017 tarihinde Amerikan savunma sanayisinin lojistik zincirlerinin dayanıklılığını değerlendirmek ve güçlendirmek amacıyla bir rapor hazırlanmasını emretmesiyle başladı uyanış.[31] Başkana 2018 yılı ilkbahar aylarında arz edilen rapor, ülkenin askeri hükümranlığının teminatı olan Amerikan sanayi kuruluşlarına ilişkin bir veri tabanı sağlıyordu. Bu raporun en önemli yanı ise "zafiyet noktalarını teker teker" belirtmesiydi, başka deyişle ortadan kalktıklarında Amerikan savunma sanayisinin bütünüyle felç olacağı işletmeleri ve fabrikaları belirtmesiydi. Anthony Marchese bu konuda daha fazlasını öğrenmek istedi ve 2017 yılı Eylül ayında söz konusu raporu kaleme alanlardan biriyle Beyaz Saray dışında bir kafede buluştu. Görüşmeden çıkan sonuç şuydu: "ABD'nin nadir toprak elementlerini Çin'den tedarik etmesinden Beyaz Saray da [daha o zaman bile] memnun değildir. Bunun için de yönetim askeri sözleşmelere bir "Buy American Clause" eklemeyi düşünmektedir. Eklenen bu koruyucu madde uyarınca savunma sanayisinde etkin olan Amerikalı gruplar askeri bileşenlerini sadece ABD'den tedarik etmek zorunda olacaklardır. Mantıken bu sayede

nadir toprak elementlerinin Amerikan topraklarından üretilmesi ve dönüştürülmesi teşvik edilecektir.[32]

Öte yandan 2018 yılında Başkan Trump'ın ticaret bakanı Wilbur Ross, Çin'den çelik ve alüminyum ithalini engellemek istediğini de açıkladı. Bu malzeme sadece gazlı içecek kutusu yapmakta değil, birçok silahta da kullanılıyor. Sözlerini doğrulamak için şöyle diyor: "Askeri sanayimizin tam da çok yüksek nitelikli alüminyuma ihtiyacı varken, biz gittikçe daha az üretiyoruz ve havacılık sanayisinde kullanılan nitelikte alüminyum sadece bir üretici tarafından temin ediliyor."[33]

Başkan Biden bu konuda önceki yönetimin çalışmalarını özenle devam ettirdi. Başkan görevi devralmasından birkaç ay sonra, kritik kaynaklar konusunda Amerika'nın zayıf noktalarının yeniden değerlendirilmesini emretti. 2021 yılı Haziran ayında kamuya açıklanan bu rapor şaşırtmayan bir değerlendirme sonrasında "tedarik zincirlerinin ciddi şekilde kopma tehlikesi taşıdığını" belirtir ve bu kaynakların Amerikan topraklarında üretilmeye ve dönüştürülmeye yeniden başlanması gerektiğini tavsiye eder.[34] Yapılan bu tavsiyelerin peşinden ertesi yıl sonuç alınmaya başladı ve Avustralyalı Lynas şirketi tarafından Teksas'ta[35] federal kaynaklar kullanılarak ağır nadir toprak elementlerini arıtma fabrikası yanında yine Teksas'ta Amerikalı MP Materials grubu[36] tarafından nadir toprak elementli mıknatıs fabrikası kurulmasına karar verildi.

Amerikan askeri sanayi kompleksine *made in America* mıknatıs sağlayacak bu ilk tedbirlerin sonuç vermesini beklerken Washington, yıllardır Demokrat ile Cumhuriyetçi yönetimleri ve devrim niteliğindeki Lockheed Martin F-35 Lightning II savaş uçağı üreticilerini içinden çıkılmaz ikilemlerle karşı karşıya bırakan zorlukların benzerlerini yaşayabilir.

Çin'in Mıknatısları Pentagon'u Salladığında

Bu işin başlangıcı ABD'nin silah sanayisinde kullanılacak özelleşmiş metalleri yabancı tedarikçilerden satın almasını yasaklayan yasanın oylandığı 1973 yılına uzanır.[37] Yasa koyucu, Amerikan askeri envanterinde kobalt, zirkonyum ya da titan temelli bileşenlerin gittikçe önem kazanması karşısında, bu tür ürünleri sağlayabilecek ulusal bir sanayi dokusunu kalıcı kılmanın savaş zamanında ABD'ye tedarik açısından hükümranlık kazandıracağına hükmetti.

1990'lı yıllarının başında dünyanın ilk sıradaki ordusu muazzam bir işe kalkıştı: Amerikalı savunma sanayi grubu Lockheed Martin tarafından Fransız Rafale'a rakip olmak üzere geliştirilen beşinci kuşak savaş uçağı F-35'i üretmek ve uçurmak. ABD'nin birçok müttefiki tarafından da finanse edilen bu hayalet uçak projesi şimdiye kadar 412 milyar dolara mal oldu.[38] Böylece Amerikan ordusunun o güne kadarki en yüksek maliyetli programı halini aldı. ABD'nin bu programdan beklentileri vergi mükelleflerine çıkarılan fatura kadar yüksek: F-35 göklere hâkim olmakla kalmayacak, aynı zamanda savunma sanayisini ve ticaret dengelerini güçlendirip on binlerce istihdam yaratacaktır. Lockheed Martin yılda yüz elli kadar F-35 üreterek birçok ülkenin (ABD elbette, ama aynı zamanda Kanada, Avustralya, Birleşik Krallık, Almanya, Polonya, İsrail ve hatta Güney Kore'nin)[39] siparişlerini karşılamaya çalışıyor.

Ancak Lockheed Martin'in en önemli iki alt yüklenicisi olan Northrop Grumman ve Honeywell 2012 yılı Ağustos ayında F-35 savaş uçağındaki bazı radarlarda, iniş takımları ve bilişim sistemlerinde kullandıkları nadir toprak elementli mıknatıslar konusundaki kaygılarını Amerikan yönetimine bildirdiler. Nitekim Northrop Grumman fabrikadan çıkan yüz on beş hayalet uçaktaki radarların, ABD'de hâlâ üretime devam eden son birkaç mıknatıs imalatçısı tarafından değil, rakip bir Çinli firma olan ChengDu Magnetic Material Science & Technology Co. Tarafından üretilen mıknatısları içerdiğini ortaya çıkardı. Anlaşıldığı kadarıyla, pek özenli olmayan bir aracı, Amerikan yönetmeliklerinin arkasından dolanmıştı... Başka deyişle, F-35 programının bazı yönlerine yasadışı işlemlerin gölgesi düşmüştü. Dolayısıyla bu bileşenlerin satın alımına devam edilemezdi.

Pentagon durumdan haberdar edildi ve ABD ordusunun satın alma, lojistik ve teknolojiden sorumlu müsteşarı Frank Kendall bu dosyayı ele aldı. Karmaşık bir durumla karşı karşıyaydı: Amerikalı bir mıknatıs üreticisinin bu değerli bileşenleri Çinlilerin yerine sağlamasını beklemek F-35'lerden öngörüldüğü kapsamda hizmete alınmasını geciktirebilecekti. Öte yandan hizmette olan bütün hayalet jetleri sökmek ve suç unsuru mıknatısların yerine Amerika'da üretilmiş olanları koymak muazzam masraflı bir işti.

Bunun üzerine Pentagon Amerika'nın ulusal çıkarı söz konusu olduğunda 1973 tarihli yasaya getirilebilecek bir istisnai durum maddesini

işletmeye çalıştı. Buna rağmen bazı üst düzey görevliler hâlâ kuşku içindeydi: Çinlilerin F-35 için üretimde bulunan sanayi kuruluşlarına sadece cevher değil, casus yazılım da içeren nadir toprak elementli mıknatıs verip vermediklerinden nasıl emin olabilirlerdi? Kısacası 400 milyar dolarlık bu programa tanesi en fazla 2 dolar eden birkaç mıknatıs tarafından "mikrop bulaştırılmış" olabilir miydi? ABD nadir metaller üretim zincirinin son aşamalarını Çinlilere terk etmekle rakiplerine askeri sırlarını çalma ve arayı kapatma fırsatı vermemiş miydi?

Bu sorular ABD'nin daha önce defalarca kendisine yönelttiği daha geniş bir ulusal güvenlik sorusunu gündeme getiriyordu: Çinlilerin Batılı ülkelerin orduları dahil olmak üzere bütün dünyaya sattığı, nadir metal içeren mikro-işlemcilere ve diğer bitmiş ürünlere Truva atları yerleştirmediğinden nasıl emin olunabilir? 2005 yılında Pentagon tarafından yayınlanmış bir raporda Amerikan ordusunda kullanılan silahlarda çok sayıda yer alan elektronik sistemlere yerleştirilmiş olabilecek kötü amaçlı virüslerin, çatışmanın orta yerinde teçhizatın doğru çalışmasını engelleyebileceğinden söz edilmişti.[40] Pentagon son derece önemli başka silahlarda da (Boeing tarafından geliştirilen uzun menzilli bombardıman uçağı Rockwell B-1 Lancer, Lockheed Martin'in bazı F-16 avcı uçakları ve Raytheon tarafından üretilen en yeni savunma amaçlı SM-3 Block IIA misilleri) Orta İmparatorluk'tan alınmış hammaddeler bulunduğunu ortaya çıkarınca bu endişeler daha da büyüdü.

Frank Kendall, Lockheed Martin'den buna bir çözüm bulmasını talep etti. Çözüm bulununcaya kadar mıknatısları teker teker söküp değiştirmek de söz konusu olamazdı. Çin ve Rusya kendi hayalet avcı uçaklarını geliştirmekteyken dünyanın bir numaralı ordusu ile birçok Batılı müttefikin teknolojik üstünlüğü tehlikedeydi. Pek zamanı kalmayan, bütçe kısıtlamalarıyla boğuşan ve Çinlilerin elektronik bileşenlere zararlı yazılımlar doldurma riskinin uydurma olduğuna hükmeden Frank Kendall kararını verdi ve kesip attı: 1973 tarihli yasanın öngördüğü abluka ChengDu Magnetic Material Science & Technology Co. tarafından üretilen bazı nadir toprak elementli mıknatıslara uygulanmayacaktı. Böylece ChengDu Magnetic Material Science & Technology Co. F-35'in resmi tedarikçisi oldu.[41]

ABD'nin Çin mıknatıslarından vazgeçemeyeceği görülmüştü; Anthony Marchese 2017 yılında yaptığımız bir görüşmede Pentagon'un

muafiyetin devamında ısrar ettiğini bildirdi: "F-35 üreticisi sanayi kuruluşları nadir toprak elementlerini Çin'den satın almaya devam edeceklerdir. Nokta." Ama bu nokta, konu yeniden gündeme gelinceye kadar konulmuştu sadece. Nitekim Eylül 2022'de Pentagon dünyanın ilk sırada yer alan gücü tarafından imal edilen 825 adet örnek uçakta meşhur Çin malı mıknatıslar kullanıldığı için yeni F-35 teslim etmeyi reddetti.[42] Aynı nedenler aynı sonuçlar doğuracağı için, dosyayı bu sefer Kendall'ın yerine geçen William LaPlante devraldı. Amerikan üretim aygıtının bu bileşenleri Pentagon'a tedarik edemeyeceğini gören yeni devlet bakanı yardımcısı birkaç hafta sonra üretim zincirinde bulunan F-35'ler için yeni bir muafiyet izni imzalamak zorunda kaldı.

Ancak bu karar bir kısıtlamayı da beraberinde getiriyor; muafiyet uygulanan F-35'lerin teslim tarihi olan 31 Ekim 2023'ten sonra başka hiçbir hayalet uçak Çin'den gelen mıknatıslarla teslim edilmeyecekti.[43] Dahası, 23 Aralık 2022 tarihinde resmen yayınlanan bir yasa uyarınca, Savunma Bakanlığı'nın bütün tedarikçileri nadir toprak elementleri ya da nadir metal içeren mıknatısların üretimlerinin her aşamasında izlemek ve nereden geldiğini otuz ay içinde bildirmekle yükümlüdür.[44] Açıkça görüldüğü gibi Pentagon Çinli rakibine artık daha az bağımlı olmak istiyor. Öte yandan Amerika topraklarında 2025 ya da 2026 yılına kadar mıknatıs üretmek üzere birden çok fabrika açılması öngörüldüğüne göre, ABD'nin izlediği siyaseti gerçekleştirmeyi sağlayacak araçları adım adım edindiğini söyleyebiliriz.[45]

DİPNOTLAR

Samaryum-149 nükleer santrallerde nötronları emer, yani nükleer yakıtın fizyon oranını düşürür, reaktifliğini azaltır.
Nadir toprak elementlerinin ABD'nin savunma sistemindeki önemi çok sayıda raporda ele alınmıştır. Bu incelemelerden bir tanesini anmak isteriz: *Building Resilient Supply Chains, Revitalizing American Manufacturing, and Fostering Broad-Based Growth*, The White House (Beyaz Saray), Haziran 2021 adlı belge içinde yer alan "Review of critical minerals and materials – Department of Defense" başlıklı bölüm. Hollanda merkezli bir araştırma merkezi tarafından düzenlenen daha yeni bir rapor ise Avrupa savunma sanayisinin ihtiyaçlarını ele alır: *Strategic Raw Materials for Defence Mapping European Industry Needs*, The Hague Centre for Strategic Studies, Ocak 2023.

3 Bu tip çatışmalar konvansiyonel askeri imkânları ve kamuoyunu etkilemeyi amaçlayan dezenformasyon stratejilerini birlikte kullanır. Bkz. "C'est le deuxième front de la guerre russe: la déstabilisation, la désinformation et tout ce qui peut être instrumentalisé pour contrer l'influence de l'UE", *Le Monde*, 15 Mart 2023.

4 Jean-Claude Guillebaud, *Le Commencement d'un monde. Vers une modernite métisse*, Seuil, 2008.

5 Jack Lifton ile yapılan görüşme, Technology Metals Research, 2016.

6 "Department of defense releases the president's fiscal year 2024 defense budget", basın bülteni, U.S. Department of Defense, 13 Mart 2023.

7 "Perpetua Resources gets DOD funding to study antimony production from Stibnite gold project", mining.com, 20 Eylül 2022.

8 Magnequench fabrikasının taşınmasının ayrıntılı tarihi için bkz. Charles W. Freeman III, "Remember the Magnequench: An object lesson in globalization", *The Washington Quarterly*, The Center for Strategic and International Studies, 2009, s. 61-76.

9 Bununla ilgili veriler için bkz. Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI): SIPRI Military Expenditure Database, milex.sipri.org/sipri.

10 Thierry Sanjuan, "L'Armée populaire de libération: miroir des trajectoires modernes de la Chine", *Hérodote*, sayı 116, 2005.
Miken uygarlığı refahını ve zenginliğini, başta Truvalılar olmak üzere düşmanları karşısındaki askeri üstünlüğünü bu donanım sayesinde elde etmişti. İnkalar ve diğer And kültürleri ancak bakırı ve bronzu kullanabilirken Konkistador'ların demirde ustalaşmış olmaları 15. ve 16. yüzyıllarda Amerikaların hızla fethedilmesini açıklayan etkenlerden biridir. Bkz. Éric Chaline, *50 minéraux qui ont changé le cours de l'histoire,* Le Courrier du Livre, 2013.

13 Bkz. N. Mancheri, L. Sundaresan ve S. Chandrashekar, "Dominating the world: China and the rare earth industry", National Institute of Advanced Studies, Bangalore, Hindistan, Nisan 2013.

14 "'Panama Papers': les affaires offshore des trafiquants et des vendeurs d'armes", *Le Monde*, 4 Temmuz 2016.

15 Watergate olayı Başkan Richard Nixon'ın 1974 yılından görevinden istifa etmesiyle sonuçlanmıştı.

16 Bkz. "China's first family comes under growing scrutiny", *The New York Times*, 2 Haziran 1995.

17 Bu siyasetin buyruk niteliğinde dört ilkesi vardı: "Askeri olan ile olmayanı karıştırıp düzenlemek", "barış ile savaşı birbirini katmak", "askeri donanıma öncelik vermek" ve "sivil olanın askeri olanı desteklemesinin yolunu açmak". Bu ilkeler birlikte ele alındıkları on altı ideogram ortaya çıkar ki bu da "on altı karakter" demektir.

18 "China's spies 'very aggressive' threat to U.S.", *The Washington Times*, 7 Mart 2007.

19 Hugo Meijer ile yapılan görüşme. Meijer o tarihte Institut de recherche stratégique de l'École militaire [Askeri Okul Stratejik Araştırma Enstitüsü] (IRSEM) araştırmacısıydı, 2016.

20 Steve Constantinides ile yapılan görüşme, Arnold Magnetic Technologies, 2016.

21 *A.g.y.*

22 Scott Wheeler, "Trading with the enemy: How Clinton administration armed communist China", *American Investigator (Free Republic),* 13 Ocak 2000.

23 "Illegal fundraiser for the Clintons made secret tape because he feared being ASSASSINATED over what he knew – and used it to reveal Democrats' bid to silence him", *The Daily Mail,* 23 Şubat 2017.

24 "Democrats Return Illegal Contribution", *Los Angeles Times*, 21 Eylül 1996.

25 "Chinese embassy role in contributions probed", *The Washington Post*, 13 Şubat 1997.

26 Soruşturma sonuçları 2019 yılı Nisan ayında açıklanmıştı. "G.O.P.-led senate panel details ties between 2016 Trump campaign and Russia", *The New York Times*, 18 Ağustos 2020.

27 Pasifik filosu 200 gemi ve 150.000 Amerikalı deniz piyadesinden oluşur. Aynı alanda 350 gemisi bulunan Çin ise son yirmi yılda filosunu on kat büyüttü. Bkz. "The state of the U.S. Navy as China builds up its naval force and threatens Taiwan", CBS News, 2 Temmuz 2023.

28 Bkz. "La mer de Chine méridionale, l'autre versant de la rivalité sino-américaine en Asie", *Le Rubicon*, 13 Ekim 2022. Hindistan-Pasifik bölgesindeki Çin, Hindistan ve ABD'nin beklentilerini ve deniz stratejilerini Avrupa Parlamentosu'nun yaptığı kısa bir sentez gayet iyi özetlemektedir. Bkz. "Geopolitics in the Indo-Pacific: Major players' strategic perspectives", Briefing for the European Parliament, European Parliamentary Research Service, Temmuz 2023.

29 Dünyanın askeri harcamaları 2022 yılında 2.200 milyar dolara yükseldi. Bkz. SIPRI Military Expenditure Database, *a.g.e.*

30 "Joe Biden affirme que les États-Unis défendraient Taïwan en cas d'invasion chinoise; la Chine fustige de 'graves' propos", *Le Monde*, 19 Eylül 2022.

31 Presidential executive order 13806 – Assessing and strengthening the manufacturing and defense industrial base and supply chain resiliency of the United States", United States Government Publishing Office (GPO), 21 Temmuz 2017.

32 "It's not Buy America: Admin aide on Trump's sweeping industrial base study", *Breaking Defense*, 25 Temmuz 2017.

33 "Après l'acier, Trump prêt à lancer une guerre commerciale de l'aluminium", *Les Échos*, 27 Nisan 2017.

34 *Building Resilient Supply Chains* (...), Beyaz Saray, *a.g.e.*
35 Étienne Goetz, "Le Pentagone sécurise le raffinage de terres rares sur le sol américain", *Les Échos*, 15 Haziran 2022.
36 "MP Materials begins construction on Texas rare earth magnetics factory to restore full U.S. supply chain", MP Materials, 21 Nisan 2022.
37 Bu yasa 2009 yılında elektro-mıknatısları da kapsar hale getirildi.
38 "F-35's new $412 billion cost estimate is a modest increase by its standards", Bloomberg, 28 Eylül 2022.
39 "F-35 production challenged to keep up with demand", *Air and Space Forces Magazine*, 3 Temmuz 2023.
40 "Defense Science Board task force on high performance microchip supply", Office of the under secretary of Defense for acquisition, technology, and logistics, Defense Science Board (DSB), ABD, 2005.
41 "Exclusive: U.S. waived laws to keep F-35 on track with China-made parts", Reuters, 3 Ocak 2014.
42 "F-35s all contain banned China-made alloy, Pentagon says", Bloomberg, 9 Eylül 2022.
43 "With Pentagon waiver, deliveries resume of new F-35s with chinese magnets", *Air and Space Forces Magazine*, 11 Ekim 2022.
44 *Public Law 117-263*, 117. Kongre, 23 Aralık 2022.
45 MP Materials, Quadrant Magnetics, USA Rare Earth ya da mıknatısların geri dönüşümünde yenilikler yapan Noveon gibi birçok şirket kalıcı mıknatıs üretimlerini yeniden Amerikan topraklarına taşıyor. Noveon yöneticisi üretimin tam kapasite olan yılda 2.000 ton mıknatısa 2024 ya da 2025 yılında varacağını öngörüyor. 1973 yılından bu yana nadir toprak elementli mıknatıs imal eden bir Alman şirketi olan Vacuumschmelze de 2026 yılında ABD'de bir fabrika açmayı öngörüyor. Bkz. John Ormerod, "Reshoring of the US rare earth magnet industry", *Knowledge Ridge,* 7 Nisan 2023 ve "Meet the Texas startup that recycles rare-earth magnets, bypassing China", *Forbes,* 10 Mayıs 2023. Nadir toprak elementli mıknatıs tipleri ve bileşimleri konusunda daha fazla bilgi için bkz. Vacuumschmelze (vacuumschmelze.com/products/permanent-magnets).

8. Bölüm

Madencilik Alanı Genişliyor

Nadir metallere olan ihtiyacımız çeşitlenirken bir yandan da kat kat artıyor: Yeşil enerjiler üretiliyor, elektrik aktarılıyor ve depolanıyor, mikro-işlemciler kullanılıyor, uzay ve savunma sanayileri kuruluyor, kripto paralar dolaşıma giriyor, üretici yapay zekâ kullanılıyor. Nadir metallerin mucizevi yeni bir özelliğinin, görülmedik bir uygulamasının bulunmadığı tek bir gün bile geçmiyor. Teknolojik amaçlarımızın, daha yeşil bir dünya isteğimizin hayallerimizden başka sınırı yokmuş gibi; gezegenin de bize ayak uyduracağını düşünüyoruz! Madencilik alanını bütün gezegeni kaplayacak kadar genişletelim öyleyse. Öngörülerimiz ne olursa olsun, zenginliklerini bize sunacak dağda bir dönüm araziyi, tepedeki bir köşeyi, vadideki bir toprak parçasını bulacağız hep; biz de buralardan etkin ilkeyi, nadir toprak elementleri dediğimiz, kobalt, lityum, grafit, galyum vb. o tanrısal parçacıkları çekip çıkartabileceğiz... Bir de bakır, demir, alüminyum gibi daha bol olsalar da yeni teknolojilerin vazgeçemeyeceği metaller var elbette.

Hiçbir şey imkânsız gibi görünmüyor ilk bakışta: Dünya ekonomisi açısından asli yere sahip on dört maden cevherinin yıllık üretimi I. Dünya Savaşı ertesi ile 2007 yılı arasında yirmi kat arttı.[1] Daha kısa bir dönemde, 2002 ile 2015 yılları arasında insanlık 20. yüzyılın ba-

şından itibaren yeraltından çıkarılan bütün metallerin üçte birini çekip alabildi![2] Üstelik bu artış tüketim alışkanlıkları, servet birikimi, sahip olunan taşınmazların sayısı, gönderilen ve alınan elektronik veri miktarı, küresel ısınma vb. hemen hemen bütün göstergeler için geçerlidir.

O halde gelecek yüzyıl bize neler vaat ediyor? Dünyanın gayri safi hasılası yılda %2,5 artmaya devam ederse bugünden 2050'ye iki kat artacak demektir.[3] Başka deyişle, bu mantığa göre, siz bu satırları okurken inşa edilen her şey, tüketilen, değiş tokuş edilen ve atılan her şey aradan bir kuşak dahi geçmeden kabaca ikiye katlanacak. İki kat daha çok kule, otoyol kavşağı, lokanta zinciri, "bin inekli çiftlik."[4] Airbus uçak, elektronik atık, veri depolama merkezi vb. olacaktır. Araba sayısı, internete bağlantılı nesne sayısı, buzdolabı, dikenli tel, yıldırımsavar vb. iki katına çıkacaktır. Demek ki nadir olan ya da olmayan iki kat metale ihtiyaç duyulacak.

Metal Kıtlığına Doğru mu Gidiyoruz?

Gelecekteki ihtiyaçlarımıza ilişkin bazı değerlendirmeler yapılıyor. 2015 yılında Paris'te iklim görüşmeleri devam ederken Bourget'de düzenlenen bir sempozyumda bir avuç uzman bazı sonuçları daha o zaman bile açıklamıştı.[5] Dediklerine göre, 2040 yılına kadar bugüne kıyasla 3 kat daha çok nadir toprak elementi, 5 kat daha fazla tellür, 12 kat daha fazla kobalt ve 16 kat daha fazla lityum çıkarmış olacağız. Ayrıca 1. Bölüm'de gördüğümüz gibi yeni gelen sayılar daha da yüksek: Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) tarafından 2021 yılında yayınlanan bir raporda insanlığın 2040 yılında 2020'ye kıyasla 42 kat daha fazla lityum, 25 kat daha fazla grafit, 21 kat daha fazla kobalt ve 7 kat daha fazla nadir toprak elementi çıkaracağı öngörülüyor[6] (bkz. Ek 4). Biraz daha kuşbakışı bir perspektif benimseyelim: CNRS bünyesinde çalışan araştırmacı Olivier Vidal *high-tech* yaşam tarzlarımızı desteklemek için orta vadede gereken tüm metalleri ele alan bir inceleme gerçekleştirdi.[7] Çalışmaları 2015 yılında yayınlandı[8] ve BBC'de haber oldu. Daha sonraki birkaç yıl boyunca Olivier Vidal Avrupa'da çoğunluğu öğrencilerden oluşan kitleler karşısında otuz kadar konferans verdi. Bundan daha ileri gidilmeli.

Oysa yaptığı inceleme dünyadaki bütün devlet başkanlarının başucu kitabı olmalıydı. En yaygın kabul gören büyüme beklentilerini temel alan araştırmacı küresel ısınmayla mücadelenin hızını kesmemek için yeraltından önemli miktarda temel metal çıkarmak gerektiğini vurgular.

Rüzgâr türbinlerini ele alalım: Bu pazarın büyümesi 2050 yılına kadar "3.200 milyon ton çeliğe, 310 milyon ton alüminyuma ve 40 milyon ton bakıra ihtiyaç duyacaktır"[9] çünkü rüzgâr türbinleri önceki teknolojilerden çok daha fazla hammadde tüketmektedir. Olivier Vidal geleneksel yakıtları kullanan tesislere göre "rüzgâr enerjisine dayanan [...] altyapıların aynı [elektrik üretme] kapasitesi temelinde 15 kat fazla betona, 90 kat fazla alüminyuma ve 50 kat fazla demire, bakıra ve cama"[10] ihtiyaç duyduğunu belirtir. 2017 yılında kendi araştırmasını tamamlayan Dünya Bankası'na göre, aynı uyarılar güneş ve hidrojen için de geçerlidir, çünkü bu kaynakların "bileşimi de geleneksel enerji ile beslenen sistemlerden [...] hatırı sayılır derecede fazla kaynak tüketmektedir."[11]

Ortaya çıkan genel sonuç çok rahatsız edici: Dünyadaki metal kullanımı yılda %3 ila %5 kadar arttığına göre, "küresel ihtiyaçları karşılayabilmek için bugünden 2050 yılına kadar yerin altından insanlığın başlangıcından beri çıkarılandan daha çok metal çıkarmalıyız." Israr ettiğimiz için kusura bakmasın okur: Bir sonraki kuşakta şimdiye kadarki yetmiş bin yıldakinden, yani iki bin beş yüz kuşaktan daha çok metal ve cevher tüketeceğimiz anlamına geliyor bu. Bu çağda birlikte yaşadığımız 8 milyar kişi bugüne kadar dünyadan gelip geçmiş 117 milyar kişiden daha çok kaynak tüketecektir.[12] Dahası Vidal bu çalışmanın eksik kaldığını da kabul ediyor: Yeşil geçişin gerçek ekolojik etkilerini değerlendirebilmek için hammaddelerin çevrimini çok daha bütüncül bir yaklaşımla ele almak gerekir: Madencilik sanayisi tarafından tüketilen muazzam su miktarını,[13] enerjinin nakledilip depolanması ve kullanılması ile salınan karbon gazı miktarını ölçmek, yeşil teknolojilerin geri dönüştürülmesinin henüz pek bilinmeyen etkisini saptamak, bütün bu etkinlikler tarafından ortaya çıkarılan ve ekosistemleri etkileyen diğer bütün kirlilik biçimlerini ve biyoçeşitlilik üzerindeki sayısız etkiyi hesaba katmak da lazım.

Olivier Vidal bunun "baş döndürücü!" olduğunu belirtiyor. Ne var ki sorunun bütün bu yönlerine gerçekten hâkim olan politikacı da pek az. Olivier Vidal son yıllarda Fransa'daki Araştırma Bakanlığı'nın dikkatini bu konulara çekmeye çalışmış ama başaramamış! "İdari hiyerarşinin alt kademelerindeki ilk engelleri asla aşamadım!" Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) raporları bu meseleye karşı daha mı hassas peki? Vidal, "Maden cevherleri diye bir başlık bugün bile [bu raporlarda] yer almıyor" diyerek eleştiride bulunuyor.[14]

Ya 2015 Paris sözleşmesinden bu yana düzenlenen bütün Taraflar Konferanslarına (COP) ne demeli? Yaptığımız araştırmalara göre metaller ve cevherlere erişim meselesi COP 22 (2016) ile 26 (2021) arasında hiç ele alınmamış. 2022 yılı Aralık ayında Şarm-el Şeyh'te (Mısır) düzenlenen COP 27 çerçevesindeki bir panele genç militanların oluşturduğu birçok örgüt tarafından davet edilinceye kadar beklememiz gerekti. Bunun öyle pek övünülecek bir yanı yok: Bütün katılımcıların yer aldığı bir oturum değil, sadece "paralel bir etkinlikti" bu...[15]

Ne var ki kaynakların sürdürülebilirliği konusunda muazzam tehlikelerle karşı karşıyayız. Bir yandan enerji geçişinin tellalları bize denizlerin gel-git hareketinin, rüzgârların ve güneş ışınlarının bitmek tükenmez enerji kaynaklarını sonsuza dek yeşil teknolojilerimizi işletmekte kullanabileceğimizi vaat etmişlerdi.[16] Diğer yandan, nadir metal avcıları kısa süre sonra çok ciddi bir hammadde sıkıntısı çekebileceğimiz konusunda uyarıyorlar. Yok olma tehlikesi yaşayan hayvanlara ve bitkilere ilişkin upuzun listeler var zaten elimizde; yakında tükenmekte olan metallere ilişkin bir de kırmızı liste yapacağız herhalde (enerji geçişinde gereken başlıca metallere ilişkin rantabl rezervlerin ömrü için bkz. Ek 18). Nitekim, bugünkü üretim ritmine bakıldığında, Fransız Petrol ve Yeni Enerjiler Enstitüsü (IFPEN) "ekonomik gelişme, yeni teknolojilerin ortaya çıkması ve küresel ısınmayı 2 derecenin altında tutabilecek bir enerji geçişinin hayata geçirilmesi hesaba katıldığında günümüzde bilinen [sayımı yapılmış ve işlenmesi rantabl olan] bakır rezervlerinin %90'ının 2100 yılına kadar tükeneceğini"[17] belirtir. Doğrusu pek karamsar olan diğer öngörüler ise bol ve nadir bulunan metallerin çoğunun kaynaklarının (yani işletilmelerinin rantabilitesine bakılmaksızın sayımı yapılan bütün stokların) yetmiş yıla kalmadan tükenebileceğini belirtirler.[18] Bir elektrik bataryaları uzmanı, "Bir sonraki kıtlık kobaltta yaşanacak. Kimse görmedi bu sorunla karşı karşıya geleceğimizi, oysa vade kısa artık"[19] diyor.

Önümüzdeki otuz yılda bize gerekecek metali sağlayacak madenleri açabilecek miyiz? Birçok kişi çağımızı "yeni bir Rönesans'a" benzetiyor: Dediklerine göre tarihin teknik icatlar ve görülmedik keşif imkânlarıyla dolu yeni bir döneminin eşiğinde bulunuyoruz. Yeterli kaynağımız yokken bu ufuklara nasıl ulaşabiliriz? 1492 yılında ahşap kıtlığı yaşanırken Kristof Kolomb bir Endülüs limanına bağlanmış *La Pinta* ve *La Niña* adlı iki karavelaya denk gelmese neler olurdu?

Yeşil Enerjilere ve Dijitale Geçiş Tehlikede

Elimizde bu metallerden yeterli miktarda olmadıkça bütün diplomatik başarılar, iddialı enerji geçişi yasaları, çevreyi savunmak için yapılan en tutkulu savunmalar, hepsi hükümsüz kalacak. Nitekim eldeki verilere bakılırsa, yeşil devrim umulandan çok daha yavaş gerçekleşecek gibi. Bu devrimin başını da uygun tedarik stratejisine sahip nadir ülkelerden biri olan Çin çekecektir. Nitekim Orta İmparatorluk enerji geçişinde kullanılacak metalleri (daha çok kendi için) üretmekle kalmıyor (örneğin dünyada üretilen nadir toprak elementli oksitlerin hemen hemen %80'ini tüketiyor[20]) üçüncü ülkeler tarafından üretilen metalleri ithal de ediyor: Örneğin Kongo Demokratik Cumhuriyeti'nden kobalt (%80'i ham halde ihraç edilip Çin'de arıtılıyor[21]), nikel (Pekin bu metalin %35'ini rafine ediyor) ve lityum (dünya üretiminin %50 ila %70'i Çin'de dönüştürülmüştür) ithal ediyor. Pekin'in bundan ne kazanacağı ortadadır: Kendi yeşil teknoloji sanayisinin çıkarlarını desteklemek, yeşil teknolojilere ve dijitale geçişini başka aktörler aleyhine büyütüp teşvik etmektir.

Böylece gezegenimizin en kirli ülkelerinden biri, yerleşik yargıların aksine, küresel ısınma ile mücadelenin ve daha yeşil bir dünyanın lokomotifi olup çıkar.

Bu senaryonun akla yatkınlığı üç etken tarafından güçlendiriliyor:

- İlk etken kaynakların nadir olduğunun inkârıdır. Oysa Paul Valéry daha 1931 yılında şu uyarıda bulunmuştu: "Sonlu dünya zamanı başlıyor."[22] Ardından 1972 yılında Roma Kulübü'nün ünlü "Büyümenin Sınırları" başlıklı raporu dünya ekonomisi ve nüfusunun katsayılı artışı ile kaynakların sonluluğu arasındaki paradoksa dikkat çekiyordu.[23] İlk uyarıdan yaklaşık yüz yıl sonra davranışlarımız değişmedi, hatta tam tersine metallerin istemediğimiz kadar bol olduğu fikri hâlâ ağır basıyor. Biz hâlâ *Traité d'économie politique* adlı 1803 tarihli çalışmasında "doğal kaynaklar tükenmek bilmez, zira tükenebilecek olsalar bedava olmazlardı" diyen Jean-Baptiste Say gibi akıl yürütüyoruz. Üstelik hep daha çok tüketiyoruz. Ve elbette, nadide dünyamızın üzerine bu şekilde çullanılmasındaki acımasızlık üzerine de düşünülmüş sayılmaz. Teknolojik geçişleri şimşek hızlıyla gerçekleştirdik ama bilişsel ilerleyişimiz aynı hızda gerçekleşmedi.
- İkinci etken madencilik altyapısının eksikliği. 2035 gibi yakın bir tarihe kadar, sadece elektrikli arabaların batarya ihtiyacını karşılamak için dünyanın bir yerlerinde 400 yeni madenin hizmete girmesi lazım (bun-

ların 97 tanesi doğal grafit, 74 tanesi lityum, 72 tanesi de nikel için gerekli olacak![24]). Bütün bunların mali bir bedeli var. *Bureau de recherches géologiques et minières* [Jeoloji ve maden araştırmaları bürosu] (BRGM) genel başkan vekili Christophe Poinssot, "2030 yılına kadar maden çıkarma ve arıtma projeleri için 3,3 trilyon dolarlık yatırım gerekecek, ama şimdilik bunun ancak yarısı kadarının mali kaynağı sağlanmıştır"[25] uyarısında bulunuyor. Bu dinamiğin teşvik edilmesinde yaşanacak her gecikmenin önümüzdeki yirmi yılda peşin bir bedeli olacak mutlaka; üstelik yeni bir madeni başlatmak için aşağı yukarı 16,5 yıl gerekir.

• Maden çıkarma etkinliğinin toplumsal ve siyasal yanlarını da saymak gerekir. Bir maden damarı bulunmasına rağmen bazen fiilen işletilemeyebilir. Nitekim Grönland'ın güneyinde Kvanefjel'de bir nadir toprak elementi ocağı açılmasına kesinlikle karşı çıkan Inuit Ataqatigiit Partisi yasama meclisi seçimlerini kazanınca Avustralyalı Greenland Minerals şirketinin maden çıkarma projesi *fiilen* gündemden düştü.[26] Ertesi yıl, Avustralyalı Rio Tinto grubunun Jadar bölgesinde işletmek istediği Avrupa'nın en büyük lityum madeni projesini halktan gelen tepkiler nedeniyle rafa kaldırma sırası bu sefer Sırbistan'daydı.[27] Yine aynı günlerde Finistère'deki Tréguennec koyunda, Natura 2000 olarak tescilli bir bölgenin tam ortasında bulunan bir lityum yatağı çevresindeki sakinlerin bu madenin işletilmesini kabul etmemesi de var![28]

• Engellemelerin jeopolitik emellerden kaynaklanabileceğini eklemeliyiz. Örneğin Ukrayna'nın Rusya tarafından istilası Avustralyalı European Lithium adlı şirketin Ukrayna'da, özellikle de Donbass bölgesinde iki önemli lityum yatağını işletmeye yönelik heveslerini boşa çıkardı.[29] Madencilik uzun vadeye yayılan bir iştir, dolayısıyla bir ocağın açılması için siyasal ve hukuki istikrar gerekir, ama bu koşullar, zengin kaynaklara sahip gelişmekte olan pek çok ülkede pek bir araya gelmez. Keza, Afganistan'da Amerikan ordusunun Kabil'den resmen çekildiği 2021 yılı Ağustos'undan bu yana Pekin'in iştahını kabartan lityum üretim sanayisinin önünde daha çok yolu var...

• Maden cevherlerinin çıkarılması ve arıtılması açısından elzem olan su rezervleri küresel ısınmanın etkisiyle ciddi anlamda azalırsa ne olur? Basında yayınlanan haberlere göre 2022 yılı başlarında BHP adlı Avustralyalı madencilik grubu, yakındaki bir akiferden üç ay boyunca mavi altın çıkarmayı durdurması yönündeki yargı kararı nedeniyle Şili'nin kuzeyinde, Cerro Colorado'daki bakır madeninde çalışmaları yavaşlatma kararı aldı.[30] Çin'de de 2023 yılında güneyde

Yunnan kentindeki hidroelektrik santrallerinin üretim kapasitesinin düşmesine ve alüminyum sanayi tesislerinin üretiminin önemli ölçüde azalmasına da yine kuraklık yol açmıştı.[31]

• Sonuncu etken ise, enerji dönüş oranı (EROEI), yani metallerin üretimi için gereken enerji miktarı ile kullanımlarının doğuracağı enerji miktarı arasındaki oran konusudur. Nitekim 1 ila 5 gram altın elde edebilmek için bir ton kayaç ufalayıp öğütmek gerekir. Bu da elde edebileceğimiz metalden neredeyse 1 milyon kat daha çok miktarda taş öğütmek demektir. Başka deyişle, bizim fırıncının üç bardakçık tuz uğruna koca bir küfe ekmek hamurunu karmak zorunda olması demektir. İtalyan araştırmacı Ugo Bardi şöyle diyor: "Düşünsenize, yeni otomobilinizde bulunan bakırın işletilmesinden doğan atığı sizin yöneteceğiniz söylense ne hale girerdiniz! Bir otomobilde çoğu kablo halinde olmak üzere ortalama 50 kilogram bakır bulunur. Siz otomobil bayisinden çıkıp eve giderken, arkanızdan bir kamyon sizi takip edecek ve kapınızın önüne neredeyse bir ton kayaç dökecektir."[32]

Enerji üretmek için ne kadar enerji gerekir? Çoğumuzun iyice tuhaf sayacağı bu soru enerji uzmanları açısından asli öneme sahip. Yüz yıl önce 100 varil petrol çıkarmak için yaklaşık 1 varil petrol gerekiyordu; bugün, bazı sondaj bölgelerinde 1 varille sadece 35 varil petrol elde edilebiliyor.[33] Kuyu açma teknolojileri gelişti, ama en kolay ulaşılabilen yataklar da tükendi. İşletilmesi daha zor, dolayısıyla daha çok enerji tüketen yeni kuyular açmak gerekti. Konvansiyonel olmayan (şist yağları, bitümlü kumlar içeren) ham petrolde ise 1 varille en fazla 4 varil petrol çıkarılabiliyor.[34] Böyle bir şeyin saçmalığını, nerelere varacağını daha şimdiden hissediyoruz zaten. Bir varilin diğerini güçbela dolduracağı gün üretim modelimiz hâlâ akla uygun olacak mı?[35]

Aynı uyarılar nadir metaller için de geçerlidir; onların da topraktan çıkartılıp arındırılması için hep daha çok enerji gerekecektir. Uzmanlar haklı olarak henüz keşfedilmemiş yataklar olduğu için, varlığı kanıtlanmış nadir toprak cevherleri barındıran maden yataklarının gerçekte var olanlardan daha az olduğunu savunuyorlar. Öyleyse kıtlık tehlikesi olduğunu ileri sürerek kaygılanmak gerekmiyor.[36] Ne var ki bütün metallerin üretimi dünya enerjisinin %7 ile %8'ini tüketiyor.[37] Bu oran %15 ya da %20'ye, hatta daha yukarı çıkarsa ne olacak? Son derece yerinde bir soru... İngiliz Anglo American şirketinin o zamanki genel müdürü Mark

Cutifani 2021 yılında Paris'te görüştüğümüzde, "Günümüzde maden sanayisi 1900 yılında bir ton bakır üretmek için harcadığının on altı katını tüketiyor. Aynı birim miktardaki bakırı üretmek için on altı kat maden cevheri ve atık taşıyoruz"[38] dedi. Altında ise Nevada Eyaleti'nde Kanadalı Barrick Gold şirketi tarafından işletilen bazı madenlerdeki saf metal tenörü 1997 ile 2017 yılları arasında ton başı cevherde 12,04 gramdan 3,02 grama düştü.[39] Bu sayıların daha da uçlara taşındığını göreceğimiz bir geleceğin sürdürülebilir yanı olacak mı?

Yaptığımız bu kanıtlama aşağı yukarı bütün maden kaynakları için geçerlidir. Bazen öyle kritik bir durum olur ki 1980'li yıllardaki kadar tenöre sahip cevherler barındıran bir yatak artık bütün dünyada "nadir bir inci" sayılır.[40] Dolayısıyla "maden çıkarmanın sınırları niceliğe değil, enerjiye bağlıdır"[41] der Ugo Bardi.

Üretimi körükleyen sistemimizin sınırları artık açıkça görülebiliyor: Üretebileceğimizden daha çok enerji harcamak zorunda kaldığımız gün, bu sınırlara ulaşmış olacağız. Bu sınırları ardı arkası gelmeyen başka kısıtlamalarla bir arada düşünmemek olmaz; ve bu kısıtlamaların jeolojiden kaynaklanmak zorunda olmadıklarını, daha önce belirttiğimiz gibi çok çeşitli (siyasal, ekonomik, jeopolitik, toplumsal, ekolojik ve son olarak da psikolojik!) olduklarını zaten anladık. Nitekim Uluslararası Enerji Ajansı icra direktörü Fatih Birol 2021 yılında utana sıkıla şöyle diyordu: "Elimizdeki veriler, uluslararası topluluğun iklim konusundaki emelleri ile bu emellerin gerçekleşmesinde asli öneme sahip kritik cevherlerin elde edilebilirliği arasında tutarsızlık olduğunu göstermektedir."[42] Finlandiya Jeolojik Araştırmalar Merkezi (Geologian tutkimuskeskus, GTK) bünyesinde çalışmalarını sürdüren jeolog Simon Michaux, 2023 yılında tepeden düşercesine şunları söyledi: Enerji geçişi "bütün dünya nüfusu için gerçekleşemeyecek" ve "[enerji geçişini] dünyanın en etkili ulusları tarafından belirlenen sürelerde gerçekleştirebilmek için ne gereken zamana ne de yeterli kaynağa sahibiz."[43]

Bununla birlikte, içimizde yatan fetih içgüdüsü bizi daima ve tekrar tekrar mümkünlerin sınırını zorlamaya, insanın egemenliğini dünyanın (hatta göreceğimiz gibi uzayın da!) her köşesine kadar yaymaya teşvik ediyor. Bir de, eski jeoloji haritalarında yeşil büyüme konusundaki iştahımızı doyuracak yararlı bilgiler bulma uğruna Londra'ya giden bir trene binmeye...

Batı Karşı Saldırıya Geçiyor (Madencilikte Yeni Cepheler Açılıyor)

Thames'in kıyılarında "dünyayı değiştiren harita"[44] adı verilen parşömen bizi bekliyordu. Bu değerli belge neredeyse iki yüz yıldır Londra Jeoloji Derneği arşivlerinde bulunuyor. Bu belgeye ulaşabilmek için neo-Rönesans cephesiyle Piccadilly Caddesi'ni karartan Burlington House'un heybetli girişinden geçmek gerekiyor. İlk katta, yorgun bir halıyla kaplı merdivenin ucunda, duvarları eski ciltlerle kaplı iç avlu okuma salonu olarak kullanılıyor. Eskimiş bir çift avizenin altında, arşiv sorumlusu Caroline Lam her kenarı altmış santimetre kadar olan on beş yaprağı bir yap-boz gibi düzenliyor. Parçalar tamamlandığında ortaya iki metreye üç metrelik bir hazine çıkıyor: Tarihin ilk ayrıntılı jeoloji haritalarından biri karşımızda duruyor.

The Great Map (Büyük Harita) bir Britanya vatandaşı olan William Smith'in eseri. Bu jeolog 19. yüzyılın başında Büyük Britanya'yı at sırtında ya da yaya olarak yaklaşık on iki yıl boyunca arşınlamış. Amacı toprakların mineral yapısını betimlemekti. Londra Jeoloji Derneği'nde bulunan nüsha haritanın halka tanıtıldığı 1815 yılında basılan ilk kopyalardan biri. Yer isimlerini çıkartabilmek için büyüteç gerekiyor. Saptanan maden çeşitliliği renk kartelası kullanıldığında daha kolay görülebiliyor: Tebeşir ve kumlu alanların hemen bitişiğinde mermer ve kalkerli kayaçlar yer alıyor. Büyük Britanya'nın 19. yüzyıl boyunca müthiş zenginleşmesini sağlayan kömür damarları ise siyahla gösterilmiş.

William Smith büyük ebatlı haritasını yayınladığında Büyük Britanya örneği görülmemiş bir sanayi devrimi yaşamaktaydı. Dokuma atölyelerinde su buharının ürettiği termik enerjinin mekanik enerjiye dönüştürülmesiyle çalışan dokuma makinelerinin verimliliği inanılmazdı. Buhar makineleri ise her gün biraz daha yoğunlaşan demiryolu ağında çalışan ve lokomotif denen yeni araçlar ortaya çıkarmıştı. Demiryolu ağı ticareti ve ilerlemeyi görülmedik bir hızla yaygınlaştırmaktaydı. Oysa tekerlekleri hareket ettiren pistonları çalıştırmak için su buharının 350 dereceye yaklaşması gerekiyordu. Bunun için de kömür kullanan bir kazan vardı lokomotiflerde.

Fosil yakıt kısa sürede pek aranır olur; Caroline Lam bir yandan büyük haritanın parçalarını özenle sıraya dizerken, "Kömür yataklarının nerelerde olduğunu bilmek gerekiyordu" diye hatırlatıyor. Smith'in

keşiflerine dayanan madenciler belirtilen yerlerdeki kömür yataklarına hücum ettiler ve Büyük Britanya'nın yeni enerji ihtiyaçlarına gereken yakıtı yeryüzüne çıkardılar. Bu açıdan bakıldığında bu büyük haritanın dünyayı gerçekten değiştirdiğini söyleyebiliriz: İlk sanayi devrimini tetikleyip Britanya'nın bütün Avrupa'nın çok önüne geçmesini sağladı. Maden kömürü çıkarmakta egemen konumda bulunmasından güç alan İngiliz tacı sanayi, teknoloji ve askeri alanlardaki üstünlüğünü pekiştirdi ve Viktorya çağında kendini dünyanın en büyük gücü olarak kabul ettirdi.

İki yüz yıl sonra bizler Britanya örneğini enerji ve dijital teknoloji geçişine uygulamak istiyoruz. Çin'in egemenliğini izale etmek metal tedariki konusunda yeni bir Batı egemenliği kurmayı gerektirir. Avrupa ve ABD gerçekleştirecekleri karşı saldırının hazırlığını yapıyorlar... Jeopolitik bağlamın stratejik özerklik kazanımlarını yeniden değerli kıldığını unutmamak gerekir: Önce COVID pandemisi ortaya çıktı ve biz Çin'de üretilen maskelerin yeterli olmadığını fark ettik.[45] Ardından 2021 yılı Mart ayında *Ever Given* adlı konteyner gemisi Süveyş Kanalı'nın altı gün boyunca kapanmasına yol açtı ve dünya lojistik zincirinin bir halkası bile aksadığında ne kadar kırılgan olduğunu anlamamızı sağladı.[46] Buna bir de 2022 yılı Haziran ayında Moskova'nın Avrupa'ya gaz ihracatını (Avrupa Rus gazına büyük ölçüde bağımlıydı) durdurmasını eklemeliyiz.[47] Başkan Macron 2023 yılında, kıtanın geleceğine ilişkin Amsterdam'da yaptığı bir konuşmada işte bütün bu krizler nedeniyle "Avrupa'nın hükümranlığını"[48] gündeme getiriyordu.

Metaller cephesiyle ilgili olarak ilk –ve dikkat çekici– tepki ABD'den geldi: 2022 yılında Amerikan Kongresi enflasyonun düşürülmesi yasasını oyladı.[49] Sağlam mali ve hukuki tedbirler bütününden oluşan bu yasa yeşil teknolojiler ve kritik maden cevherlerinin üretimini yeniden ABD'ye taşımayı amaçlıyordu. Başkan Joe Biden yine aynı yıl Soğuk Savaş döneminden kalma Defense Production Act'a (Savunma Üretim Yasası) müracaat etti. Bu yasa sayesinde kritik metallerin çıkarılması, işlenmesi ve geri dönüştürülmesi amacıyla federal kaynakları kullanabilecekti.[50] Avrupa Birliği de geri kalmadı: Avrupa Komisyonu Başkanı Ursula von der Leyen 14 Eylül 2022 tarihinde "Birliğin Durumu" başlıklı konuşmasında (en sonunda!) şunları söyledi: "Lityum ve nadir toprak elementleri kısa bir süre sonra gaz ve petrolden de önemli hale gelecek."[51] Ardından Mart 2023'te Avrupa Komisyonu kritik

hammaddelerin Avrupa topraklarında çıkarılması, arıtılması ve geri dönüştürülmesini yeniden yürürlüğe koymayı ve Avrupa Birliği'nin kritik hammaddeleri tedarik ettiği kaynakların çeşitlendirilmesini amaçlayan planı *Critical Raw Materials Act* [Kritik Hammaddeler Yasası] adıyla tanıttı. Fransa da geri kalmadı elbette; her yıl Nancy'de toplanan Dünya Malzeme Forumu Başkanı Philippe Varin, 2022 yılında hükümete, hammadde olarak maden cevheri kullanan sanayilerin tedariğinin emniyete alınmasına yönelik tedbirler öneren bir rapor sundu.[52]

Fransa aynı yıl somut bir adım attı ve Observatoire français des ressources minérales pour les filières industrielles [Sanayi sektörleri için Fransız maden kaynaklarını gözlemleme merkezi] (OFREMI) adlı örgütü Fransız sanayisinin kritik metal ihtiyacının izlenmesi amacıyla kurdu. Devletler kritik kaynak listelerini hem daha ayrıntılı hale getiriyor hem de zenginleştiriyor. Avrupa Komisyonu'nun 2023 yılında yayınlanan yeni listesinde 34 (2020 yılında 30 malzeme yer alıyordu) kritik malzemeye yer veriliyor.[53] Öte yandan Amerikalı yetkililer temininde sıkıntı yaşanabilecek maden cevheri sayısını 50'ye çıkardı (2018 yılında bu sayı 35 idi).[54] Bu tür değerlendirmeler madencilik alanında kurulabilecek, potansiyel ortaklıkların keşfedilmesine yardımcı olmaktadır: Devletler, otomobil üreticileri ve diğer girişimciler metalleri sahiplenmek için yarışıyorlar. Smith'in zamanındaki gibi tek bir ülkeyle sınırlanmıyor bu çaba, artık bütün gezegeni kapsıyor, çünkü kaynaklar dünyanın dört bir yanına yayılmış durumda. Sadece nadir toprak elementlerini bile ele alsak, beş kıtada en az yirmi dokuz ülkede nadir toprak elementi yatağı[55] bulunduğu biliniyor (nadir toprak elementleri yataklarının ve madenlerinin dünyadaki yerlerini görmek için bkz. Ek 19 harita). Kuzey Kore dünyanın en zengin nadir toprak elementi rezervlerinden bazılarına sahiptir;[56] nitekim madencilik şirketleri nadir toprak elementleri konusunda dünya çapında yüzlerce araştırmaya girişmiş durumda.

Bu işin akla yatmayan yanı da var: Madencilik şirketleri bazı yatakların bildirildiği kadar zengin olmadığını kabul edince spekülatif balonlar patladı. Madencilik dediğimiz bu kocaman kumarhaneden pek kısa sürede muazzam servetler elde edildi, küçük, saf yatırımcılar bir gecede üç kuruşluk birikimlerini kaybettiler. Ne olursa olsun, yaşanan bu çalkantı Paris sözleşmesinin imzalanması sırasında sergilenen kardeşçe ideallerle hiç ilgisi kalmayan jeopolitik altüst oluşlara yol açıyor.

Dolayısıyla nadir metallerin işlenmesi etrafında yeni ittifaklar kuruluyor. ABD Kongo Demokratik Cumhuriyeti ve Zambiya'da madencilik diplomasisini gayet etkin biçimde kullanıyor.[57] Alman şansölyesi Olaf Scholz 2022 yılında madencilik alanında ortaklıklar imzalamak amacıyla Kanada'yı ziyaret etti.[58] Fransa ise Moğolistan[59] ve Şili'de[60] kritik metaller peşinde koşuyor. Tokyo nadir toprak elementleri için yeni arıtma teknolojileri geliştirmek amacıyla Delhi, Canberra ve Washington'la ittifak kuruyor.[61] ABD 2022 yılında ortaklaşa benimsenen çevresel, toplumsal ve idari normları kabul eden (aralarında Avustralya, Fransa, Japonya ve Finlandiya'nın da olduğu) aşağı yukarı on ülkeyi bir araya getiren bir girişimi, Maden Güvenliği Ortaklığı'nı başlattı.[62]

"Elektro-Devletler"in Yükselişi

Etkin biçimde sürdürülen bu diplomasi sonunda madencilik alanında ortaya yeni güçler çıktı; bunların çoğu da gelişmekte olan ülkelerden: Destansı bakır ve lityum rezervlerinden ötürü Şili, Peru ve Bolivya; titanyum, çelik ve demir zenginliklerinden ötürü Hindistan; yeraltından boksit, krom, manganez ve platin taşan Güney Afrika ve Gine; nikel ile kalayın bol bulunduğu Endonezya; inanılmaz zenginlikteki nikel yataklarıyla Yeni Kaledonya vb. Dahası da var: Batılıların iştahı yeniden açıldı ama bu devletler (önceki başlıklarda gördüğümüz gibi) ham cevherlerini satmakla kalmayıp katma değer katmak istiyorlar. Daha önce Çinlilerin yaptığı gibi şimdi de onlar değer zincirinde yukarı doğru hareket etmedikçe enerji geçişinden en yüksek kazancı elde edemeyeceklerini anladılar. Nitekim Andrés Manuel López Obrador'un Meksika'sı 2022 yılında lityum kaynaklarını kamulaştıracaklarını açıkladı;[63] Luiz Inácio Lula da Silva'nın Brezilya'sı ile Gabriel Boric'in Şili'si maden ürünleri üzerindeki vergileri ve imtiyaz bedellerini artırmak istiyorlar;[64] Nana Akufo-Addo'nun Gana'sı lityumu ham halde ihraç etmeyi yasakladı;[65] Joko Widodo'nun Endonezya'sı ise ülke topraklarında *gigafactories* açmak istiyor.[66]

Kararnamelerle entegre bir zincir yaratılamaz elbette, üstelik devasa (insana ilişkin, mali, altyapısal, siyasal vb.) zorluklar da hesaba katılmalıdır. Ancak iyice anlamamız gereken nokta, lityum, kobalt, bakır ve nadir toprak elementine duyduğumuz açlığın "petrol devletleri" çağının ardından "elektro-devletler" çağının geldiğini kavrayan ülkeler tara-

fından kolay kolay giderilemeyeceğidir.[67] Evet, Şili, Kongo Demokratik Cumhuriyeti, Endonezya ve Peru birer elektro-devlet halini almak ve bu alandaki etkilerini yapılandırmak istiyorlar.

Madenler söz konusu olduğunda müşteri artık (her zaman) haklı olmayacak. Bir Fransız uzman şu noktaya dikkat çekiyor: "Tüketici ülkeler arasındaki rekabetin arttığı hesaba katıldığında, metal satın alma kararını verenler giderek daha az ithalatçılar olacak, satma kararını verenler ise giderek daha çok üreticiler olacaktır. Bundan böyle yeni bir kavram olan 'rekabetçi tüketim' kavramıyla düşünüp işlerimizi ona göre düzenlememiz gerekecek."[68] Dolayısıyla Fransa'nın madencilik diplomasisinin başarılı olabilmesi için pastanın adil biçimde paylaşılacağı ve *The Economist* adlı İngiliz haftalık dergisinin vurguladığı gibi değerlerin ve becerilerin Kuzey'den Güney'e aktarılacağı vaadine dayanması gerekmektedir.[69] Afrika ve Asya'nın bu isteği ayyuka çıktı. ABD Dışişleri Bakanı Anthony Blinken 2022 yılında Kongo Demokratik Cumhuriyeti'ni ziyaret ettiğinde bunu vaat etti; bu yaklaşım özellikle Zambiya tarafından olumlu karşılandı.[70]

Dijitalleşme ve enerji geçişi insanlığı nadir metallerin peşine düşmeye zorlamakla geleneksel güç ilişkilerini altüst ediyor ve enerjiye dayalı jeopolitiğe son vermek bir yana, tersine onu daha da şiddetlendiriyor.[71] Çin bu yeni dünyayı kendi uygun gördüğü şekilde biçimlendirmek istiyor; bunun için de Avustralya, Arjantin, Grönland, Birmanya ya da Yeni Kaledonya'da nadir metal avına çıkmış durumda. Dünya maden cevheri rezervinin %30'unu barındıran Afrika kıtası[72] çok iştah kabartıyor. Gine ve Gana'da boksit, Zimbabve ve Namibya'da lityum çıkarma planları, Mozambik ve Tanzanya'daki madenlerden gelecekte grafit üretme arzusu... Kısacası Çin'in çabaları Batılılarınkinden kat kat etkilidir. Sonuçta, Afrika Çinli işletmelerin maden keşfetmeye ayırdıkları bütçeden en çok yararlanan kıta olarak kendini gösteriyor. Afrika maden üretiminin %7'si[73] daha şimdiden Orta İmparatorluk bağlantılı kuruluşların çıkarları tarafından kontrol edilmekte. Kongo Demokratik Cumhuriyeti (KDC) örneği bu açıdan çok öğreticidir: Dünya kobalt üretiminde ilk sırada yer alan bu ülkenin on dokuz madeninin on beşinde Çin ortaklığı bulunmaktadır.[74] Daha genel düzlemde ise Kongo Demokratik Cumhuriyeti'nin madencilik etkinliğinin neredeyse %70'i Çinli işletmelerin denetimindedir.[75]

Orta İmparatorluk madencilik alanında izlediği bu yayılmacı strateji sayesinde cüretkâr bir hedefe yöneliyor: Kendi ülkesindeki maden cevheri kaynaklarına dayanan maden tekellerini terk etmeyi ve pek çok nadir metalin dünya çapında üretimini denetlemeye dayalı yeni bir egemen konuma geçmeyi amaçlıyor. Bu durum biraz da dünyanın kanıtlanmış en büyük petrol rezervlerine sahip olan Suudi Arabistan'ın Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü (OPEC) üyesi on dört ülkenin bütün kara altın rezervini denetlemek istemesine benziyor.

Batılı devletlerin çoğu, gelişmekte olan ülkelerin yeraltında yaşanan ve Çin tarafından tahrik edilen ekonomik savaşın kapsamını tam olarak değerlendiremiyorlar. Buna karşılık, Paris, Berlin, Washington ve Ottawa, metal üretimi değer zincirinin aşağı düzeylerindeki bir parçaya, son derece stratejik sayılan elektrikli araba bataryaları sanayisine son birkaç yıldır özellikle yoğunlaşıyor.

Batarya Savaşı

Araçların toplam fiyatının en az %30'unu oluşturan elektrik bataryası üretimi Avrupa ve ABD açısından büyük ve önemli bir alandır. Bu alanda otomobil sektörü (Eylül 2022 itibarıyla 13 milyonu Avrupa'da, 7 milyonu da ABD'de olmak üzere) 20 milyondan fazla istihdam sağlamıştır. Oysa daha önce gördüğümüz gibi günümüzde lityumlu akü dünya üretiminin %77'sini Çin sağlamaktadır...

2019 yılında elektrikli taşıtlar alanında güçlü olan Çin markası BYD'nin (*Build Your Dreams*) üretim birimlerini barındıran Çin'in güneyindeki Şenzen kentinde bir röportaj gerçekleştirmiştik. BYD'nin iletişim yöneticisi Richard Li'nin üretim hatlarından yolladığı mesaj açıktı: Çinli otomobil grubunun nadir metal tedarik zincirine hâkim olması işletmenin üretim hedeflerini tutturmasını ve sektörde dünya lideri olmasını sağlıyor.[76] Bu, gerçek lityum bataryaların fiyatlarına ilişkin bilgi veren bir ajans olan Benchmark Mineral Intelligence yöneticisi Simon Moores'un 2020 yılında şu bilgiyi paylaşmasına yol açmıştı: "Çin her hafta bir, ABD ise her dört ayda bir *gigafactory* inşa ediyor."[77]

Ancak bir karşı-saldırının yavaş yavaş şekillendiğini de görüyoruz. Dunkirk'te Tayvanlı ProLogium şirketi tarafından 2026 yılında açılması beklenen bir batarya fabrikası ve yine aynı yıl İsveçli Northvolt şirketinin Almanya'nın kuzeyinde kurmayı planladığı bir gigafabrika söz konusu.

Keza, Avrupalı üreticilerin (Mercedes-Benz, BMW, Stellantis ve Volkswagen'in) ihtiyaçlarını karşılamak üzere Çinli dev CATL (Contemporary Amperex Technology) tarafından 2023 yılında Macaristan'da bir fabrika açılıyor (üretimin 2025'te başlaması planlanıyor). Yani, Avrupa kendi sanayi şampiyonlarını desteklediği gibi Amerikalı ve Asyalı sanayicileri de çekip yeşil istihdamı kendi topraklarında tutmak istiyor. Sonuç olarak, 2030 yılına kadar yaklaşık elli batarya fabrikası kurulacak Avrupa'da.

Üretim tesislerini ABD'ye taşımak isteyenlere çok önemli sübvansiyonlar sağlayan Enflasyon Azaltma Yasası (2022) müthiş bir ivmelendirici. Örneğin bir Amerikan Ford şirketi, Kentucky ve Tennessee eyaletlerinde üç fabrika açmak için federal hükümetten Haziran 2023'te tam 9,2 milyar dolar kredi aldı. Japon Honda ve Koreli LG ise Ohio Eyaleti'nde bir *gigafactory* inşa etmek için 4 milyar dolar aldılar. Bu dinamiğe baktığımızda 2030 yılında dünya batarya üretiminde Çin'in payının hafif bir gerilemeyle %60-65 civarında sabitleneceğini, Avrupa'nın payının %20-25'e, Kuzey Amerika'nın payının da %15-20'ye yükseleceğini tahmin edebiliriz.[78]

Gelecek nesil elektrikli araç bataryaları için gereken malzemelerin kimyasında uzmanlaşmak Batı'nın direnci için önemli bir konudur. Amaç potansiyel olarak lityum, kobalt ve nikelden daha ilginç fiziksel özellikler sunan yeni hammaddeler sayesinde bir nesil teknolojiyi "atlamak" ve Çin'in avantajlı konumunu elinden almaktır. Bugün bile bataryaların çoğu "NMC" (nikel-manganez-kobalt) tipidir, ama "LFP" (lityum-demir-fosfat) tipi denen rakip bir teknoloji de gelişiyor; nitekim dünyadaki elektrikli otomobillerin üçte birinde bu tip batarya kullanılıyor. Daha uzun ömürlü ve daha düşük maliyetli olan bu bataryalar kobalt ve nikel gibi kritik kaynaklar kullanmamalarıyla öne çıkıyor. Lityum-sülfür ve lityum-hava (bu bataryalar teoride lityum-iyon bataryalara göre iki ya da dört kat yoğun enerji barındırırlar) kullanan bataryalar ve diğer yenilikler üzerinde çalışılıyor. Mümkün bir diğer atılım ise, Lityum gerektirmedikleri gibi dolaşımdaki bataryalardan iki kat daha ucuz olan sodyum-iyon bataryalar. Bu yeni tip bataryalar 2025 yılından itibaren Fransa'da yine Fransız bir kuruluş olan Tiamat tarafından üretilebilir.[79]

Atık gıda liflerinden batarya üretilebileceğine neden inanmayalım? İtalyan Teknoloji Enstitüsü (IIT) araştırmacıları 2023 yılında deniz yosunu, badem, kapari ve balmumundan yapılmış tamamen yenile-

bilir bir batarya geliştirdi.[80] İsviçreli bilim insanları kâğıttan batarya tasarladılar;[81] Maryland (ABD) Üniversitesi araştırmacıları ise yengeç ve ıstakoz kabuklarından bir akümülatör yaptılar.[82] Bu bataryalar kısa vadede milyonlarca elektrikli arabada kullanılmayacak elbette... Ancak bu yenilikler "enerji devrimi"nin öncelikle hammaddeler devrimi olduğunu ve enerji geçişinin bugün bildiğimiz maddi ve teknolojik temellerde gerçekleşmeyeceğini teyit ediyor.

Öyleyse geleceğin stratejik malzemeleri neler olacak? Kobalt ve nikel on ya da yirmi yıl daha Amerika'nın ve Avrupa'nın kritik malzemeler listelerinde aynı saygın yere sahip olacak mı? Bu konuda ne kadar uzman varsa o kadar da farklı görüş var... Bazı uzmanlara kalırsa, yer kabuğunda bol bulunan bir mineral olan sodyumu kullanan bataryaların ortaya çıkışıyla lityumun sonu gelecek ve lityum tarihin bir köşesinde unutulup gidecektir. Bazıları da tam tersine tarihin şaşmaz bir dinamiğe sahip olduğunu belirtiyor: Tarih bir teknoloji devriminden diğerine geçerken bilimsel yenilikler de karmaşıklaşır ve Mendeleyev tablosundaki elementler hep daha geniş bir yelpazede kullanılır. Örneğin ordular bronzdan dökülmüş toplardan destek alarak savaştıklarında, bu alaşımın bileşiminde yer alan bakır ve kalay stratejik birer malzemeydi. 21. yüzyılda askerler arasında bakır artık revaçta değil, ama elektrik şebekelerinin kurulması açısından elzem; kalay da mikro-işlemcilerde kullanılıyor. Kısacası, metallerin kullanımı değişse de stratejik nitelikleri değişmiyor.

O halde bataryalar için gereken nadir metaller için de aynı saptamada bulunamaz mıyız? Lityum ve nikelin stratejik niteliği, henüz bilinmeyen özelliklere sahip başka kaynakların niteliğiyle (değiştirilmek yerine) desteklenecek mi? Durum buysa, kritiklik göstergelerimiz, az çok yakın bir gelecekte demir gibi çok bol bulunan kaynaklarla, ama bir yandan da biyokütle kaynaklı bazı atıklarla zenginleşebilir ve kurmaylarımız belki de bunların geri dönüşüm zincirleriyle ilgileneceklerdir.

Döngüsel Ekonominin Jeopolitiği

Batı dünyası, SSCB'nin çöküşünden sonra parçalanıp her tarafa saçılan stratejik stokları yeniden oluşturmak gerektiğinin bilincine varmaya başladı bile. Avrupa'nın Kritik Hammaddeler Yasası, AB üyesi devletler tarafından belirli kritik kaynakların stoklarının oluşturulmasını koordine etmeyi amaçlıyor.[83] ABD'de hep Savunma Bakanlığı'nın uhde-

sinde olan stratejik stoklar meselesi 2022 yılında tek başına bakanlığı ilgilendiren bir konu olmaktan çıktı. Amerikan Enerji, Savunma ve Dışişleri bakanlıkları ileride yaşanabilecek bir ticari kriz durumunda enerji geçişi ve silahlanma alanlarındaki sanayi tesisleri tarafından kullanılmak üzere ortak bir maden cevheri stoku oluşturulması konusunda bir mutabakat protokolü imzaladı.[84]

Geride bir de, kaynak tüketimini azaltmak gibi muazzam bir sorun duruyor. Bir kez daha söyleyelim ki enerji geçişi daha "yeşil" ısınmak ve daha "temiz" araç kullanmak için daha derin kazmak gerektiğini fark etmemizi sağlıyor. Atmosfere daha az karbondioksit salmak için daha çok metal ve maden cevheri üretmemiz gerekir. Hemzemin demiryolu geçişlerinde sabırla bekleyen araç sürücüleri gibiyiz: İlk tren –düşük karbon salımı treni– geçip gitti, ama başka bir tren daha gizlenmiş ilkinin gölgesine: Döngüsel devrim treni bu tren, yani insanın ekosistemler üzerindeki baskısını sınırlamak amacıyla kaynakların artık atılmayıp yeniden kullanıldığı bir tüketim modeli doğuyor. O halde gerçekten sürdürülebilir bir dünyayı ortaya çıkarabilmek için bir değil iki devrimi aynı anda gerçekleştirmemiz gerekir! Somutlaştırırsak, iddialı ve döngüsel bir ekonomi oluşturabilmek 2050 yılına kadar metal çıkarımını üçte bir oranında azaltmak anlamına gelecektir.[85] Oysa şu anda tam tersi bir yol izliyoruz: Her şeyi elektrikliye çevirelim demekle OECD'nin 2060 yılında insanlığın 2011 yılından 2,5 kat fazla kaynak tüketeceği öngörüsünün doğruluğunu kanıtlıyoruz![86]

Döngüsel ekonomiyi gerçekleştirmek Kopernikçi bir vazife demek ki: Ekonomik kaynağın bütün yaşam döngüsü boyunca her aşamada olabildiğince az malzeme kullanmak ve kaynağı olabildiğince en uzun süre ekonomik döngülerde tutmak. Böyle bir devrimin en önemli hedefi metal çıkarma aşamasında madencilikte kullanılan suyun geri dönüştürülmesidir; daha sonra, teknolojik ürünlerin ileride geri dönüştürülebilmelerini kolaylaştıracak şekilde ekolojik açıdan tasarlanmaları gelir; atık toplayan işletmeler ile bunları yeniden kullanan işletmeler arasında, sanayi alanında bir simbiyozun geliştirilmesini, tüketim mallarının kiralanması ve paylaşılmasına dayanan ekonominin geliştirilmesini de unutmamalıyız. Bu sayede üretim de mantığa uygun olarak daha düşük miktarlarda gerçekleşecektir. Ayrıca bataryalar başta olmak üzere bütün nesnelerin ömrünü uzatmalı ve nihayetinde, geri dönüştürülebilecek

her şeyi sistemli biçimde geri dönüştürmeliyiz (bkz. Ek 20: "Döngüsel ekonominin yedi ayağı").

Döngüsel ekonomi çevreye yaramakla kalmaz, devletlerin ve işletmelerin kendi maden cevherleri üzerindeki hükümranlıklarını elde etmelerine varan uzun yolda gerekli bir adımdır da. Gerçekten de döngüsel dünya birincil (madenlerden gelen) kaynakları ikincil (geri dönüşüm fabrikalarından gelen) kaynaklar ile destekleyerek, dolayısıyla tedariği *de facto* çeşitlendirerek Batılı devletlerin dayanıklılığını pekiştirecektir. Geri dönüşümün hakikaten jeopolitik bir boyuta sahip olduğunu artık görebiliyoruz: Öncelikle söz konusu kaynaktan yararlanan ülkeler ve kuruluşlar açısından, ama ileride bir gün, günümüzde geri dönüşüme girmemiş malzemelerde olduğu gibi kullanılmış bataryaların ihracına kotalar ve ambargolar koyabilecek devletler açısından da jeopolitik boyuta sahiptir.

Ne olursa olsun Avrupa'da yürürlüğe giren Critical Minerals Act 2030 yılına kadar her yıl tüketilen kritik metallerin %15'inin geri dönüşümden elde edilmesini gerektiriyor. Dahası var: Avrupa Konseyi tarafından Temmuz 2023'te kabul edilen batarya yönetmeliği geri dönüştürülmüş ürünleri yeniden kullanmayı zorunlu tutuyor. 2031 yılında elektrikli arabaların yeni bataryalarındaki kobalt, lityum ve nikelin %16 kobalt ile %6 lityum ve nikel olmak üzere geri dönüştürülmüş olması gerekiyor.[87] Hedefin sevinilecek yanı çok ama bu hedefe ulaşmak o kadar kolay değil: Geri dönüşüme gönderilebilecek lityum günümüzde asıl, yeni elektrikli otomobillerde bulunuyor; bunların trafikten çekilmesi için on-on beş yıl var daha! İstediğimiz kadar geri dönüşüm sistemleri kuralım, bütün bunlar elde atık olmadığı için atıl kalacaktır. Bu yeni imkândan yararlanıncaya kadar daha uzun yıllar boyunca madenlere inmemiz gerekecek.

Üstelik on, on-beş haydi yirmi yıl sonra ilk nesil elektrikli otomobiller hurdaya çıkmaya başladığında, arada geçen sürede lityum ihtiyacımız zirveye ulaşmış olacak. Oysa 2035 ya da 2045 yılında geri dönüşüme gönderilebilecek kaynak olarak elimizde on ya da yirmi yıl önce bataryalarda kullandığımızı geçmeyecek, yani yeni ihtiyaçlarımıza kıyasla beş, on ya da yirmi kat daha az olacaktır. Kısacası geri dönüştürülmüş kritik metaller madenden gelen kritik metallerle kıyaslandığında çok uzun bir zaman daha, düşük oranlarda kalmayı sürdürecek. Başka deyişle, yer kabuğunu delmekten vazgeçebilecek durumda değiliz.

Bu apaçık gerçek, basit bir gözlemden kaynaklanıyor: Ekonomilerimizin yılda %3 büyüdüğü mantığa göre, döngüsel ekonomi cephesinde kaydettiğimiz ilerlemeler (gerçek olmalarına rağmen) kaynak tüketimimizin artan ritmine ayak uyduramıyor. Her yıl ekonomiye kullanılmış metalden çok "kullanılmamış" metal dahil oluyor. Bu durum karşısında Deloitte danışmanlık şirketi, yayınladığı *Circularity Gap Report 2023* başlıklı raporda, "2018'de %9,1, 2020'de %8,6 ve şimdi 2023'te de %7,2 artan kaynak çıkarımı [ekonomilerimizin] döngüselliğini azalttı"[88] uyarısında bulundu. Özetlersek, geri dönüşüm uzun vadede geçerli bir strateji olabilir[89] ama ne modern yaşam tarzlarımızın maddi baskısını hafifletebilecek ne de kısa vadede Çin'i başımızdan atacak bir çare olacaktır.

"Yeşil" dünyanın gerçek karmaşıklığı devletin tepesinde ve ekolojik çevrelerde kavranıncaya kadar, Pekin Batı'yı kuşatma stratejisini sürdürüyor. 3 Temmuz 2023 tarihinde yapılan bir duyuru bu konuda yaşanan son olaydı: Bazı Batılı ülkelerin Çin'e elektronik çip sevkıyatına ambargo koymasına cevaben Çin de mikroişlemci ve optik fiber üretimi için elzem olan iki kritik metalin, dünyadaki başlıca üreticisi olduğu galyum ve germanyumun ertesi aydan itibaren hükümet onayına bağlı olacağını açıkladı.[90] Bu duyuru tehlikeli bağımlılığımızı bir kez daha gün ışığına çıkardı.

Fransa ve müttefikleri kendi topraklarında nadir metal madenleri açmaya karar vermedikçe, Çin'in metallerine bağımlılığımızın devam edebileceğini anlıyoruz.

DİPNOTLAR

1 Bu asli cevherlerin en önemlileri alüminyum, kurşun, demir, bakır, nikel, krom ve çinkodur. Kaynak: Data Series 140, United States Geological Survey (USGS), 2017.

2 Jean-Baptiste Fressoz, "L'anthropocène est un 'accumulocène'", *Regards croisés sur l'économie*, 2020/1 (sayı 26).

3 "What will the global economy look like in 2050?", Capital Economics, 2023.

4 "Ferme des 1000 vaches": Kuzey Fransa'da Hauts-de-France bölgesinde kurulan sanayileşmiş çiftlik 1.000 inek sayısına ulaşıldığında proje rantabl olacaktı. İdari istinaf mahkemesi önce 550, sonra 880 ineğe izin verince kapanmak zorunda kaldı – çn.

5 Stratejik Metaller Komitesi (Comité pour les métaux stratégiques, COMES) genel sekreteri Alain Liger, "Transition énergétique: attention, métaux stratégiques!", *Conseil général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des technologies* (CGE), 7 Aralık 2015.

6 *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*, Agence internationale de l'énergie (IEA), Mayıs 2021.

7 İki önemli ana metal ürünü olan çelik ve bakır üretimi 1970 ve 2000 yılları arasında sabit kaldığından, maden cevheri kıtlığı çekilebileceği kimsenin aklına gelmemişti. Sanayiciler ve medya ancak 2005 yılında maden cevheri kıtlığından söz etmeye başladı; çünkü Çin'in emtia piyasalarına ani girişi arz konusunda büyük gerilimler yarattı.

8 "Ressources minérales et énergie", Toprak ve Toprak-altı grubu raporu, *Alliance nationale de coordination de la recherche scientifique* (ANCRE), Haziran 2015.

9 Olivier Vidal, Bruno Goffé ve Nicholas Arndt, "Metals for a low-carbon society", *Nature Geoscience*, c. 6, Kasım 2013.

10 *A.g.y.*

11 Bkz. Dünya Bankası raporu, "The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future", The World Bank Group, Haziran 2017, yine aynı konudaki bir makale için bkz. "Métaux: les besoins colossaux de la transition énergétique", *Les Échos*, 20 Temmuz 2017. Bu sonuçlar IEA (Uluslararası Enerji Ajansı) tarafından hazırlanan *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions* (Mayıs 2021) başlıklı raporda da teyit edilmiştir. Nitekim, IEA'ya göre elektrikli bir araba, ömrü boyunca termik motorla çalışan bir arabaya kıyasla 6 kat fazla metal ve maden cevherine ihtiyaç duyar. Öte yandan bir *offshore* rüzgâr türbini tarafından üretilen bir megawatt elektrik, gaz kullanan bir santral tarafından üretilmesine kıyasla on kat fazla kaynak gerektirir. Bir güneş paneli tarafından üretilen elektrik ise, kömür yakan bir santralle üretilmesinden yaklaşık 2,5 kat fazla kaynak gerektirir.

12 "How many people have ever lived on Earth?", *Population Reference Bureau*, 15 Kasım 2022.

13 Su konusunu ayrı bir incelemede ele aldık: "Faute d'eau, pourrons-nous demain naviguer sur Internet?", *Humanité et numérique. Les liaisons dangereuses*, Dr. Servane Mouton yönetiminde, Éditions Apogée, coll. "Les panseurs sociaux", 2023.

14 Olivier Vidal ile yapılan görüşme, 2023. COP 21 çerçevesinde nadir metallere ilişkin bir sempozyum düzenleyen Alain Liger de aynı hayal kırıklığını yaşadı "Ségolène Royal [dönemin Çevre Bakanı], Emmanuel Macron [dönemin Ekonomi Bakanı] ve Laurent Fabius'a [dönemin Dışişleri Bakanı] birer not gönderdim. Sadece Macro'un ofisinden telefonla arandım ve böyle bir yuvarlak masa toplantısı yapmanın harika bir fikir olduğu belirtildi. Buna karşılık ne Fabius ne de Royal aradı beni." Oysa ikisi de iklim görüşmelerini yönlendiren iki bakanlığın başındaydılar.

15 Panelin başlığı şöyleydi: "Critical minerals for Net Zero. How to ensure sustainability and circularity." Y (Youth) 20 Endonezya ve BRICS (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika) Youth Energy Agency tarafından düzenlenen bu panel, Endonezya'da 2022'de toplanan G20 çerçevesinde "enerji ve iklim konusunda genç delege" Vadim Kuznetsov moderatörlüğünde yapıldı.

16 Ekolojiden sorumlu Avrupa meclis üyesi Yannick Jadot'nun son derece endişe verici sözlerini örnek gösterebiliriz: "Putin ve Körfez'in petrole dayalı monarşilerindense rüzgâra, güneşe ve suya bağımlı olmayı tercih ederim" diyor ama... rüzgâr ile elektrik prizi arasında metallerden yapılan *green tech* olduğundan hiç söz etmiyor. Bkz. "Transition énergétique: EELV veut 100 milliards d'euros par an de l'Europe", *Sud-Ouest*, 20 Ağustos 2018.

17 Bkz. Clément Bonnet ve diğ., "Copper at the crossroads: assessing the interactions of the low carbon energy transition with a non-ferrous and structural metal", Çalışma belgesi 2019-5, International Nuclear Information System (INIS), Temmuz 2019.

18 "Fer, cuivre, aluminium... les ressources minières seront épuisées d'ici à 50 à 70 ans si nos consommations continuent de croître au rythme actuel", *L'Usine nouvelle,* 23 Mayıs 2023.

19 John Petersen ile yapılan görüşme, 2017.

20 John Seaman, "La Chine et les terres rares, son rôle critique dans la nouvelle économie", IFRI (Institut français des relations internationales) tarafından yayınlanan notlar, Ocak 2019.

"Ruée mondiale vers le cobalt congolais: la Chine, médaille d'or", *Capital*, 21 Şubat 2018. Bu konuda bkz. "Confrontation autour du cobalt congolais", École de guerre économique (EGE), 1 Haziran 2023.

22 Paul Valéry, *Regards sur le monde actuel,* Librairie Stock, Delamain et Boutelleau, 1931.

23 Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, Jorgen Randers ve William W. Behrens III, *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind,* Universe Books, New York, 1972.

24 "Almost 400 new mines needed to meet future EV battery demand, data finds", *TechInformed*, 27 Eylül 2022.

25 "WMF [World Materials Forum] criticality assessment", BRGM, CRU & McKinsey, sunum yapan: Christophe Poinssot, 6 Temmuz 2023.

26 "Greenland says no to China-backed rare-earth mine in election", *Nikkei Asia*, 8 Nisan 2021.

27 "La Serbie enterre le plus grand projet de mine de lithium en Europe", *Les Échos*, 21 Ocak 2022.

28 "Finistère. À Tréguennec, un gisement de lithium sur une zone protégée du littoral cristallise les inquiétudes", France Info, 21 Şubat 2022.
29 Biri Donbass bölgesinde Donestk yakınında Shevchenkivske'de, diğeri ise Ukrayna'nın batısında Kirovograd bölgesindeki Dobra'dadır. Bkz. "Le lithium au coeur des enjeux de la guerre en Ukraine?", InsideEVs, 24 Şubat 2022.
30 "BHP Group to ramp down Chilean copper mine after court's water extraction ban", S&P Global Market Intelligence, 5 Ocak 2022.
31 "La sécheresse en Chine fait chauffer les cours de l'aluminium", *Les Échos*, 21 Şubat 2023.
32 Ugo Bardi, *Le Grand Pillage. Comment nous épuisons les ressources de la planète*, Les Petits Matins, 2015.
33 Siddharth Misra, "Plummeting 'energy return on investment' of oil and the impact on global energy landscape", *Journal of Petroleum Technology* (JPT), 20 Mart 2023.
34 Gonzalo Chiriboga, Andrés de la Rosa, Camila Molina, Stefany Velarde ve Ghem Carvajal, "Energy return on investment (EROI) and life cycle analysis (LCA) of biofuels in Ecuador", *Heliyon*, c. 6, sayı 6, 2020.
35 Konuyla ilgili daha geniş bilgi için 21. Yüzyıl Kitaplığı Dizisi'nden 2023'te yayınladığımız *Petrokıyamet* adlı esere bakılabilir. Petrokıyamet, Küresel Enerji Krizi Nasıl Çözüle(meye)cek?, Antonio Turiel, çev. Saliha Nilüfer, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları – e.n.
36 Terra Nova adlı metal geri dönüşümü işletmesinin kurucu ortağı Christian Thomas bu görüştedir.
37 Ester van der Voet ve diğ., *Environmental Risks and Challenges of Anthropogenic Metals Flows and Cycles*. "A report of the working group on the global metal flows to the International Resource Panel", United Nations Environment Programme (UNEP), 2013.
38 Anglo American genel müdürü Mark Cutifani ile yapılan görüşme, 2021. M. Cutifani şunları söyledi: "2030 yılına kadar Anglo American ürettiği birim bakır başına enerji tüketimini %30 düşürmeye çalışacaktır. Bu hedefe maden cevherlerini daha iyi seçerek, kayaçları daha verimli biçimde ayırıp parçalayarak, yüzdürme süreçlerinde yeni metal geri kazanım yöntemlerine başvurarak ve atıkların ortadan kaldırılmasında daha az enerji kullanarak ulaşabileceğiz. Böylece üretilen birim bakır başına kullandığımız su 1900 yılı düzeyinde olacaktır."
39 Simon P. Michaux, "The mining of minerals and the limits to growth", Geological survey of Finland (Centre de recherche géologique de Finlande, GTK), 1 Mart 2021.
40 Maden ve metaller konusunda kimya mühendisi Jean-Paul Tognet ile yapılan görüşmeler, 2016 ve 2017.
41 Ugo Bardi, *Le Grand Pillage*.
42 "Clean energy demand for critical minerals set to soar as the world pursues net zero goals", basın bildirisi, IEA, 5 Mayıs 2021.
43 Simon P. Michaux, "Challenges and bottlenecks for the green transition", Geological Survey of Finland (GTK), 21 Şubat 2023. Bu açıklamalar M. Michaux tarafından GTK için hazırlanan "Assessment of the extra capacity

required of alternative energy electrical power systems to completely replace fossil fuels" (yayınlandığı tarih: 20 Ağustos 2021) başlıklı bir raporun sonuçlarını kullanmaktadır.

44 Bu adın kaynağı: Simon Winchester, *The Map that Changed the World: William Smith and the Birth of Modern Geology*, HarperCollins, 2001.

45 Bkz. Raporun ikinci bölümü, Soruşturma komisyonu raporu: "Santé publique: pour un nouveau départ. Leçons de l'épidémie de covid-19", Senato, 8 Aralık 2020.

46 "Pourquoi la crise sanitaire met-elle le transport maritime en surchauffe?", *Le Monde*, 17 Mayıs 2021.

47 "La Russie coupe le gaz à une grande partie de l'Europe, ce que l'on sait", *HuffPost*, 19 Haziran 2022.

48 "Discours du président de la République, Emmanuel Macron, en anglais à l'institut Nexus, La Haye", 11 Nisan 2023. Bkz. Élysée Sarayı sitesi: elysee.fr

49 H.R.5376-Inflation Reduction Act of 2022, 117th Congress (2021-2022) (congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/5376).

50 "Biden invokes cold war statute to boost critical mineral supply", *The New York Times*, 31 Mart 2022.

51 "Discours sur l'état de l'Union 2022 de la présidente von der Leyen", 14 Eylül 2022, Avrupa Komisyonu sitesinden ulaşılabilir (europa.eu).

52 "Investir dans la France de 2030: remise au gouvernement du rapport Varin sur la sécurisation de l'approvisionnement en matières premières minérales et ouverture d'un appel à projets dédié", 10 Ocak 2022. Bu makaleye Fransa hükümet sitesinde ulaşılabilir (gouvernement.fr). Varin özellikle Pechiney, Corus, PSA ve Suez gruplarında görev yapmıştır.

53 European Commission, *Study on the Critical Raw Materials for the EU 2023. Final Report*. Bakır ve alüminyum bu listeye yeni dahil oldu.

54 "2022 Final List of Critical Minerals" (U.S. Geological Survey, Department of the Interior), Federal Register, c. 87, sayı 37, 24 Şubat 2022.

55 "Global rare earth element (REE) mines, deposits and occurrences (Mayıs 2021)", British Geological Survey.

56 Patricia Schouker, "Trillions at stake: The next battle in Asia is over North Korea's rare earth resources", *The National Interest*, 6 Şubat 2020.

57 "Minerais stratégiques: comment les États-Unis veulent contrer l'influence chinoise en Afrique", *La Tribune*, 20 Mart 2023.

58 "Germany, Canada to boost energy, mineral ties as they decarbonize", Reuters, 22 Ağustos 2022.

59 "Emmanuel Macron lorgne les métaux critiques de Mongolie", *Le Figaro*, 19 Mayıs 2023.

60 "La France s'intéresse au lithium chilien pour construire ses batteries électriques", *La Tribune*, 10 Haziran 2023.

61 "US, Australia, Japan, India to collaborate on rare earths production", S&P Global Market Intelligence, 11 Mart 2021.

62 Minerals security partnership (MSP): Bkz. Amerikan Dışişleri Bakanlığı sitesi (14 Haziran 2022), state.gov/minerals-security-partnership

63 Yasa parlamentoda oylanmaya sunulmadan önce başkan, "Az önce madencilikle ilgili bir yasayı imzaladım ve bu yasa sayesinde lityum ulusun elinde

kalacak [...]. Çokuluslu şirketler ve yabancı devletler göz koydukları lityumu alamayacaklar" demişti. Bkz. "Le Mexique lance la nationalisation du lithium pour éviter que les 'multinationales' ne s'en emparent", *La Tribune*, 19 Nisan 2022.

64 Bkz. "Chile passes mining royalties reform after five years of debate", The Brazilian Report, 19 Mayıs 2023 ve "Brazil preparing for a new mining plan", *The Assay* (Hong Kong), 21 Şubat 2023.

65 "Le Ghana n'exportera pas son lithium sous forme brute", *Agence Ecofin*, 16 Haziran 2023.

66 "The hidden gigafactories powering emerging markets", Benchmark Source, 13 Aralık 2022.

67 "The transition to clean energy will mint new commodity superpowers", *The Economist*, 26 Mart 2022.

68 Doğal kaynaklar stratejisti Didier Julienne ile yapılan görüşme, 2016.

69 "Why energy insecurity is here to stay", *The Economist*, 26 Mart 2022.

70 "Secretary Blinken at an MOU signing with Democratic Republic of the Congo vice prime minister and foreign minister Christophe Lutundula and zambian foreign minister Stanley Kakubo", basın bildirisi, U.S. Department of State, 13 Aralık 2022.

71 Bu konuyla ilgili olarak Mark Leonard ve diğ. tarafından Bruegel Institute için yapılan kısa çalışmaya bkz. "The geopolitics of the European Green Deal", Policy Contribution, sayı 4/21, Şubat 2021. Bildiğimiz kadarıyla enerji geçişinin jeopolitiği konusunda yayınlanmış ilk raporlardan biri için bkz. "The geopolitics of renewable energy", Meghan O'Sullivan, Indra Overland et David Sandalow (HKS Working Paper n° RWP17-027), Harvard Kennedy School Faculty Research Working Paper Series/Columbia University Center on Global Energy Policy, Temmuz 2017.

72 "Our work in Africa", United Nations Environment Program, unep.org

73 "Chinese foreign mining investment. China's private sector eyes low-cost regions", S&P Global Market Intelligence, 12 Mart 2021.

74 "Chinese Company removed as operator of cobalt mine in Congo", *The New York Times*, 28 Şubat 2022.

75 "China's stake in Africa's mines", *a.g.e.*

76 Bkz. daha önce söz ettiğimiz belgesel: *La Face cachée des énergies vertes*.

77 "China fires 'warning salvo' in a direct threat to US; Can choke the world by blocking lithium, rare earth & API supply", The EurAsian Times, 6 Temmuz 2023.

78 "Batteries: partout en Europe, les gigafactories fleurissent", *Le Monde*, 11 Mayıs 2023.

79 "Tiamat veut mobiliser 100 millions pour sa première usine de batteries", *Les Échos*, 19 Ocak 2023.

80 "Et si les batteries comestibles étaient les piles du futur?", *Ouest-France*, 21 Nisan 2023.

81 "Découverte scientifique: une batterie biodégradable en papier pour les petits appareils électroniques", France Info, 3 Ağustos 2022.

82 "Crab and lobster shells could be used to make renewable batterie", *The Guardian*, 1 Eylül 2022.

83 Bu konuyla ilgili çok ilginç bir çalışma için bkz. Vincent Donnen, "Vers une ère métallisée: renforcer la résilience des industries par un mécanisme de stockage stratégique de métaux rares", Notes de l'IFRI, Institut français des relations internationales, Mayıs 2022.

84 "U.S. departments of Energy, State and Defense to launch effort to enhance national defense stockpile with critical minerals for clean energy technologies", Office of International Affairs, Amerikan Enerji Bakanlığı, 25 Şubat 2022.

85 Bu konuda bkz. *Circularity Gap Report 2023*, "Circularity Gap Reporting Initiative", Deloitte / Circle Economy.

86 Sadece yıllık metal tüketimine bakarsak bu çalışma, 2011 ile 2060 yılları arasında 8 gigatondan 20 gigatona çıkılacağını belirtir. Bu konuda bkz. *Global Material Resources Outlook to 2060. Economic Drivers and Environmental Consequences* başlıklı rapor, OCDE, 12 Şubat 2019.

87 Bkz. Avrupa Parlamentosu'nun 2008/98/EC Direktifini ve (UE) 2019/1020 yönetmeliğini değiştiren, 2006/66/CE. Avrupa Parlamentosu yönergesini yürürlükten kaldıran ve konseyin bataryalar ve batarya atıklarına ilişkin yönetmelik teklifine ilişkin 14 Haziran 2023 tarihli yasama kararı. Yönetmelik bu sayıların 2036 yılında kobalt için %26, lityum için %12, nikel için de %15'e yükseltilmesini öngörüyor.

88 *Circularity Gap Report 2023*.

89 KU Leuven Üniversitesi (Belçika) tarafından hazırlanan ve 2022 Nisan ayında Eurometaux tarafından yayınlanan *Metals for Clean Energy: Pathways to Solving Europe's Raw Materials Challenge* başlıklı raporda geçen cesaret verici tahminlere bakılabilir. 2050 yılında Avrupa'da tüketilen alüminyumun %53'ü, bakırın %66'sı, çinkonun %41'i, lityumun %77'si ve kobaltın %67'si geri dönüşümden elde edilebilir.

90 "China to impose export controls on key materials for chipmaking as West's 'ship war' escalates", *The Global Times*, 3 Temmuz 2023.

9. Bölüm

Son Sığınakların Yok Oluşu

Fransa'yı yeniden maden alanında söz sahibi bir güç haline getirmek gerekir mi? Fransız kamuoyunun büyük kısmı için utanç verici, küçük düşürücü, çileden çıkaran bir soru bu. Cumhurbaşkanı Emmanuel Macron bunu destekliyor, çevreciler ise karşı çıkıyor.

Bu tartışma yıllardır Bercy'deki bakanlık binasında yapılan konuşmalara konu oluyor. Seine Nehri'ne tepeden bakan bu camlı bürolardan birinde, o zamanlar ilk François Hollande hükümetinin Sanayi ve Kalkınma Bakanı Arnaud Montebourg, Fransa'da maden ocaklarını yeniden açmak istediğini dile getirmişti. Montebourg 2014 yılında Montmorency (Vald'Oise) alçıtaşı ocaklarını ziyaretinde şunları söylüyordu: "Fransa'nın madencilik alanındaki yenilenmesi başladı bile [...]. Ülkemize bağımsızlığını, hammadde fiyatlarına ve miktarlarına hâkim olmasını sağlayacak tedarik imkânlarını, hükümranlığını sağlamak ve sağlama almak istiyoruz."[1]

Uyuyan Madencilik Devi Fransa

Bu duyuru 2012 yılı cumhurbaşkanlığı seçimine aday olan Hollande tarafında vaat edilen yeniden sanayileşme siyasetine uygundu. Ayrıca bu sözler, Fransa'nın uyuyan bir madencilik devi olduğu göz önüne

alınırsa (Fransa'nın madencilik potansiyeli hakkında bkz. Ek 21) gerçektir de.[2] Altıgen'in maden çıkarma faaliyetleri 1980'li yılların başına kadar çok önemliydi. 19. yüzyılda yaşanan ilk sanayi devrimi tungsten, manganez, çinko ve antimon gibi çok çeşitli cevherlerin üretilmesini zaten teşvik etmişti. Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu'nun 1952 yılında yürürlüğe girmesiyle Fransa demir sanayisi de bolluk çağına adım attı. Maurienne'deki yüksek vadilerden Loren'deki engebeli arazilere, Tarn'daki Montagne Noire kıvrımlarından Aude'daki Mouthoumet masiflerine kadar Fransa dolaylı ve dolaysız yüz binlerce istihdam yaratan dinamik bir maden sanayisine sırtını dayayabilirdi. Öyle ki dünyanın başlıca antimon, tungsten ve germanyum üreticileri arasına kadar yükselebilirdik.

Montebourg söylediklerini fiiliyata geçirebilmek için o günlerde bir Fransa Ulusal Madencilik Şirketi (CMF) kurulmasını bile vaat etmişti. Bu şirketin bütçesi 400 milyon avroya ulaşabilecekti ve madencilik alanındaki girişimlere yatırım yapacak, Afrika'da ortaklıklar kurmaya çabalayacak ve metropolde maden arama ruhsatları verecekti. Bakan Bey böylece "dünya çapında süren doğal kaynak savaşına Fransa'yı yeniden dahil edebileceğiz" demişti.

Uzmanlardan oluşan bir kurul CMF projesini çok sayıda soru yönelterek ele aldı: Hangi niteliklere sahip olacaktır? Hükümet bu projenin finansmanını nereden sağlayacaktır? Öncelikli projeler neler olacaktır? Ayrıca, ülkenin önceki yeraltı zenginlikleri envanterini güncellemek gerekecekti. Bu konuya şüpheyle yaklaştığını gizlemeyen jeologların sayısı hiç de az değildi.

Eramet ve Areva (2018 yılında Orano adını alacaktır) isimli Fransız madencilik gruplarının o günlerde yaşadığı mali sıkıntılar Montebourg'un yerine gelen Ekonomi Bakanı Emmanuel Macron'u (2014-2016) bu projeden vazgeçmeye ikna etti. İçinde bulunulan durum bakanlık tarafından şöyle açıklanıyordu: "Eramet ve Areva hammadde fiyatlarının düşmesiyle mali açıdan zorluklar yaşıyor. Bütün hisseleri kamuya ait olacak üçüncü bir grup yaratmak pek akıllıca olmayacaktır. Sürmekte olan yeniden yapılandırmalara odaklanmayı tercih ediyoruz."[3] Bununla birlikte, önce hükümet üyesi, sonra da cumhurbaşkanı olan Macron'un madenleri ihmal ettiğini söyleyemeyiz: Daha 2015 yılı gibi erken bir tarihte bile ileride gündeme gelebilecek her tür maden

çıkarma etkinliğinin[4] çevresel etkisini azaltmayı amaçlayan "sorumlu madencilik"[5] girişimini başlattı ve kıta Fransa'sı ve Fransız Guyana'sında bugüne kadar yaklaşık yirmi tane metal ve maden cevheri arama izni verdi.[6] Hükümet 2021 yılında Fransa topraklarında maden çıkarımını çevreyi koruma tedbirleri ile uyumlu kılan bir madencilik yasası reformu yaptı. 2022 yılında bu reform, birçok talimatla tamamlandı; getirilen yeniliklerin en önemlisi ise madencilik etkinliklerine bağlı zararın halk sağlığı ile çevre zararı sayılması ve madencilik polisinin ceza verme yetki kapsamının genişletmesi olmuştu.[7] Sonunda 2023 yılında CNRS ve BRGM Fransa'nın jeolojik kaynaklarını topluca daha iyi tanıyıp öğrenmek amacıyla "Ortak mülkümüz yeraltı" başlığı ile yedi yılda 71,4 milyon avro bütçeye sahip arama yapmaya yönelik bir araştırma programı başlattı.[8]

Avrupa da geri kalmadı: 2023 yılında sunulan Avrupa Birliği kritik mineraller planı (Critical Minerals Act) 2030 yılında Avrupalıların kritik kaynak ihtiyaçlarının %10'unun kıta topraklarında açılan madenlerden çıkarılmasını öngörmektedir. Nitekim son yıllarda onlarca yeni madencilik projesi gündeme geldi. Örneğin İsveç topraklarından 2024 yılından itibaren bataryalarda kullanılabilecek nitelikte grafit[9] çıkarılabilir ve Avrupa kıtasının en büyük nadir toprak elementleri yatağının keşfedildiğini duyuran İsveçli madencilik grubu LKAB'ye göre daha uzun vadede nadir toprak elementleri de çıkarılabilecektir.[10] Portekiz'de yetkililer ülkenin kuzeydoğusunda ilk lityum maden ocağının çalışmaya başlamasına izin verdiler;[11] Avustralyalı Vulcan Energy şirketi de 2027 yılından itibaren Almanya'da Yukarı Ren Vadisi'ndeki jeotermal sulardan lityum çıkarmaya başlayacak[12] (bkz. Ek 22, "Avrupa'daki lityum işleme projeleri").

Fransa'da ve bütün Avrupa'da madenleri yeniden açmak bir yol olabilir mi? Tartışmanın yapısını baştan aşağı değiştirecek bir soru bu. Şimdiye kadar bütün hatayı Pekin'e yıkıyorduk, hammadde piyasalarını manipüle etmek ve uluslararası ticaret kurallarını uygulamamakla suçluyorduk. Artık kendi hammaddemizi yeniden kendimiz çıkarmaya başladığımıza göre olan bitenden de sadece kendimiz sorumluyuz.

Bu konuda gayet şiddetli bir polemik yaşanıyor. Son yıllarda hükümet duyuruları çevresinde çok sert muhalefet oluştu. Creuse'den geçerek Limousin'den Bretagne'a kadar yurttaşları bir araya getiren

dernekler ve kıyı sakinleri tarafından oluşturulan kolektifler, "Ne burada ne başka yerde!"[13] diyerek çok sert karşı çıktılar. Les Amis de la Terre başta olmak üzere çok sayıda çevreci dernek de katıldı bu öfkeli karşı çıkışa. Madenlerle ilgili meselelerde çok etkin olan bu çevre derneği madenlerin "sessiz sedasız yenilenmesi"nden çok kaygılandı. Fransız hükümetinin maden damarlarını sürdürülebilir şekilde işletme vaadinin "aldatmaca" olduğunu savunan dernek, madenciliğin yeniden canlandırılmasıyla ilgili "sahte hakikatleri" ifşa etti.[14] 2022 yılında Bretagne bölgesi yerel basınında Finistère Tréguennec'te 66.000 ton büyüklüğünde bir lityum yatağı bulunduğu haberinin yer alması bölge sakinlerinin müthiş tepkisine yol açtı.[15] Aynı yıl[16] Imerys grubu 2027 yılına kadar Allier'de batarya üretmek amacıyla lityum çıkarma projesini açıkladı... France Nature Environnement Derneği böyle bir işletmenin biyoçeşitlilik, su kaynakları ve havanın niteliği üzerinde kaygı verici sonuçları olacağını belirtti.[17]

Madencilik etkinliklerinin Fransa'da yol açtığı sayısız felaketten ders alan Fransızlar artık gayet sert tepki veriyorlar ve de böyle yapmakta haklılar.[18] Olanlara karşı çıkarken benimsedikleri mantık "Nimby" ("*Not in my backyard*"/"Bahçemde olmasın!") tavrından "*Banana*", "*Build absolutely nothing anywhere near anything*"/Hiçbir yerde, hiçbir şeyin yakınına kesinlikle bir şey inşa etme!"[19] tavrına yöneldi. Yazın deniz kıyısında, kumda delik açmak olur, ama o kadar. Avrupa'nın geri kalanında da işler hiç basit değil: Örneğin Sırbistan'da hükümet ülkenin batısında Jadar'daki madenlerden lityum çıkarmak için Rio Tinto'ya verilen izinleri halkın seferber olup müthiş tepki göstermesi sonunda 2022 yılında iptal etmek zorunda kaldı.[20] İsveç'te de Kanadalı Tasman Metal şirketinin ülkenin güneyindeki maden alanı Norra Kärr'da nadir toprak elementleri çıkarma projesine birkaç yıldır hem yurttaşlar hem de kurumlar şiddetle karşı çıkıyor.[21]

Ne var ki bu tür protesto hareketlerinde başı çeken çevreci STK'lar kendi gönüllerinde yatan daha sürdürülebilir yeni bir dünyanın ortaya çıkardığı sonuçları mahkûm ettikleri için bir ölçüde tutarsız davranıyorlar. Dijital teknoloji ve enerji geçişinin aynı zamanda petrol alanlarından nadir metal yataklarına geçmek olduğunu ve küresel ısınmayla mücadeleye ancak yeraltı kaynakları yoluyla karşılık verilebileceğini kabul etmiyorlar.[22]

Bu durum Ekonomi ve Maliye Bakanlığı tarafından yapılan bütün resmi basın duyurularında zaten açıkça yer alıyor: Fransa'da madenlerin yeniden açılması "sürdürülebilir kalkınmaya ekolojik geçişin ulusal bir strateji olarak benimsenmesinin bir parçasıdır."[23] Madenler konusunda yapılan bu tartışma Çinlilerin yıllar önce anladığı şeyin bilincine varmamızı sağlıyor: Kalkınma modelimiz içinden çıkılamayacak çelişkiler barındırıyor. Daha yeşil bir dünya hayali ile daha teknolojik bir dünyanın gerçekliği arasında kaldığımızda neyi seçeceğimiz pek açık değildir.

Maden karşıtı isyanın bütün bileşenleri bir araya geldiğine göre Fransa'nın yeniden madenciliğe dönüşü pekâlâ gecikebilir. Avrupa kıtası ölçeğinde neler olabileceğini öngörmek çok zor. Ne var ki Élysée tarafından kritik metaller konusunda, içeriği 2022 yılında kısmen açıklanan[24] bir rapor hazırlayan Philippe Varin yaşadığımız kıtanın 2030 yılında kendi ihtiyaçlarının ancak %20 ile %30'unu karşılayabileceği kanısında.[25] Geriye epey uzun bir nadir metaller tedarik zinciri kalıyor! ABD'de Sayıştay'ın muadili olan kurum nadir metaller tedarik zincirini yeniden kurmak için en az on beş yıl daha gerektiği görüşündeydi.[26] Bu küçük âlem kendi içinde anlaşmaya çalışadursun Fransa madenci kültürünün köklerini geleneklerde bulmakta zorlanıyor. Eğitim yetersiz kalıyor, gençler de meslek olarak jeolojiyle ilgilenmiyor artık. Bu alandaki son yeteneklerin ortadan kaybolmasıyla birlikte sektörün yeniden hareketlenmesi çok uzun yıllar alabilir.

Her halükârda Altıgen'de madenciliğin yeniden gündeme gelmesinden yana olduğumuzu belirterek bu tartışmaya katkıda bulunmak isteriz. Bunu istememizin nedeni değer üretimi, yeni vergi geliri ya da binlerce yeni istihdam sağlamak değil. Bu görece hükümranlığın hammadde temini konusunda boynumuza geçirdiği ilmeği sıkılaştıran üretici devletler karşısında sağlayacağı stratejik güvenlik nedeniyle de değil. Kanımızca asıl tartışmamız gereken konu çevredir. Fransa'da madenlerin yeniden açılması olabilecek en ekolojik karar olacaktır, zira çevreyi kirleten sanayi tesislerimizin Fransa dışına taşınması çok zararlı iki ayrı sonuca yol açtı: Batılı tüketicilerin yaşam tarzlarımızın ekolojik maliyeti konusunda bilgisiz kalmasına yol açtı ve diğer yandan da hiçbir çevre kaygısı olmayan devletlere üretimin Batı'da kalması durumuyla kıyaslanamayacak kadar kötü koşullarda maden cevheri çıkarma ve işleme serbestliği sağladığı.

Bunun tam tersini yapıp madenleri Fransa'da ve Batı'da yeniden açarsak iki olumlu sonuç elde edebiliriz.

İlk olarak, kendimizi modern, internete bağlı ve çevreci ilan etmenin gerçek maliyetini dehşetle idrak edebiliriz. Maden ocaklarına yakın olmanın bizi kayıtsızlık ile inkârdan kurtaracağı ve ortaya çıkan kirliliğe hâkim olma çabalarını teşvik edebileceği umulabilir. Çinliler gibi yaşamaya katlanamayacağımızdan, madencilik şirketlerinin doğaya tek bir gram siyanür bile salmasını yasaklasınlar diye hükümetlerimize yaptığımız baskıyı kat kat artırabiliriz; sayısız yeşil etiket kuralını çiğneyen sanayicileri boykot edebilir, ürünlerinin ömrünü programlayarak belirleyen sanayicilerin rezilliğini yüzlerine vurabilir, bizi hep daha derin çukurlar açmaya itenlere karşı çıkabiliriz. Milyarlarca avronun bütün nadir metallerin tek gramı bile kaybolmadan geri dönüşüme girmesini sağlayacak araştırmalara harcanmasını dayatabiliriz. Kutsallar kutsalı alım gücü dogmasını belki bir kenara atabilir, temiz telefon satın almak için kesenin ağzını açabiliriz. Başka deyişle, kirliliği kontrol altına alma şevkimiz çevre konusunda ilerlemeler kaydedilmesine, zincirden boşanmış tüketim alışkanlıklarımızın iyiden iyiye törpülenmesine yol açabilir.

Bu senaryoda Çin'in madencilik etkinlikleri Fransa ve Batı'daki madenlerin rekabeti ile sınanacaktır. Çin'in madencilik sektöründeki dinamizmi zayıflayacak, toprağı, suyu ve atmosferi daha az kirletecektir. Pekin'in olup bitenden daha haberdar ve daha talepkâr tüketiciler nezdinde yeniden pazar payı edinebilmesinin yegâne yolu kendi pratiklerini iyileştirmek olacaktır. Sonuçta Batılıların çıtayı yükseltip yeni koşullar dayatması Çin'in kendi çevresine de yarayacaktır.[27]

Standart refahımızın maliyetini kendi bahçemizde tecrübe edip görene dek hiçbir şey kökten değişmeyecektir. Kendi ülkemizdeki sorumlu madencilik başka yerdeki sorumsuz madencilikten yeğ olacaktır. Böyle bir seçim son derece çevre dostu, diğerkâm, cesur olmakla kalmayacak, Fransa'nın nükleer atıklarından bir kısmını Rusya'ya ihraç etmesine öfkelenen birçok çevre derneğinin savunduğu sorumluluk etiğine de uygun düşecektir.[28] Bu atıkların bizim tarafımızdan işlenmesi gerektiği ve bu yükü başkalarının sırtına yüklemenin ahlak dışı olduğunu ileri süren eylemciler kendilerini tren raylarına bağlayıp katarların antrepoları terk etmesini engellemişlerdi haklı olarak.[29] Yakıt tüketiminin son aşamaları için geçerli olan bu akıl yürütme aynı döngünün ilk aşamalarında yer

alan, çevreyi kirleten madenlerin ihracı için de geçerlidir. Aynı mantıkla, STK'lar Havre Limanı'nda insan zinciri oluşturup Çin'den gelen tek bir metal yüklü geminin bile boşaltılmasına izin vermemeli, Fransa'da nadir toprak elementi madenlerinin hizmete açılmasını onaylayan bir yasa kabul edilene kadar kendilerini Palais-Bourbon'un parmaklıklarına zincirlemelidir.

Paris Okyanusları Fethediyor

Aynı STK'lar Fransa Cumhuriyeti'nin, Filipo Katoa ve Eufenio Takala adlı esrarengiz kralların hareketlerinin biraz daha yakından izlemesini de talep etmelidir. Bu kişiler belki de enerji geçişi ve dijitalleşmenin kaderini belirleyebilecek miktarda nadir toprak elementine sahipler.

12 Temmuz 2016 günü, sırasıyla Alo ve Sigave adlı iki uzak krallığın hükümdarları olan Bay Katoa ve Bay Takala onurlarına verilen bir resepsiyona katılmak üzere Élysée'nin eşiğini üzerlerinde *manu* (bir tür pareo) olmak üzere, takım elbiseli ve kravatlı olarak geçtiler. İki hükümdarın Paris gezisi Ulusal Meclis, Senato başkanları ile Denizaşırı Topraklar Bakanlığı'nı ziyareti de kapsıyordu.[30] Bay Katoa ve Bay Takala heyetleriyle katıldıkları görüşmelerde krallıklarının kuşatılmışlığını kırmak, bölgelerine ekonomik dinamizm kazandırmak, sağlık hizmetlerinin iyileşmesi gibi kendi ilişkileri açısından hayati kazanımlar elde etmeyi amaçlıyorlardı. Paris iki hükümdarı keskin bakışlarla süzüyor ve bir dizi soruyu cevaplamaya çalışıyordu: Alo ve Sigave'deki Fransız varlığı nasıl kalıcı kılınabilirdi? Fransa Cumhuriyeti'nin bu çok özel ilişkiye her yıl yatırdığı 15 milyon avroluk bütçeyi artırmak mı gerekiyordu? Ülkemize ciddi zarar verebilecek irredantist maceraların önü nasıl alınabilirdi?

Alo ve Sigave toplulukları Tahiti ile Yeni Kaledonya arasında, uzak Okyanusya'da, denizaşırı bölgeler arasında kaybolup gitmiş Wallis ve Futuna Adaları'nda yaşar. Mata Utu adlı merkez ile Paris arası 16 bin kilometredir. 1887 yılında yapılan bir himaye anlaşması ile Fransa Cumhuriyeti'ne bağlanan bu Polinezya krallıkları metropole en uzak Fransız topraklarıdır. Bu krallıklar Fransa açısından o kadar önemli ki iki hükümdar 2016 yılında yaptıkları resmi Fransa ziyaretinde Cumhurbaşkanı Hollande tarafından Yeni Zelanda Başbakanı John Key ve ABD Dışişleri Bakanı John Kerry ile birlikte 14 Temmuz geçit törenini izlemek üzere şeref tribününe davet edildiler.

Wallis ve Futuna'daki hiçbir şey cumhuriyetin normlarına uymaz. Merkezsizleşme yasaları, uluslararası anlaşmalar, gayrimenkul yönetmelikleri, karayolları yasası burada yürürlükte değildir. Yerel âdetler her şeyin üzerindedir ve bu durumun devam edeceğinin teminatı ise mistik bir güçle donanmış olan "Fransa'nın son iki kralıdır."[31] Bay Katoa ve Bay Takala Wallis'te öyle büyük bir itibar görürler ki[32] Force ouvrière üyesi bir sendikacı "büyük şefliğin" onayı ya da en azından tarafsızlığı olmadan toplumsal bir hareket başlatamaz.

Ne var ki hükümdarların elinde mutlak bir iktidar bulunmuyor; kabile kurumları ve kadim bir protokolü uygulayan bir tören başkanının gözetiminde yönetmek zorundalar. Bu düzenin sürüp gitmesi için Fransız idaresi Wallis kralına ayda 5.500 avro ödüyor.[33] Mata Utu'da görevli eski kaymakam yardımcısı Pierre Simunek'in dediği gibi, "Wallis ve Futuna birer Cumhuriyetçi krallıktır."[34]

Wallis ve Futuna'da cumhuriyet ilkelerine uymayan başka bir durum daha var: 1905 tarihli kanun sadece kısmen uygulanıyor. Devlet ilköğretim işini eskiden beri çok güçlü olan Kilise'ye bırakmış.[35] Bölge meclisinin bütün oturumları Piskopos Monsenyör Susitino Sionepoe tarafından okunan bir dua ile açılıyor.[36] Eski devlet görevlimiz, "Oturum Kutsal Ruh'un kutsanmasıyla başlar, haç çıkartırız, sonra da herkes bağırıp çağırmaya koyulur"[37] diye anlatıyor.

Aynı görevli çok açıklayıcı başka bir ayrıntıya daha dikkat çekiyor: Meclis başkanı makamının üzerine yerleştirilmiş bir akış çizelgesinde Fransa Cumhuriyeti Cumhurbaşkanı Wallis ve Futuna'nın üç krallığının bayrakları altında yer almaktadır; onların üstünde ulusal bayrak, hepsinin üstünde de büyük bir haç yer almaktadır... Pierre Simunek'e göre bütün bunlar Wallis ve Futuna valisi ve vali yardımcısının, yani bir asa ya da kutsal su çanağı tutan her elden feci rahatsız olmakla ünlü bir cumhuriyetin temsilcilerinin burada "tahtın ve mihrabın koruyucuları" olarak var oldukları anlamına geliyor.

Olsa olsa Paris'ten biraz daha büyük bir alan üzerinde hükümranlık sağlamak için ne kadar eğilip bükülüyoruz! Bunun birçok nedeni var. En başta geleni ise Wallis ve Futuna sayesinde Fransa'nın varlığını Pasifik'e kadar genişletebilmesidir. Bu sayede Fransa dünyanın en büyük okyanusu –dolayısıyla en büyük mübadele alanı– üzerinde söz sahibi olabiliyor. Pasifik Adaları Forumu gibi bölgesel örgütlerde yapılan görüşmelere,

pazarlıklara ağırlığını koyabiliyor, Avustralya başta olmak üzere *de facto* komşu devletler ile işbirliği yapabiliyor ve ortaklık kurabiliyor. Dahası, savunma konusunda son yayınlanan Beyaz Kitap'ta, "Fransız Polinezyası ile Wallis ve Futuna toplulukları sayesinde Fransa Pasifik'te siyasal ve denizcilik alanında bir güç olmuştur"[38] ifadesi geçiyor. 2023 yılında benimsenen askeri programlama yasası da denizaşırı toprakların korunmasını güçlendirmek amacıyla deniz kuvvetlerinin imkânlarının desteklenmesi gerektiğini belirtir.[39]

Bunlar bir yana, daha da önemlisi, Polinezya'daki bu krallıkların Fransa'ya bölgedekilerin "koca kazan" dediği şeye tek başına erişme imkânı vermesidir. Jeoloji ve Maden Araştırmaları Bürosu (BRGM), Fransız Deniz Araştırmaları Enstitüsü (IFREMER) adlı kuruluşlar ve Eramet adlı madencilik grubu birkaç yıldır kendi münhasır ekonomik alanlarının maden cevheri açısından sahip olduğu potansiyeli değerlendirmeye çalışıyor. Var olan kaynakların saptanması amacıyla 2010-2012 yılları arasında yapılan üç ayrı keşif seferi sonunda denizaltında yirmi kilometre çapında bir yanardağ keşfedildi ve yanardağa Kulo Lasi ("koca kazan") adı verildi.[40] Bu yanardağ manganez, nikel, bakır, kobalt, çinko, kurşun, belki nadir toprak elementleri bakımından paha biçilmez bir hazineyi barındırıyor.

Bu keşif Wallis ve Futuna'da duyulunca ciddi gerilimler yaşandı. Buradaki şeflikler parsayı Paris'in toplayacağından endişelenip suyun üstündekiler kadar altındaki toprakların da atalardan gelme hakları olduğunu savundular. Çok sayıda Futunalı ile onlara ayak uyduran Wallisli seçilmiş meclis üyeleri de bu arama çalışmalarına hemen son verilmesini istediler. Pierre Simunek, "Hatta kraliyet konseyinde yer alan bakanlardan biri nadir toprak elementlerinden ötürü Fransa'dan ayrılmayı bile gündeme getirdi"[41] diyor. 2018 yılında Institut de recherche pour le développement (IRD) bünyesinde çalışan, denizaltı maden cevherleri arama ve incelenmesi alanında uzmanlaşmış dört bilim insanının Wallis ve Futuna'ya gitmesi Fransız yetkililerin bu konunun ne kadar hassas olduğunu kavramalarına yaradı: Şeflikler ve yerel topluluklar yeraltı kaynaklarının araştırılmasına ve işletilmesine bir kez daha açıkça karşı çıktılar.[42]

Wallis ve Futuna dışında, lagünleri maden kaynakları açısından zengin başka adalar da var: Pasifik'in kuzeydoğusundaki Clipperton Adaları ve Tahiti'nin münhasır ekonomik bölgeleri de deniz zemininde

yatan gayet bol nadir metallere sahipler.[43] Japonya, Papua Yeni Gine ve Cook Adaları (Yeni Zelanda) gibi başka devletler de Pasifik ve Atlantik okyanuslarında benzer keşiflerde bulunduklarını bildirmişlerdi[44] (bkz. Ek 23 "Denizaltı nadir metal kaynaklarının haritalanması"). Yeryüzünün %71'ini kaplayan okyanusların, diplerinde balık sürülerinin dolaştığı ıssız su kütleleri olmadığını yavaş yavaş fark ediyoruz. "Mavi ekonomi" yani denize bağlı ekonomik etkinlikler inanılmayacak kadar büyük zenginlik barındırıyor.

Nadir toprak elementleri (ve enerji geçişi ile dijitalleşme) için yapılan savaş artık denizlerin dibine kadar indi. Yeni bir madene hücum devri başlıyor sanki. 2023 yılı Haziran ayında Japonya ve Norveç kendi münhasır ekonomik bölgelerinde, Uluslararası Deniz Dipleri Otoritesi (AIFM) de açık denizlerde otuz civarında yeni arama izni verdi.[45] Bu harekete üç özel firma hâkim: Kanadalı The Metals Company, Belçikalı Global Sea Mineral Resources (GSR) ve Norveçli Loke Marine Minerals.[46] Asla geri kalmayan Çin de okyanus tabanında rekor sayılabilecek derinliklerde arama yapabilecek denizaltılar geliştirdi. Bir deniz yerbilimi uzmanı, "Pekin artık Batı'nın elinde bulunmayan mali imkânları kullanıp kendini konumlandırıyor. Okyanusların keşfi daha yeni başlıyor"[47] diyor.

Yeni başlayan bu yarışta Fransa gayet iyi bir konumda bulunuyor; son yıllarda deniz alanını büyütme yolunda başarılı bir siyaset yürüttü. 1958 Cenevre Sözleşmesi'nde tanımlanan uluslararası deniz hukukunu işleterek Guyana, Martinik, Guadeloupe, Yeni Kaledonya ya da Kerguelen Adaları gibi yükselip denizden çıkan kara parçalarının etrafındaki uluslararası deniz bölgelerinden açıkça yer tırtıkladık. Fransa'nın bugünkü deniz sahası toplam 11 milyon kilometrekareden fazladır, yani Altıgen yüzölçümünün yirmi katıdır. ABD'den sonra dünyanın ikinci büyük deniz sahası...

Yok olan sömürge imparatorluğunun ardından ağlayan herkese Cumhuriyet'in hiç bu kadar geniş topraklara sahip olmadığını söyleyerek karşı çıkabiliriz. Bu alan daha da genişleyebilir: BM çerçevesinde kurulan ve kıyısı olan devletlerin dış sınırlarını belirlemekle yükümlü Kıta Sahanlığı Sınırları Komisyonu (CLPC) deniz yüzüne çıkmış Fransız topraklarının doğal devamı oldukları kanıtlandığı takdirde deniz altında bulunan Fransız mülkünü 350 deniz miline (650 kilometreye) kadar genişletebilecektir.[48]

Denizlerde oynanan bu büyük ölçekli Monopoly'nin başından ayrılamayan tek ülke Fransa değil: Kanada, Danimarka, Rusya, Japonya, Fildişi Sahili, Somali vb. onlarca ülke daha kendi münhasır ekonomik bölgesinin genişletilmesini istiyor. Rusya Federasyonu Kuzey Buz Denizi'nin Avrasya okyanus havzasının bir kısmını istiyor; Brezilya Atlantik Okyanusu'nun ekvatora yakın bir bölgesini, Kenya Hint Okyanusu'nun geniş bir bölgesini, Mauritius Cumhuriyeti Rodrigues Adaları bölgesini, Nijerya Gine Körfezi'nin bir bölümünü, Palau Adaları takımadanın kuzeyinde sahanlığındaki bir bölgeyi, Portekiz Azor Adaları ve Madeira açıklarındaki alanı istediği gibi bir de İspanya'yla birlikte Galiçya açıklarındaki bir bölgeye de göz dikmiştir. Sri Lanka ve Hindistan Bengal Körfezi'nin güneyinde kalan bölgeleri, Fransa ile Güney Afrika da Prens Edward Adaları ve Crozet Takımadaları'ndaki (her ikisi de Hint Okyanusu'nda[49]) kıta sahanlığını paylaşmak istiyorlar. Bazı devletler işi tam anlamıyla haydutluğa dökmüş; örneğin Çin Güney Çin Denizi'nde çevredeki deniz yatağının münhasır kullanımını talep etmek için yapay adacıklar inşa etmiş durumda.[50]

Özetlersek: Yeryüzünün %71'i binlerce yıldır kimsenin malı değilken son altmış yılda okyanusların yüzölçümünün %40'ı bir ülkeye bağlandı; fazladan bir %10'u da kıta sahanlığının genişletilmesi talebine konu olmaktadır. Sonuçta, kıyı şeridine sahip devletlerin deniz yataklarının %57'sine kendi mevzuatlarını uygulayacakları öngörülüyor.[51] Özellikle nadir metallerin sağlayacağı kârın cazibesiyle, rekor sayılabilecek sürede tarihin en geniş kapsamlı gasp harekâtını tamamladık.

Bu olayın bir anlamda sevinilecek bir yanı da var: İnsanlar yerkürenin sular üzerinde kalan topraklarını, yani gezegenin üçte birini paylaşmak için binlerce yıl birbirlerini şişlediler, bıçakladılar, parçaladılar. Oysa biz ikinci bir üçte birlik parçayı, yani okyanusların yarısını kısacık zamanda tek bir kişi bile öldürmeden paylaşıverdik; yanımızda sadece avukatlardan oluşan birlikler ve uluslararası hukuk vardı. Şu kadarı bile harika bir ilerleme; insanlığın zamanla iyiliği benimsediğinin kanıtı olabilir.

Öte yandan nadir metallere olan ihtiyacımızın katlanarak artmasının, açgözlülerden çok uzun zaman kendini korumayı bilmiş muazzam sığınakların metalaşmasına yol açabileceği tehlikesi hiç de sevimli gelmiyor. Kanadalı The Metals Company bu alanda öncü; şirket niyetini de gizlemiyor, öyle ki patronu Gerard Barron polimetalik nodüllerde

4,8 milyar elektrikli otomobilin bataryasını besleyebilecek kadar kobalt ve nikel bulunduğunu öngörüyor.[52]

Ekolojik zorlukların daha önce görülmedik büyüklükte olmakla kalmayıp yeterince anlaşılmamış olduğu da göz önüne alınırsa, deniz altında yapılan madencilik ekosistemleri nasıl etkileyecek? Fransa Denizlerin İşletilmesine Yönelik Araştırma Enstitüsü (IFREMER)[53] bünyesinde çalışan bir kimyacı ve deniz dibi ekosistemleri uzmanı şu uyarıda bulunuyor: "1970-1980 yılları arasında Clarion-Clipperton bölgesindeki nodül alanlarında birkaç deney yapıldı. Bunun üzerinden kırk yıl geçti ama bu alanın ekosistemi henüz tam anlamıyla kendi toplamış değil."

Bu tehlikeyi sezen Emmanuel Macron COP 27[54] sırasında devletlerin yetki alanı dışında kalan uluslararası sularda madencilik yasağına ilişkin moratoryumu savundu.[55] Emmanuel Macron'un tavrı Avrupa Parlamentosu'nun 2018 yılında derin deniz diplerinde madencilik yapılmasını yasaklayan kararına[56] ve 2022 yılı yaz aylarında 32 ülkeden 57 parlamenterin bu yöndeki talebine uygun düşmektedir.[57] Bu çabalar biyoçeşitliliğin son sığınaklarını korumaya yetecek mi? Kesin bir şey söylemek zor: Kanadalı The Metals Company, bir ada ülkesi olan Nauru (Pasifik Okyanusu) himayesinde Clarion-Clipperton bölgesinde nadir metal çıkartma izni için 2021 yılında Uluslararası Deniz Yatağı Otoritesi'ne (AIFM) başvuruda bulundu. Bu tür faaliyetleri düzenleyen bir madencilik yasası bulunmadığı için The Metals Company iki yıl içinde derin deniz diplerine saldırabilirdi. Konu bu noktaya gelince 2023 yılı Temmuz ayında AIFM genel merkezinde (Kingston/Jamaika) görüşmelere başlanması gerekti: Kuruluşun üye 168 devletin temsilcilerinden oluşan Genel Kurul toplantısında dışarıya fazla bilgi vermeden enerji geçişinin felsefesi tartışıldı. 29 Temmuz 2023 tarihli *Le Monde*'da bildirildiğine göre toplantı bitiminde derin deniz diplerindeki madenlerin işletilmesinin yasaklanması gerektiğini savunan (Şili, Fransa, Almanya, Kosta Rika ya da İrlanda, Portekiz, Brezilya gibi...) 22 ülke ve madencilik alanının bu şekilde genişletilmesini destekleyen (Çin, Meksika, Güney Kore, Norveç, Birleşik Krallık...) devletler "okyanus tabanından maden çıkarma konusunu ilkece ele alabilecekleri bir tartışmanın açılmasını gündeme alamadılar." Her halükârda, uluslararası topluluk bu çetrefilli sorun konusunda karar verinceye kadar devletler Normandiya çayırlarını parseller gibi paylaşmaya başladılar bile.[58]

Başkan Obama'nın Uzayın Kilidini Açtığı Gün

Atmosfer-dışı uzay da bu yaklaşımdan payına düşeni aldı. 1967 yılında uzaya ilişkin yapılan ilk uluslararası sözleşme, ozon tabakasının ötesindeki alanların insanlığın ortak malı olduğunu kesin bir dille belirtiyordu. Buna rağmen insanlar tıpkı okyanuslar konusunda yaptıkları gibi uzayı da gasp etmenin temellerini atmaktalar.

İlk kurşunu ABD sıktı: Başkan Obama 2015 yılında US Commercial Space Launch Competitiveness Act'ı yürürlüğe koydu. Devrim nitelikli bu metin hiç ayrım yapmadan her bireyin uzaydaki her kaynağa "sahip olma, kendine mal etme, nakletme, kullanma ve satma" hakkına sahip olduğunu kabul eder. Metin pek ustaca kaleme alınmıştır: Amerikalılar gökcisimlerinin mülk edinilmezlik ilkesini temellendiren uluslararası hukukun kazanımlarını açıkça tartışmaya açmadan, uzayda bulunan zenginliklere sahip çıkmayı bir hak olarak talep eder.[59]

Bu ince ayrım neden hayati öneme sahip? Göğü artık eskisi gibi araştırmıyoruz da ondan. Kapitalizmin işe karışmasıyla birlikte ortaya yeni tür altın arayıcıları çıktı; artık Dünya'nın etrafında asteroitlerin değil, para dolu bavulların dönüp durduğundan dem vuruluyor. Aslında kapitalizmin özü her şeye bir değer biçmektir. Bir kilogram kayısı tezgâhta 4 avro, Indre-et-Loire'daki bir dönüm arazi birkaç bin avro ediyorsa; Modigliani'nin *Uzanmış Çıplak* resmi için 170 milyon avro gözden çıkarılıyorsa, Dünya'nın uzağından geçen bir asteroit de birkaç trilyon dolar edebilir pekâlâ.

Amerikalılar 2015 yılında gökteki çakıl taşlarına değer biçmeye başladılar. O yıl Dünya'nın yakınından geçen bir asteroite 2011 UW-158 adını verdiler ve 4.000 milyar avro değer biçtiler.[60] Bunun nedeni ise enerji geçişi ve dijitalleşmenin "yakıtı" olan nadir metallerle dolup taşmasıydı; daha kesin bir sayı verelim dersek 100 milyon ton metal ve bir o kadar da platin, yani insanın bugüne kadar Dünya'da hiç çıkaramadığı bir miktar içeriyordu. Sonra 2021 yılında medya bu sefer de patates biçiminde "16 Psyché" adlı, demir, nikel ve altından oluşan ve toplam değerinin 10.000 milyon trilyon dolar (yani dünya ekonomisinden daha yüksek bir değer) olduğu tahmin edilen başka bir asteroit haberi geçti.[61] Başkan Obama uzaydaki maden kaynaklarının mülkiyetine ilişkin temelleri atmakla Silikon Vadisi'nde kurulu ve kendi kendilerini "uzayda altın arayanlar" olarak ilan eden şirketlerin maden-

cilik alanındaki emellerine hukuki güvenceyi sağlamıştı. Günümüzde bu şirketler arasında Kaliforniya'da kurulu birer *start-up* olan ve Ay'dan ya da asteroitlerden maden elde etmek amacıyla uzay seferi düzenlemek isteyen AstroForge ya da TransAstra da yer alıyor.[62]

Uzayın ticari olarak işletilmesi hâlâ ütopya düzeyinde. Uzaya roket atma maliyeti inanılmayacak kadar yüksektir; şirketlerin Dünya dışındaki etkinliklerden kazanç elde edebilmesini sağlayacak ekosistem de günümüzde bulunmamaktadır. Öyleyse 2015 yılında çıkartılan Space Launch Act adlı yasayla neden alay etmedi uluslararası topluluk? Uzaya sahip çıkmanın sadece zamana bağlı bir sorun olduğunu biliyor da ondan. Avrupa Uzay Ajansı'na üye ülkeler, uluslararası ajanslar geniş çaplı pazarlıklara başlamışken, Space Act'in saldırdığı tabuyu tartışmaları gerekiyor.[63] Birleşmiş Milletler tarafından kurulan Dış Uzayın Barışçıl Amaçlarla Kullanılması Komitesi beş yıl süreyle bir çalışma grubu oluşturulmasına karar verdi. Bu komitenin amacı 1967 tarihli uluslararası uzay sözleşmesinin yararını değerlendirmek ve nasıl geliştirilebileceğini belirlemektir.[64]

Bunun da sağlam bir gerekçesi var: Son yıllarda Amerikan uzay girişimcilerinin (SpaceX patronu Elon Musk; Blue Origin'i kuran Jeff Bezos; nesnelerin internetini yaşama geçirmek için uzaya 10.000 nano uydu yerleştirmek isteyen Amerikalı bir *start-up* olan E-Space ve OneWeb şirketleri kurucusu Greg Wyler) ortaya çıkmasıyla tanık olduğumuz "New Space" yani özel, hassas uzay ekonomisi, mülkiyet teminatı verilmedikçe işe başlayamayacaktır. Lüksemburg uzayda altın arama konusunda kendi tavrını belirledi bile.[65] O tarihlerde Grandükalık Ekonomi Bakanı olan Étienne Schneider, 2016'da Avrupa'nın asteroit madenciliğine izin veren yasal çerçeveyi oluşturmaya yönelik ilk girişimi olan Asteroid Mining Plan'ı duyurdu. Bununla da kalmadı, genel merkezini ülkesinin topraklarına taşıyan bütün uzay madenciliği şirketleri için 120 milyon avroluk bir kredi serbest bırakıldı. Büyümesini sağlayacak yeni dayanak noktaları arayan bu vergi cenneti, girişimcileri, istihdamı kendine çekmek ve inanılmaz vergi avantajları sağlamak için yeni uzay ekonomisinin döner tablası halini almak istiyor.[66]

Karalar, okyanuslar, asteroitler... Bu hikâyeden çıkaracağımız ders bizi içimize dönüp uzun uzadıya kendimizi sorgulamaya yöneltmeli. Kaynakların daha iyi paylaşılmasını övdük, kutladık ama sonuçta yer-

küre elementlerine hiç görülmedik biçimde ve boyutta el konulmasını amaçlayan en büyük girişime vardık. Enerji geçişini ve dijital geçişi savunanların hep bir ağızdan, kulakları sağır edercesine şevkle ilan ettikleri, insanın ekosistemler üzerindeki etkisini azaltma projesinin vardığı yer aslında biyoçeşitlilik üzerindeki nüfuzumuzun artmasıdır. Uzaya açgözlülükle, gözümüz dönmüşçesine saldırıyoruz ve elde kalan son yasakları da çiğniyoruz. Bundan böyle, gözlerimizi tanrılardan aman dilemek için mi yoksa bize boyun eğmeleri için mi göğe çevireceğiz?

DİPNOTLAR

1 "Montebourg veut que la France retrouve sa bonne mine", AFP, 22 Şubat 2014.

2 Bureau des ressources géologiques et minières (BRGM) tarafından 1975-1992 arasında gerçekleştirilmiş maden zenginliği envanteri çerçevesinde Fransa anakarasında yer alan jeolojik kaynakları gösteren basit bir harita Ek 21'de sunulmuştur. Bu döküm 2021 yılına kadar birkaç kez güncellendi (bkz. "Évolution base de données 'gisement France': atlas des substances critiques et stratégiques" başlıklı rapor, BRGM/RP-71133-FR, Aralık 2021). Ancak uzmanlar bu çalışmanın Altıgen'in yeraltını sadece 300 metre derine inerek haritaladığı için yararsız olduğunda hemfikirdirler.

3 "Macron enterre la Compagnie des mines de France chère à Montebourg", *Challenges*, 9 Şubat 2016.

4 "Emmanuel Macron préside l'installation du groupe de travail chargé de définir la 'mine responsable' du XXIe siècle", basın bildirisi, Ekonomi, Sanayi ve Dijital Bakanlığı, 1 Nisan 2015.

5 "Emmanuel Macron engage la démarche 'mine responsable'", *Minéral Info*, 28 Mart 2015.

6 Maden kadastrosu açık kaynak biçiminde şu sitede yer almaktadır: data.gouv.fr. Bu sitede ayrıntılı haritalar incelenebileceği gibi camino.beta.gouv.fr. sitesinde de 19. yüzyıldan bu yana verilen tüm madencilik izin ve imtiyazlarının listesine de ulaşılabilir. Örneğin EDF'nin bir yan kuruluşu olan Électricité de Strasbourg 2022 yılında Bas-Rhin bölgesinde lityum arama izni aldı. Kanadalı Aquitaine Gold Corporation şirketinin yan kuruluşu Compagnie des Mines Arédiennes de aynı yıl Limoges'un güneyindeki üç ayrı alanda çeşitli metalleri (altın, antimon, tantal, bakır, germanyum, indiyum, platin, molibden, lityum) aramak için gereken izinleri aldı. Bkz. "De nouveaux permis de recherche d'or inquiètent Stop Mines 87 dans le sud Haute-Vienne", France Bleu, 25 Ekim 2022.

7 Bkz. "Le premier étage de la réforme du code minier promulgué", *Minéral Info*, 22 Ağustos 2021 ve "Ordonnances du 13 avril 2022 complétant la reforme du code minier", *Vie publique*, 14 Nisan 2022.

8 "La France lance un grand programme de recherche pour mieux connaître (et exploiter) son sous-sol", *L'Usine nouvelle*, 22 Şubat 2023.

9 "La start-up Talga se prépare à produire le seul graphite de qualité batterie d'Europe", *L'Usine nouvelle*, 12 Nisan 2023.

10 "LKAB raises deposit estimate at Europe's biggest rare earth find", mining.com, 12 Haziran 2023.

"Lithium: feu vert environnemental pour la première mine du Portugal", *La Tribune*, 2 Haziran 2023.

12 "Vulcan Energy to mine 60 % more German lithium than planned", mining.com, 13 Şubat 2023. Jeotermal sulardan lityum elde etme tekniği toprakta az iz bıraktığı ve az su ve enerji tükettiği için madencilik sektöründe büyük umutlar vaat ediyor.

13 "Creuser et forer, pour quoi faire? Réalités et fausses vérités du renouveau extractif en France", Les Amis de la Terre France Derneği raporu, Aralık 2016.

14 *A.g.y.*
15 "Lithium dans le Finistère: en bord de mer gronde la colère", *Les Jours*, 13 Mart 2023.
16 "Le groupe Imerys annonce l'exploitation d'ici 2027 d'une mine de lithium dans l'Allier pour fabriquer des batteries", France Info, 24 Ekim 2022. BRGM verilerine göre bu alanda 375.000 ton lityum bulunmaktadır. Imerys bu rezervin önümüzdeki 25 yıl boyunca 700.000 elektrikli araca lityum-iyon batarya sağlayacağını açıkladı. Bkz. "Évolution base de données 'gisement France': atlas des substances critiques et stratégiques", *a.g.e.*
17 "Une mine de lithium dans l'Allier", France Nature Environnement Allier, 14 Aralık 2022.
18 Fransa'da bugün bile ağır metallerle kirlenmiş 3.500 eski maden alanı bulunduğu söyleniyor. Bkz. "Mines: l'héritage empoisonné", France Culture, 5 Mayıs 2017. Aynı konuda bkz. "Exclusif: la liste des sites miniers empoisonnés que l'État dissimule", *Reporterre*, 4 Haziran 2022.
19 "La ruée vers les métaux", *Le Monde*, 12 Eylül 2016.
20 "Serbian PM sees no chance for reviving Rio Tinto lithium project", Reuters, 13 Aralık 2023.
21 2013 yılında bir arama izni verilmiş olsa da bu izin İsveç Yüksek İdare Mahkemesi tarafından 2016 yılında iptal edildi. Mahkeme, işletmecinin yeterli çevresel etki incelemesi yaptırmadığını belirtmişti. Yerel nüfus ise 300.000 kişinin içme suyunu sağlayan, yakındaki Vättern Gölü'ne ağır metallerin karışmasından endişe duyuyordu. Tasman Metals şirketi yeni bir işletme izni talebinde bulundu ama bu talep 2021 yılında yeniden reddedildi. İsveç Madencilik Derneği Başkanı Maria Suner, "Bütün bu idari engellerden ötürü İsveç madenlerine yatırımda bulunmak isteyen çok sayıda ekonomik aktör kaçmak zorunda kalıyor" diye yakınıyor. Bkz. "EU battery push impeded by Sweden's mining hurdles", Automotive News Europe, 29 Ağustos 2022.
22 Les Amis de la Terre Derneği maden çıkarmanın yeniden canlandırılmasını değil, nadir metallerin geri dönüştürülmesini tavsiye ediyor. Bu öneri ne kadar çekici gelse de yenilenebilir enerjilerin yükselişine eşlik eden metal tüketiminin baş döndürücü artışını asla karşılayamayacaktır.
23 "Emmanuel Macron préside l'installation du groupe de travail chargé de définir la 'mine responsable' du XXIe siècle", basın bildirisi, Emmanuel Macron, Ekonomi, Sanayi ve Dijital Bakanlığı/ministère de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique, sayı 518, 1 Nisan 2015.
24 "Investir dans la France de 2030: remise au gouvernement du rapport Varin sur la sécurisation de l'approvisionnement en matières premières minérales et ouverture d'un appel à projets dédié", Secrétariat général pour l'investissement (SGPI), Gouvernement, 10 Ocak 2022.
25 "Métaux stratégiques: les trois choses à faire pour sécuriser les approvisionnements en France (rapport Varin)", *La Tribune*, 11 Ocak 2022.
26 "Rare earth materials in the defense supply chain", U.S. Government Accountability Office, 14 Nisan 2010.
27 Bununla ilgili tek bir rakam vermekle yetinelim: Eurometaux (Belçika) tarafından hazırlatılan ve KU Leuven tarafından Nisan 2022 tarihinde yayınlanan Metals for Clean Energy: Pathways to Solving Europe's Raw Materials

Challenge [Temiz Enerji için Metaller: Avrupa'nın Hammadde Sorununu Çözme Yolları] adlı rapora göre, bir ton lityumun Avrupa topraklarında üretilmesi, aynı miktarın bizim kıtamızın dışında üretilmesinden %71 daha az CO_2 salımına neden olacaktır. Arada bu kadar büyük fark olmasının nedeni Avrupa elektrik üretim kaynaklarının ortalama karbon değerinin, lityumun büyük miktarının arıtıldığı Çin başta olmak üzere dünyanın diğer yerlerinden çok daha düşük olmasıdır.

28 Bkz. "La Russie possède la seule usine au monde capable de 'recycler' l'uranium déchargé des réacteurs nucléaires français", *Le Monde*, 29 Kasım 2022.

29 "Déchets nucléaires: Greenpeace démonte les rails entre le Tricastin et la gare de Pierrelatte", *Greenpeace*, 6 Nisan 2010.

30 "Évolution statutaire et développement économique au menu des rois de Wallis-et-Futuna à Paris", *L'Express,* 11 Temmuz 2016.

31 Wallis-ve-Futuna'da aslında, Futuna'da iki, Wallis'te de bir kral olmak üzere üç kral (ve krallık) var. 2017 yılında örf ve âdetler konusunda yaşanan bir kriz sonucunda Wallis'teki iki kraldan sadece biri Fransa tarafından tanınmaktadır.

32 2016 yılında iktidara gelen Eufenio Takala 2023 yılında da iktidarda bulunmaktadır. Filipo Katoa 2018 yılında sağlık nedenlerini gerekçe göstererek istifa etti. Alo Krallığı'nın başına Lino Leleivai geçmişse de Ekim 2022 tarihinde o da istifa etti. Bir aday gösterildi, ancak klanlar törenin nasıl yapılması gerektiği konusunda hemfikir olmadıkları için henüz tahta çıkmış değil. Bkz. "Royaume de Alo: un couronnement qui se fait attendre", France Info, 10 Mayıs 2023.

33 Anlaşıldığı kadarıyla Futuna kralları çok daha düşük bir meblağ alıyorlar.

34 Wallis ve Futuna valiliği eski genel sekreteri Pierre Simunek ile yapılan görüşme, 2016.

35 G. Prinsen ve diğ., "'Wallis and Futuna have never been a colony': A non-sovereign island territory negotiating primary education with metropolitan France", *Oceania*, c. 92, sayı 1, Mart 2022.

36 2019 yılından bu yana Wallis ve Futuna piskoposu.

37 Pierre Simunek ile yapılan görüşme, 2016.

38 Jean-Marie Guehenno, *Livre blanc sur la défense et la sécurité nationale 2013*, La Documentation française, 2013.

39 2024-2030 döneminde denizaşırı topraklara 13 milyar avro ayrılmıştır. Bkz. "LPM 2024-2030: les grandes orientations", Silahlı Kuvvetler Bakanlığı, Nisan 2023.

40 "Mission IRD [Institut de recherche pour le développement]. Présentation", Wallis-et-Futuna, 7-17 Eylül 2018 (wallis-et-futuna.gouv.fr).

41 Pierre Simunek ile yapılan görüşme, 2016.

42 "Wallis et Futuna opposés à toute forme d'exploration minière", France Info, 19 Eylül 2018.

43 "L'île de la Passion-Clipperton, aux confins géopolitiques de l'Indo-Pacifique français", *The Conversation*, Nisan 2023.

44 Bkz. "La ruée vers les grands fonds s'accélère", *Le Temps*, 30 Nisan 2019 ile 10 Haziran 2023 ve "Deep-sea minerals could meet the demands of battery

supply chains – but should they?", mining.com, 31 Temmuz 2020. Japonya'nın 2018 yılında Pasifik Okyanusu'ndaki Minamitori Adası yakınında 16 milyon ton nadir toprak elementi bulduğunu da ekleyelim. Japon araştırmacılar "bütün dünyaya yüzlerce yıl yetecek kadar" diyorlar. Bkz. "Des quantités 'quasi infinies' de terres rares dans les eaux japonaises?", *Usbek & Rica*, 12 Nisan 2018.

45 Bkz. "L'exploration et l'exploitation des fonds marins", karşılaştırmalı mevzuat incelemesi, sayı 305, Senato, Temmuz 2022 ve "La course pour l'exploitation des ressources du plancher océanique s'organise", *Le Monde*, 21 Ekim 2021.

46 Loke Marine Minerals 2023 Mart ayında UK Seabed Resources şirketini Amerikalı savunma sanayisi grubu Lockheed Martin'den satın aldı. Bkz. "Lockheed Martin sells deep-sea mining firm to Norway's Loke", Reuters, 16 Mart 2023.

47 Görüştüğümüz tarihte deniz yerbilimi alanında danışmanlık yapan Pierre Cochonat ile yapılan görüşme, 2013.

48 Fransa münhasır ekonomik bölgeler dışına doğru büyüme talepleri için Extraplac ("Extension raisonnée du plateau continental" [Kıta sahanlığının akla uygun şekilde büyütülmesi]) programını uygulamaya geçti (extraplac.fr).

49 "Commission on limits of continental shelf concludes fifty-seventh session", Organisation des Nations unies (ONU), Birleşmiş Milletler Örgütü, 16 Mart 2023.

50 Bu uygulama yıllardır tekrar tekrar kınanmakta, komşu ülkelerle de (Vietnam, Malezya ve Filipinler) gerilime yol açmaktadır. Örneğin Bkz. "La Chine accusée de bâtir des îles artificielles pour étendre sa zone maritime", *Les Échos,* 28 Aralık 2022.

51 Bkz. Max Mönch ve Alexander Lahl tarafından gerçekleştirilen belgesel, *À qui appartiennent les océans?,* Almanya, 2015. Açık denizlerin korunmasına ilişkin uluslararası sözleşme yirmi yıl tartışıldıktan sonra sonunda BM'de 19 Haziran 2023 tarihinde kabul edildi. Bu sözleşme açık denizde bazı bölgelerin korumaya alınmasını öngörüyor; bu sayede okyanusların %30'una dokunulamayacak. Bkz. "Le traité international de protection de la haute mer adopté à l'ONU", *Vie publique*, 21 Haziran 2023.

52 "A climate solution lies deep under the Ocean. But accessing it could have huge environmental costs", *Time*, 13-20 Eylül 2021.

53 "Minage en eaux profondes: 'On ne peut pas parler d'exploitation durable, de toute façon'", RFI, 8 Şubat 2022.

54 COP 27 2022 Kasım ayında Şarm-el Şeyh (Mısır) kentinde toplandı.

55 Bkz. "Emmanuel Macron veut interdire l'exploitation des fonds marins", *Le Monde*, 7 Kasım 2022. Birkaç ay sonra, Ulusal Meclis'in ezici çoğunluğu deniz diplerinde madencilik yapılması aleyhine karar verdi. Bkz. "L'Assemblée nationale se prononce contre l'exploitation minière des fonds marins", *Le Monde*, 17 Ocak 2023.

56 "Rapport sur la gouvernance internationale des océans: un programme pour l'avenir de nos océans dans le contexte des objectifs de développement durable à l'horizon 2030", rapor A8-0399/2017, Avrupa Parlamentosu, 18 Aralık 2017.

57 "Des parlementaires du monde entier demandent un moratoire sur l'exploitation minière des grands fonds marins", *Europe Ecologie*, 29 Haziran 2022. Avrupa Yatırım Bankası'nın (BEI) 2022 Ekim ayında deniz dibinden maden çıkarılmasını "iklim ve çevre açısından kabul edilemeyecek bir proje saydığını" ve bu projeyi finanse etmediğini de eklemek gerekir. Bkz. "Admissibilité aux financements de la BEI. Liste des activités et des secteurs exclus", BEI, 2022.

58 *À qui appartiennent les océans?* başlıklı belgesele bkz. *a.g.e.*

59 "H.R.2262. US Commercial Space Launch Competitiveness Act", 114th Congress (2015-2016), Birleşik Devletler Kongresi, Mayıs 2015.

60 Bkz. "Asteroid with platinum core worth £3.5 trillion set to pass Earth", *The Independent*, 18 Temmuz 2015.

61 "NASA is set to explore a massive metal asteroid called 'Psyche' that's worth way more than our global economy", *Forbes*, 28 Aralık 2021.

62 "Commercial asteroid mining now has a 2023 launch date to scout its first target", *Forbes*, 24 Ocak 2023 ve "Space mining startups see a rich future on asteroids and the moon", Space.com, 7 Ocak 2023.

63 "Who owns the moon?", Deutsche Welle, 15 Kasım 2022.

64 "Will a five-year mission by COPUOS produce a new international governance instrument for outer space resources?", *The Space Review,* 20 Şubat 2023. 2022 yılı sonunda bu yöndeki çalışmalara başlandı.

65 Bir astronotun kaleminden dökülen gayet sürükleyici bir tanıklık için bkz. Thomas Pesquet, "Mines dans l'espace, la nouvelle frontière", *Les Échos*, 8 Ekim 2017.

66 Grandükalığın ilk denemesi değil bu: Dünyanın ilk uydu operatörü SES ("Société européenne des satellites"/ "Avrupa Uydu Şirketi") grubuna zaten ev sahipliği yapıyor.

Son Söz

19. yüzyılın ortasında balina yağı insanlar için bugünkü fosil kaynaklar kadar elzemdi. İlk sanayi devrimi Avrupa'da yeni ihtiyaçlara yol açmıştı. Bu ihtiyaçlardan biri de iyi aydınlanmaktı. O çağda gece karanlığını alt etmenin en iyi yolu yağ lambalarıydı; lambada yakıt diye bitkisel ve madeni yağlar ile eritilmiş hayvansal yağ kullanılıyordu. İnsanların balina yağının müptelası olmalarından önceydi bu. Bu hammaddenin açığa çıkardığı güzel alev ve fiyatlarının ucuzluğu evlerin ve sokakların aydınlatılmasında en tercih edilen yağ olmasına yol açtı. Müthiş paralar kazanacaklarından emin olan balina avcıları okyanusları taradılar ve bu değerli sıvıdan milyonlarca galonu karaya taşıdılar.

Bu hücum öyle bir hal aldı, öyle büyük imkânların seferber olmasına yol açtı ki kısa sürede "balina sanayisi"nden söz edilmeye başlandı: Bu sektör yılda 40 milyon litre yağ üretiyordu; çeşitli uluslar avlanacak en güzel bölgeleri kontrol edebilmek için Japon Denizi ve Kuzeybatı Pasifik'te savaşmayı dahi göze alıyorlardı, ama çok kısa sürede kaynak sıkıntısı çekilmeye başlandı. İnsanlar o kadar çok sayıda deniz memelisi katlettiler ve denizlerin aşırı sömürülmesi o kadar endişe verici boyutlara ulaştı ki avlanmak iyice zahmetli, yağ giderek daha kıt ve aydınlatma maliyeti giderek daha yüksek hale geldi.

Ellerindeki kaynağı akıllıca yönetemeyen insanlar değerli aydınlanma imkânlarından vazgeçmek zorunda mı kalacaklardı? Hiç olur mu: Ignacy Lukasiewicz adlı Polonyalı bir kimyacı 1853 yılında daha hafif, daha işlevsel ve çok daha kolay kullanılan bir lamba olan gaz lambasını icat etti. Balina yağı arzı azaldığı için onun yerini tutabilecek bu yöntemin benimsenmesi doğaldı: Kara altın (petrol) ideal yakıt halini aldı böylece, ta ki bir sonraki yüzyılda elektrik vazgeçilmez hale gelene dek.

Çok sayıda tarihçiye ve iktisatçıya göre, düşünüp taşınmadan balina yağı peşine düşmemizden çıkartılacak müthiş bir ders var. Temkinsiz davranmıştık, aydınlanma ihtiyacımızı azaltmayı gündeme getirmeliydik; ama tam çaresiz kalmışken daha da iyi bir aydınlanma yolu bulmuştuk: Petrol sayesinde daha dayanıklı ve bol bir kaynağa sahip olduk. Orta vadede yeni ve bol enerjinin ortaya çıkabileceğini beklediğimize göre, bu anlatıyı 21. yüzyıla aktarmamızda sakınca yok gibi duruyor. Bilim insanları lazerli füzyon ya da manyetik hapsetmeli füzyonun, hidrojen yakan ya da manyetik alanı kullanan taşıtların, hatta Dünya çevresinde yörüngeye yerleştirilecek güneş santrallerinin ortaya çıkacağını haber veriyor.[1]

Kaldı ki günümüzde kullanılan yeşil teknolojiler gittikçe kusursuzlaşacak: Örneğin güneş panellerindeki silisyumun yerine birçok cevherde yer alan mineral bir yapı olan perovskit temelinde tasarlanmış çok daha verimli ve temiz fotovoltaik hücre kullanmayı düşünüyoruz.[2] Böylece elektrik bataryaları imalatında ortaya çıkan CO_2 salımını üçte iki oranında azaltmayı umuyoruz. Çin'de, elektrikli taşıtların bataryalarının imalatında kullanılan lityumun yerini alabilecek ve yer kabuğunda çok bol bulunan sodyumlu batarya üretebilecek fabrikalar görülmeye başlandı bile.[3] Üstelik teknoloji alanında elektriğin hidrojen kullanılarak topluca stoklanması ya da devrim niteliğinde özelliklere sahip yeni malzemelerin ortaya çıkması gibi şaşırtıcı ilerlemeler yaşayacağımız da kesindir. Ortaya çıkabilecek sayısız yenilik çevrecilerin bütün uyarılarını geçersiz kılabilir ve eski bir senaryoya kuvvet kazandırabilir: Bir enerji kaynağı yok olmaya yüz tutar gibi olduğu her defasında onun yerine başka bir kaynak koyabildik.[4] İrlandalı oyun yazarı George Bernard Shaw'un hınzırca değindiği arzunun "trajedisi" bizi uçurumlardan uzaklaştıran, türümüzün devamını sağlamayı mümkün kılan dehamız tarafından biteviye savuşturulmuştur.

Balina yağı anlatısından başka bir ders daha çıkartabiliriz: Yüz elli yıl önce balık yağının gittikçe az bulunur olması sonunda ortaya çıkan kriz bizi tüketim tarzlarımızı yeniden düşünmek zorunda bıraktı, köşeye sıkıştık ama düşünmedik. O zamandan bu yana tarih kendini tekrar ediyor: Enerji modelimizi değiştirdikçe yeni yeni kaynakların eksikliğini çeker oluyoruz.

Yeni enerji teknolojileri bugün olduğu gibi yarın da doğal ya da sentetik ama görülmemiş hammaddelerin kullanılmasını gerektirecek. Polimerler, nanomalzemeler, endüstriyel süreçlerden kaynaklanan yan ürünler, biyo-kaynaklardan ve balıkçılık atıklarından elde edilen ürünler gündelik yaşamımızda yer alacaklar. Hidrojenin ve toryumun da peşinden koşacağız; bunları kullanırken çevrede yeni düzensizliklere yol açacağız. Son derece karmaşık kimyasal süreçler sayesinde, denizlerdeki derin uçurumlardan ve çöllerden toplayacağımız üçüncü kuşak biyoyakıtları arıtacağız. Müthiş enerji tüketen lojistik ağlar kurup kullanılmış mutfak yağlarını, hayvansal yağları, narenciye kabuklarını toplayacağız. Milyonlarca hektar orman keseceğiz, kestiklerimizi devasa bıçkıhanelere göndererek dönüştüreceğiz.

Gelecekte kullanılacak bütün kaynaklar bizi şekilden şekle giren yeni sorunlarla karşı karşıya getirecek. Öyleyse şimdiden, daha zaman varken soralım: Hep beraber el birliğiyle sarılıp benimsediğimiz bu teknolojik sıçrama da neyin nesi? Daha tamamlamadan hepimizi ağır metallerle zehirleyebilecek ekolojik bir değişime öncülük etmek saçma değil mi? Yeni sağlık sorunlarına ve ekolojik kaosa yol açacaksa, yani tam tersini ortaya çıkaracaksa, maddi refah temelinde Konfüçyüsçü ahenk ciddi bir şekilde savunulabilir mi?

Sonuçta insanın ilerlemesine yol açmayacaksa bütün bu ilerlemelerin ne anlamı var?

Albert Einstein gayet güçlü, muhteşem bir tavsiyede bulunmuştu: "Bir soruna kendisini ortaya çıkartan düşünce tarzlarıyla çözüm getirilemez." Sanayi, teknik, toplum düzlemlerinde yaşanan devrim, bilinçlerimizde devrime yol açmıyorsa anlamsızdır.

Elinizdeki bu çalışma nadir metaller sanayisindeki bilinç sıçramalarına dair dağınık, bölük pörçük kanıtları küçük kesitler halinde gözler önüne serdi: Alman sanayiciler tedarik zincirlerini çeşitlendirmek için daha pahalı olan tungstene geçtiler; Çinli yetkililer kaynağın kendisi-

ni koruyabilmek için Jiangxi Eyaleti'ndeki nadir toprak elementleri karaborsasını kurutmaya karar verdiler; Tokyo'da yaşayan Profesör Okabe Bolivya'nın yüksek platolarından gelen tuzu kullanıp metalleri geri dönüşüme sokmayı denedi vb.

Tüketiciler ise davranışlarıyla bundan çok daha fazlasını yapabilirler. Artık gerçek bir bilinçlenme yaşanıyor: Hepimiz kısa sürede ömrü dolacak şekilde programlanmış elektronik ürün tüketimini sınırlamak, geri dönüşüme kolayca girebilecek, yani "çevre bilinçli" ürünler tasarlamak gerektiğini, israf etmemek, kısa tedarik zincirlerini tercih etmek, bilgimizi kaynak tasarrufuna yöneltmek vb. gerektiğini kabul ediyoruz.[5] Kanaatkârlığı küçülmeyle bir tutmak istemesek de en iyi enerji şüphesiz tüketmediğimiz enerjidir.

Fransız bir elektronik bileşenler uzmanı olan Christian Thomas bu düşünceleri devam ettirerek bize şu iyimser ve sağduyulu yorumu yaptı: "Nadir malzeme diye bir sorunumuz yok; tek sorunumuz gri maddeyle[6] ilgili."[7]

Nadir metallerin panzehrini kendi içimizde bulabilecek miyiz?

DİPNOTLAR

1 Michio Kaku, *Une brève histoire du futur. Comment la science va changer le monde*, Flammarion, 2011.

2 "Perovskite solar cells reach new milestones for stability and efficiency", *Physics World*, 1 Haziran 2023.

3 "Why China could dominate the next big advance in batteries", *The New York Times*, 12 Nisan 2023.

4 Özellikle bkz. Pierre-Noël Giraud ve Timothée Ollivier, *Économie des matières premières*, La Découverte, 2015.

5 Philippe Bihouix, *L'Âge des low tech. Vers une civilisation techniquement soutenable*, Seuil, 2014.

6 Nadir maddenin (*matière rare*) karşısına gri maddeyi (*matière grise*) koyan bir kelime oyunu. Beyinde zihinsel aktivitelerin yönetildiği bölge olan korteks gri maddeden oluşur – e.n.

7 Christian Thomas ile yapılan görüşme, 2017.

Kaynakça

Aggeri (Franck), *L'Innovation, mais pour quoi faire? Essai sur un mythe économique, social et managérial*, Seuil, 2023.

Bardi (Ugo), *Le Grand Pillage. Comment nous épuisons les ressources de la planète*, Les Petits Matins, 2015.

Barré (Bertrand), Mérenne-Schoumaker (Bernadette) ve Bailly (Anne), *Atlas des énergies mondiales: quels choix pour demain?*, 3. basım, Autrement, 2015.

Beffa (Jean-Louis), *Les Clés de la puissance*, Seuil, 2015.

Bergère (Marie-Claire), *Chine: le nouveau capitalisme d'État*, Fayard, 2013.

Bihouix (Philippe) ve Guillebon (Benoît de), *Quel futur pour les métaux? Raréfaction des métaux: un nouveau défi pour la société*, EDP Sciences, 2010.

Bihouix (Philippe), *L'Âge des low tech. Vers une civilisation techniquement soutenable*, Seuil, 2014.

Bihouix (Philippe), *Le bonheur était pour demain. Les rêveries d'un ingénieur solitaire*, Points, 2022 (1. basım, Seuil, 2019).

Bilimoff (Michèle), *Histoire des plantes qui ont changé le monde*, Albin Michel, 2011.

Bougon (François), *Dans la tête de Xi Jinping*, Actes Sud, 2017.

Carton (Malo) ve Jazaerli (Samy), *Et la Chine s'est éveillée. La montée en gamme de l'industrie chinoise*, Presses des Mines, 2015.

Castaignède (Laurent) ve Bihouix (Philippe), *Airvore ou le mythe des transports propres. Chronique d'une pollution annoncée*, Écosociété (Montreal, Québec), 2022.

Chaline (Éric), *50 minéraux qui ont changé le cours de l'histoire*, Le Courrier du Livre, 2013.

Chalmin (Philippe) (yay. haz.), *Des ressources et des hommes. Matières premières: 1986-2016, trois décennies de mondialisation et au-delà*, Nouvelles Éditions François Bourin, 2016.

Chancel (Claude) ve Liu Le Grix (Libin), *Le Grand Livre de la Chine*, Eyrolles, 2013.

Cohen (Élie), *Le Colbertisme high-tech. Économie des télécoms et du grand projet*, Hachette, coll. "Pluriel", 1992.

Croix Séverine (de la), Pitron (Guillaume) ve Lavoine (Jérôme), *Prométhium*. Serbest uyarlama: *La Guerre des métaux rares*, Massot éditions / Les Liens qui Libèrent, 2021.

Debeir (Jean-Claude), Deléage (Jean-Paul) ve Hémery (Daniel), *Une histoire de l'énergie*, Flammarion, 2013.

Delcourt (Laurent) (yay. haz.), *Transition "verte" et métaux "critiques"*, Éditions Syllepse, coll. "Alternatives Sud", 2023.

Deneault (Alain) ve Sacher (William), *Paradis sous terre: comment le Canada est devenu la plaque tournante de l'industrie minière mondiale*, Rue de l'Échiquier, 2012.

Dufour (Jean-François), *Made by China. Les secrets d'une conquête industrielle*, Dunod, 2012.

Flipo (Fabrice), Dobré (Michelle) ve Michot (Marion), *La Face cachée du numérique. L'impact environnemental des nouvelles technologies*, L'Échappée, 2013.

Flipo (Fabrice), *L'Impératif de la sobriété numérique. L'enjeu des modes de vie*, Éditions Matériologiques, 2020.

Gaigneron de Marolles (Alain de), *L'Ultimatum. Fin d'un monde ou fin du monde?*, Plon, 1984.

Giraud (Pierre-Noël) ve Ollivier (Timothée), *Économie des matières premières*, La Découverte, coll. "Repères", 2015.

Guillebaud (Jean-Claude), *Le Commencement d'un monde. Vers une modernité métisse*, Seuil, 2008.

Harari (Yuval Noah), *Sapiens. Une brève histoire de l'humanité*, Albin Michel, 2015 [*Hayvanlardan Tanrılara Sapiens: İnsan Türünün Kısa Bir Tarihi*, Kolektif Kitap, 2017].

Izraelewicz (Erik), *L'Arrogance chinoise*, Grasset, 2011.

Kaku (Michio), *Une brève histoire du futur. Comment la science va changer le monde,* Flammarion, 2014.

Kara (Siddharth), *Cobalt Red: How the Blood of the Congo Powers Our Lives,* St. Martin's Press (New York), 2023.

Kempf (Hervé), *Fin de l'Occident, naissance du monde*, Seuil, 2013.

Laws (Bill), *50 plantes qui ont changé le cours de l'histoire*, Éditions Ouest-France, 2011.

Le Moigne (Rémy), *L'Économie circulaire: comment la mettre en oeuvre dans l'entreprise grâce à la* reverse supply chain?, Dunod, 2014.

Lenglet (François), *La Fin de la mondialisation*, Fayard, coll. "Pluriel", 2014.

Lenglet (François), *La Guerre des empires*, Fayard, 2010.

Meadows (Donella H.), Meadows (Dennis L.), Randers (Jorgen) ve Behrens III (William W.), *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*, Universe Books (New York), 1972.

Mousseau (Normand), *Le Défi des ressources minières*, Éditions MultiMondes, 2012.

Mouton (Servane) (başkanlığında), *Humanité et Numérique. Les liaisons dangereuses*, Éditions Apogée, coll. "Les Panseurs sociaux", 2023.

Pitron (Guillaume), *L'Enfer numérique. Voyage au bout d'un* like, Les Liens qui Libèrent, 2021 [*Dijital Cehennem. Bir like'ın Ucuna Yolculuk*, İş Bankası Kültür Yayınları, 2023].

Rifkin (Jeremy), *The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World*, Palg-

rave Macmillan, 2011 [Üçüncü Sanayi Devrimi: Yanal Güç, Enerjiyi, Ekonomiyi ve Dünyayı Nasıl Dönüştürüyor, İletişim Yayınları, 2021].

Rifkin (Jeremy), *The Zero Marginal Cost Society: The Internet of Things, the Collaborative Commons, and the Eclipse of Capitalism*, Palgrave Macmillan, 2015 [*Nesnelerin İnterneti ve İşbirliği Çağı*, Optimist Kitap, 2015].

Roger (Alain) ve Guéry (François) (yönetiminde), *Maîtres et protecteurs de la nature*, Champ Vallon, 1991.

Sanderson (Henry), *Volt Rush. The Winners and Losers in the Race to Go Green*, Oneworld Publications, 2022.

Schmidt (Eric) ve Cohen (Jared), *The New Digital Age: Reshaping the Future of People, Nations and Business*, Knopf / Random House Inc., 2013 [*Yeni Dijital Çağ İnsanların, Ulusların ve İş Dünyasının Geleceğini Yeni Baştan Şekillendirmek*, Optimist Kitap, 2014].

Tingyang (Zhao), *The Tianxia System: An Introduction to the Philosophy of World Institution*, Nanjing, Jiangsu Jiaoyu Chubanshe, 2005; China Renmin University Press, 2011.

Valentin (Michaël), *Le modèle Tesla. Du toyotisme au teslisme: la disruption d'Elon Musk*, Dunod, 2018.

Valéry (Paul), *Regards sur le monde actuel*, Librairie Stock, Delamain ve Boutelleau, 1931.

Winchester (Simon), *The Map that Changed the World: William Smith and the Birth of Modern Geology*, HarperCollins, 2001.

Yeri Doldurulamayan On İki Rapor

Study on the Critical Raw Materials for the EU 2023 (nihai rapor), Commission européenne, 2023. *Mineral Commodity Summaries 2023*, United States Geological Survey (USGS), Ocak 2023.

"Les enjeux stratégiques des terres rares et des matières premières stratégiques et critiques", Raport sayı 617, c. 1, Senato, 19 Mayıs 2016.

"Mining and metals. A power base for all nations. Locus of mining 1850-2030", RMG Consulting, Stockholm (İsveç), Ocak 2021.

"The geopolitics of the European Green Deal", *Policy Contribution* n° 04/21, Institut Bruegel / European Council on Foreign Relations (ECFR), 2 Şubat 2021.

"Second continental report on the implementation of Agenda 2063", African Union Development Agency - NEPAD (New Partnership for Africa's Development), Şubat 2022.

"The growing footprint of digitalisation", Foresight Brief sayı 027, ONU - Programme pour l'environnement, Kasım 2021.

"Democratic Republic of the Congo: Time to recharge. Corporate action and inaction to tackle abuses in the cobalt supply chain", Amnesty International, 15 Kasım 2017.

The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions, Agence internationale de l'énergie (IEA), Mayıs 2021.

Metals for Clean Energy. Pathways to Solving Europe's Raw Materials Challenge, Eurometaux / KU Leuven, Nisan 2022.

"Strategic raw materials for defence. Mapping European industry needs", The Hague Centre for Strategic Studies, Ocak 2023.

"Rapport sur la gouvernance internationale des océans: un programme pour l'avenir de nos océans dans le contexte des objectifs de développement durable à l'horizon 2030", Rapor A8-0399/2017, Avrupa Parlamentosu, 18 Aralık 2017.

Yeri Doldurulamayan Dokuz Dergi

"Matières premières: un défi pour la croissance", *Problèmes économiques*, sayı 3019, 11 Mayıs 2011 (La Documentation française).

Mérenne-Schoumaker (Bernadette), "Énergies et minerais. Des ressources sous tension", *Documentation photographique*, sayı 8098, Mart-Nisan 2014 (CNRS Éditions).

"Matières premières et nouvelles dépendances", *Responsabilité & Environnement*, sayı 99, Temmuz 2020, Les Annales des Mines / Institut MinesTélécom.

"Métaux critiques, concilier éthique et souveraineté?", *Géosciences*, sayı 26, Haziran 2022 (BRGM).

"Ressources minérales. Les terres rares", *Dossier enjeux des géosciences*, Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM), Temmuz 2022.

"La transition énergétique à la croisée des chemins", *L'Économie politique*, sayı 97, Şubat 2023 (Alternatives économiques / Institut Veblen).

"Géopolitique des matières premières", *Questions internationales*, sayı 117, Şubat-Mart 2023 (La Documentation française).

"Géopolitique des énergies", *Les Grands Dossiers de diplomatie*, sayı 72, Şubat-Mart 2023 (Areion Group).

"Géopolitique des ressources naturelles", *Hérodote*, sayı 188, ilk üç ay, 2023.

Yeri Doldurulamayan On İki Makale

"Le singe et la souveraineté des ressources", *Les Échos*, 12 Şubat 2016.

"Quel futur pour les batteries?", *Pour la Science*, sayı 522, 31 Mart 2021.

"Dossier: Les métaux stratégiques, nerf de la guerre de la transition énergétique", *La Tribune*, 2021 Kasım ayı boyunca yayınlanan yazı dizisi, özellikle de: "Transition énergétique: les métaux critiques, la bataille que ne doit pas perdre l'Occident" ve "Transition énergétique: ces 10 métaux stratégiques qui vont voir leur demande exploser".

"The transition to clean energy will mint new commodity superpowers", *The Economist*, 26 Mart 2022.

"Matières premières: le grand retour des stratégies publiques", *ParisTech Review*, 14 Mayıs 2012.

"Les métaux: des ressources qui pourraient manquer?", hareketli infografi, ADEME (Agence de la transition écologique), Ekim 2020.

"How the world depends on small cobalt miners", *The Economist*, 5 Temmuz 2022.

"Métaux rares: ces entreprises lancées dans la course aux abysses", *Le Monde*, 6 Ocak 2023.

"China dominates the rare earths market. This U.S. mine is trying to change that", *Politico*, 14 Aralık 2022.

"Batteries: 'L'Europe est dépendante de la Chine non seulement pour les matières premières, mais aussi pour les produits semi-finis'", *Le Monde*, 15 Ocak 2023.

"Why China could dominate the next big advance in batteries", *The New York Times*, 12 Nisan 2023.

"Exploitation minière de l'océan: les appels à une 'pause de précaution' se multiplient", *Le Monde*, 10 Temmuz 2023.

Yeri Doldurulamayan Dokuz Belgesel

"C'est pas sorcier", *Magnétisme,* 2013 (YouTube).

Lepault (Sophie) ve Franklin (Romain), *Le Monde de Xi Jinping,* Arte Groupement européen d'intérêt économique (GEIE) - Illégitime Défense, 2021.

Mönch (Max) ve Lahl (Alexander), *À qui appartiennent les océans?,* Werwiewas Medien (Allemagne), 2015.

Noirfalisse (Quentin) ve Zajtman (Arnaud), *Cobalt, l'envers du rêve électrique,* Les Films du Tambour de Soie – Dancing Dog Production – Esprit libre Production (Belçika, Fransa), 2022.

Pitron (Guillaume) ve Turquier (Serge), *La Sale Guerre des terres rares*, 2012.

Pitron (Guillaume), *Terres rares, le trésor caché du Japon*, Mano a Mano, 2012.

Perez (Jean-Louis) ve Pitron (Guillaume), *La Face cachée des énergies vertes,* Grand Angle Productions, 2020.

Secrets of the Super Elements, sunum: Miodownik (Mark), BBC Documentary, BBC Four, 2017.

Tison (Coline) ve Lichtenstein (Laurent), *Internet: la pollution cachée*, Camicas Productions, 2013.

İNTERNET SİTELERİ

Mineraller, Metaller ve Madenler

Ulusal Enstitüler, Özelleşmiş Laboratuvarlar ve Kurumlar

Minéral Info, enerji kaynağı olmayan mineral kaynaklara ilişkin Fransız portalı: mineralinfo.fr

Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM)/Jeoloji ve Maden Araştırma Bürosu: brgm.fr

United States Geological Survey (USGS): usgs.gov

British Geological Survey (BGS): bgs.ac.uk

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Almanya doğal kaynaklar ve yerbilimleri Enstitüsü: bgr.bund.de/EN

GeoRessources Lorraine Üniversitesi GepKaynaklar: georessources.univ-lorraine.fr

Institut des matériaux critiques du Ames National Laboratory (ABD Enerji Departmanı) kritik malzemeler enstitüsü: www.ameslab. gov/cmi

Raw Materials Information System (RMIS), Avrupa Komisyonu'nun malzeme konusunda yapılan araştırmalara ve getirilen yeniliklere ayırdığı platformu: rmis.jrc.ec.europa.eu

Avrupa Komisyonu'nun, hammaddelere, metallere ve maden cevherlerine ayrılmış sayfası: single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials_en

Çatışma bölgelerinden ya da yüksek riskli bölgelerden gelen madenlere ilişkin sorumlu tedarik zincirinin ayakta tutulması için kılavuz, OECD Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü: oecd.org/corporate/ mne/mining.htm

Mesleki Kuruluşlar/Dernekler

A3M (Alliance des minerais, minéraux et métaux): Sanayide kullanılan metallerin ve cevherlerin çıkarılması, üretilmesi, dönüştürülmesi ve geri dönüşüme uğratılması ile uğraşan işletmeler derneği: a3ms.fr

Eurometaux, Avrupa metaller ve metallerin geri dönüştürülmesi ile uğraşan sanayi tesisleri ve dernekleri federasyonu: eurometaux.eu

France Chimie, Fransa'daki kimya işletmelerinin meslek örgütü: francechimie.fr

International Tin Association, Kalay profesyonelleri derneği: internationaltin.org

Shanghai Metal Market (SMM), metaller konusunda özelleşmiş platform: metal.com

SystExt, madencilik başta olmak üzere çıkarım sistemleri profesyonelleri derneği: systext.org

United States Magnetic Materials Association, ABD Mıknatıslar ve Manyetik Malzeme Profesyonelleri Derneği: usmagneticmaterials.com

Uzmanlaşmış Bilgi ve Uzmanların Siteleri

Investor Intel, nadir toprak elementleri ve kritik cevherler dahil piyasalardan güncel haberler veren site: investorintel.com/category/critical-minerals-rare-earths

maden çıkarımı ve metal sanayi üzerine internet dergisi: mining.com

L'Usine nouvelle, hammaddeler konusunda düzenli analizler sunan, sanayi sektöründe uzmanlaşmış dergi: usinenouvelle.com/matieres-premieres

Demir içermeyen metallerin tedarik edilmesi konusunda uzman olan Didier Julienne'in bloğu: didierjulienne.eu

World Materials Forum, aylık haberler sunar: worldmaterialsforum.com/monthly-letters.html

L'Élémentarium, France Chimie ve Société chimique de France tarafından kurulan eğitim amaçlı site: lelementarium.fr

Enerji Geçişi, Yenilenebilir Enerjiler ve Elektrikli Mobilite

Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, daha sonra adı değişti: Agence de la transition écologique (ADEME), Ekolojik geçiş ajansı ademe.fr

Agence internationale de l'énergie (IEA), Uluslararası enerji ajansı: iea.org

Agence internationale de l'énergie renouvelable (IRENA), Uluslararası yenilenebilir enerji ajansı: irena.org

Alliance nationale de coordination de la recherche pour l'énergie (ANCRE), Ulusal enerji araştırmaları koordinasyon ittifakı: allianceenergie.fr

Atom Enerjisi ve Alternatif Enerjiler Komiserliği (CEA), Cadarache Merkezi Yeni Enerji Teknolojileri: cadarache.cea.fr/cad/Recherche/technologie-energie

Institut français du pétrole - Énergies nouvelles (IFPEN)/ Fransa petrol enstitüsü Yeni enerjiler, enerji, taşıma ve çevre alanlarında araştırma ve mesleki eğitim enstitüsü: www.ifpenergiesnouvelles.fr

Sanayi teknolojilerinin ve yeni enerjilerin geliştirilmesi örgütü (Japonya): www.nedo.go.jp/english

Collège de France bünyesindeki "Chimie du solide et énergie" kürsüsü; bu kürsü bataryalarda kullanılan malzemeleri ve teknolojileri ele alır: www.college-de-france.fr/fr/chaire/jean-marietarascon-chimie-du-solide-et-energie-chaire-statutaire

Batarya hücreleri üretimi için Fraunhofer Araştırma Enstitüsü: ffb.fraunhofer.de/en.html

Dijital

Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse (ARCEP), Elektronik iletişimi, basın dağıtımını düzenleyen otorite: arcep.fr/nos-sujets/numerique-et-environnement

EcoInfo, groupement de services du Centre national de la recherche scientifique (CNRS), Ulusal bilimsel araştırma merkezinin enformasyon ve telekomünikasyon teknolojilerinin toplum ve çevre üzerindeki etkilerine odaklanan hizmetler topluluğu (TIC): ecoinfo.cnrs.fr

Green IT (IT yani *"information technology"*), ekolojik tasarım ve dijital tüketimde bilinçlilik alanında uzmanlardan oluşan kolektif: greenit.fr

ÇEVRENİN VE İNSAN HAKLARININ KORUNMASI

Resmi kuruluşlar

Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS), Endüstriyel çevre ve tehlikeleri konulu ulusal enstitü: ineris.fr

Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), Radyoaktiviteden korunma ve nükleer güvenlik enstitüsü: irsn.fr

Basel Konvansiyonu; tehlikeli atıkların sınıraşırı hareketlerinin denetlenmesi ve imha edilmesi konusunda (Birleşmiş Milletler çevre programı): basel.int

Dernekler

Commission de recherche et d'information indépendantes sur la radioactivité (CRIIRAD), Radyoaktivite konusunda bağımsız haber ve araştırma merkezi: criirad.org

Amnesty International, insan haklarını savunan uluslararası STK: amnesty.org

Global Reporting Initiative, sürdürülebilir gelişme için normlar getiren bağımsız kuruluş: globalreporting.org

Greenpeace, çevrenin korunması için mücadele eden uluslararası STK: greenpeace.fr (Fransa) et greenpeace.org (uluslararası)

Les Amis de la Terre, amacı çevreyi ve iklimi korumak, insan haklarını savunmak olan dernek: amisdelaterre.org ve foei.org

World Wide Fund for Nature (WWF), Dünya Doğayı Koruma Vakfı; sürdürülebilir gelişme ve çevre koruma çalışmaları yapan STK: wwf.org

ULUSLARARASI VE STRATEJİK SİYASET, JEOPOLİTİK VE SAVUNMA

Carnegie Europe, uluslararası siyaset başta olmak üzere uzmanlık ve düşünce merkezi. Bkz. özellikle şu başlık: "Economics, Trade, and Energy": carnegieeurope.eu

Center for strategic and international studies (CSIS), Stratejik ve uluslararası incelemeler merkezi; bu kuruluşun araştırma programı iklim değişikliği ve enerji güvenliği konularını ele alır: csis.org/programs/energysecurity- and-climate-change-program

Fondation pour la recherche stratégique (FRS), Stratejik Araştırmalar Vakfı, uluslararası güvenlik ve savunma meseleleri konusunda Fransız uzmanlık merkezi, "enerji ve hammaddeler" ekibi: frstrategie.org/competences/energies-et-matieres-premieres

Institut français des relations internationales (IFRI), Fransa uluslararası ilişkiler enstitüsü: ifri.org ve Centre Énergie & Climat de l'IFRI/ Enerji ve İklim Merkezi: ifri.org/fr/recherche/ thematiques-transversales/energie-climat

Institut de recherche stratégique de l'École militaire (IRSEM), Askeri okul stratejik araştırma Enstitüsü: irsem.fr

Royal Institute of International Affairs (RIIA), Kraliyet Uluslararası İlişkiler Enstitüsü, daha çok Chatham House olarak bilinir: chathamhouse.org

Stockholm International Peace Research Institute(SIPRI), Stokholm uluslararası barış araştırmaları enstitüsü: sipri.org ve onun askeri harcamaları konu alan veri tabanı: sipri.org/databases/milex

DENİZLER VE OKYANUSLAR

Autorité internationale des fonds marins (AIFM), Uluslararası deniz tabanı otoritesi: isa.org.jm

Bloom, Çevreci militan Claire Nouvian tarafından kurulmuş olan ve okyanusların korunması için çalışan dernek: bloomassociation.org

Commission des limites du plateau continental (CLCS), Kıta sahanlığının sınırları komisyonu: un.org/depts/los/clcs_new/clcs_home.htm

IFREMER, Institut français de recherche consacré à la connaissance de l'océan, Fransa okyanusun tanınmasına yönelik araştırmalar enstitüsü: ifremer.fr

The Metals Company, offshore metal aramada uzmanlaşmış şirket: metals.co

The Ocean Technology Campus, Rostock Üniversitesi (Almanya): www.oceantechnologycampus.com/en

World Wide Fund for Nature (WWF), Çevrenin korunması ve sürdürülebilir gelişmeyle ilgilenen STK, Okyanus tabanlarının korunmasına ayrılmış sayfa: wwf.panda.org/discover/our_focus/oceans_practice/no_deep_seabed_mining

UZAY

Agence spatiale européenne (ESA), Avrupa Uzay Ajansı: esa.int

The United Nations Office for Outer Space Affairs (Bureau des affaires spatiales de l'ONU, UNOOSA), Birleşmiş Milletler Dış Uzay İşleri Ofisi: unoosa.org

National Aeronautics and Space Administration (NASA), Ulusal havacılık ve uzay idaresi: nasa.gov

Office national d'études et de recherches aérospatiales (ONERA), Ulusal uzay ve havacılık inceleme ve araştırmaları ofisi: onera.fr

KURUMSAL SİTELER

Fransa

France Stratégie, kamuda tartışma açmak ve toplumsal, ekonomik ve ekolojik kazanımlar konusunda yapılan kolektif seçimleri aydınlatmakla yükümlü kurum: strategie.gouv.fr

Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST), Bilimsel ve teknolojik seçimlerin değerlendirilmesiyle ilgili parlamento ofisi: www.assemblee-nationale.fr/dyn/16/organes/delegations-comites-offices/opecst

Avrupa Birliği

Joint Research Center (JRC) ya da Ortak araştırma Merkezi/Centre commun de recherche (CCR), Avrupa Birliği'nin bilimsel ve teknik araştırma laboratuvarı: joint-research-centre.ec.europa.eu

Uluslararası

Dünya Ekonomik Forumu, Enerji ve Malzeme Merkezi: centres.weforum.org/centre-for-energy-and-materials

Dünya Ekonomik Forumu, Manüfaktür sanayi ve tedarik zincirleri merkezi: centres.weforum.org/centre-for-advanced-manufacturing-and-supply-chains

Dünya Bankası: banquemondiale.org

Afrika Gelişme Bankası grubu: afdb.org

Dünya Ticaret Örgütü (World Trade Organization): wto.org

Birleşmiş Milletler çevre programı: unep.org

ANALİZLER VE EKONOMİK VERİLER

Bruegel, ekonomi alanında uzmanlaşmış Avrupa düşünce kuruluşu: bruegel.org/topics/green-economy

Cercle CyclOpe, hammadde pazarları başta olmak üzere dünya piyasalarına ilişkin analizler yapan uzman çevresi: cercle-cyclope.com

Global Trade Alert, ekonomi siyasetlerini ve bunların uluslararası etkilerini izleyen bağımsız bir örgüt: globaltradealert.org

London Metal Exchange (LME), sanayide kullanılan metaller konusunda dünyadaki başlıca pazar yeri: lme.com/Metals

VERİ TABANLARI

Dünya Bankası veri tabanı: donnees.banquemondiale.org (Fransızca), data.worldbank.org (İngilizce).

OCDE'nin hammadde mübadeleleri konusundaki coğrafi veri tabanı: compareyourcountry.org/trade-in-rawmaterials

ADEME'nin çevrede bırakılan iz veri tabanı, salıma yol açan etkenler ve karbon muhasebesine ilişkin resmi, kamuya açık veri tabanı: base-empreinte.ademe.fr

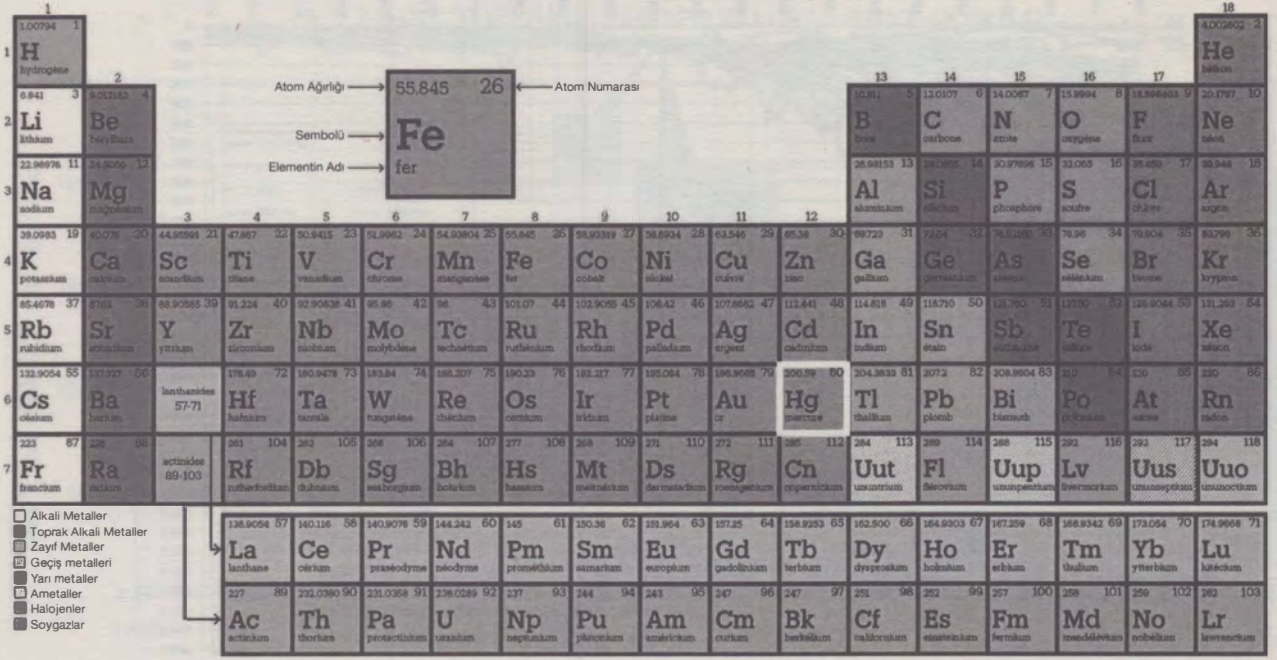
Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü'nün (OECD) hammadde ekonomisine ilişkin istatistik verileri: doi.org/10.1787/data-00695-en

European Geological Data Infrastructure (EGDI), Jeolojik veriler barındıran Avrupa kaynaklı bir portal: www.europe-geology.eu

Eurostat, Avrupa Birliği İstatistik Bürosu: ec.europa.eu/eurostat

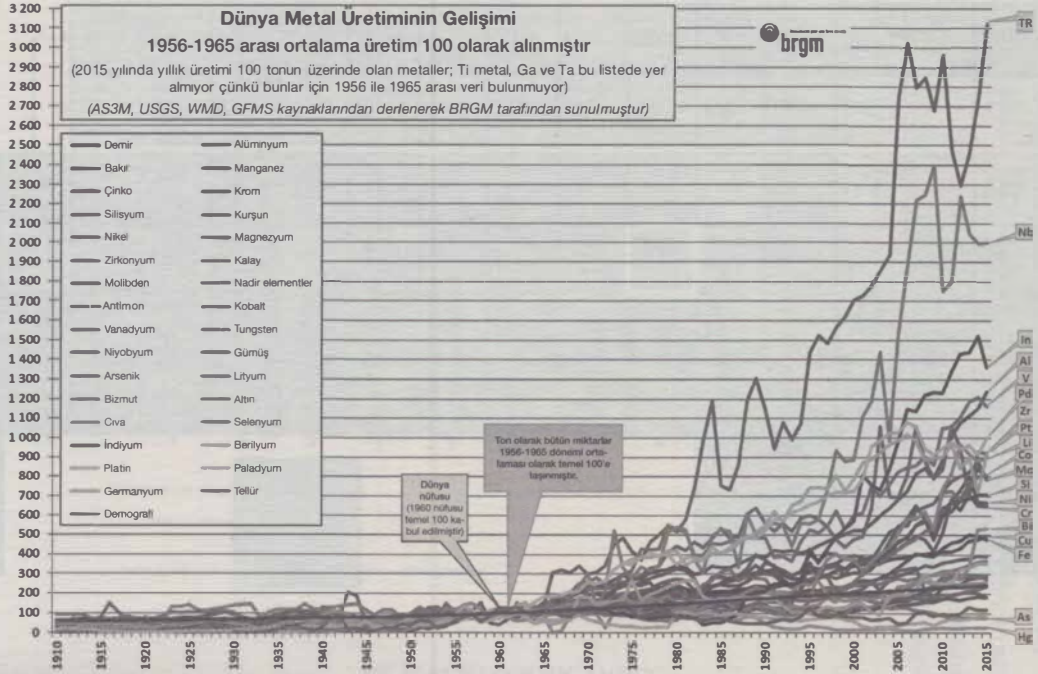
Mineral Resources Online Spatial Data, United States Geological Survey (USGS), maden kaynaklarına ilişkin veri tabanı: mrdata.usgs.gov

Ek 1: PERİYODİK TABLO



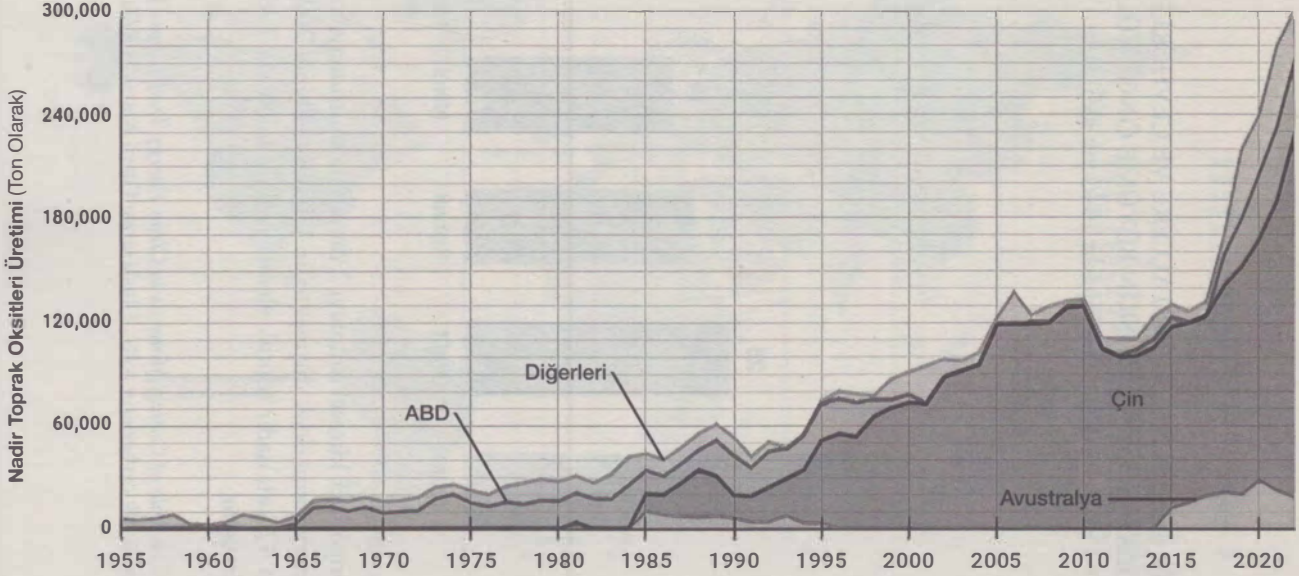
Kaynak: International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), Wikimedia Commons.

Ek 2: DÜNYA METAL ÜRETİMİNİN GELİŞİMİ



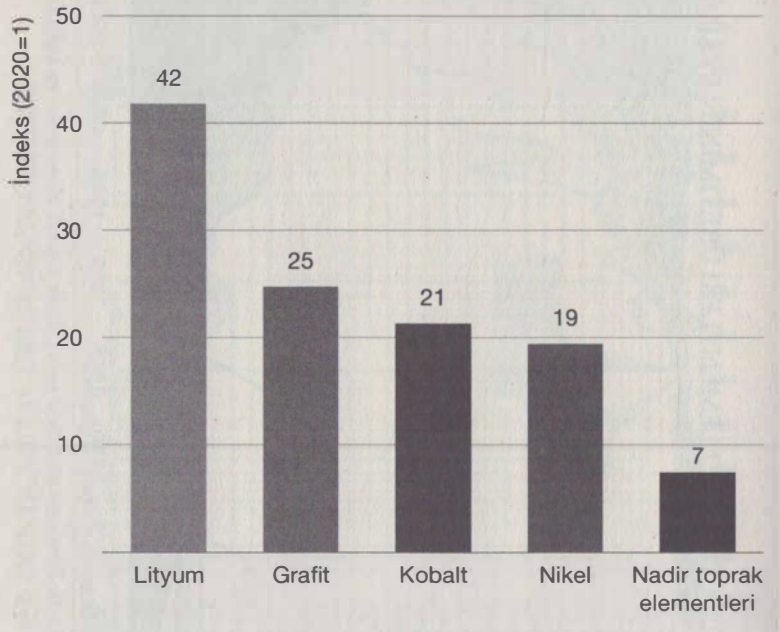
Kaynak: BRGM

Ek 3: NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ ÜRETİMİNİN EVRİMİ



Kaynak: Hobart M. King, REE. *Rare Earth Elements and their uses* (Nadir toprak elementleri ve kullanımları), Geology.com, 2022.

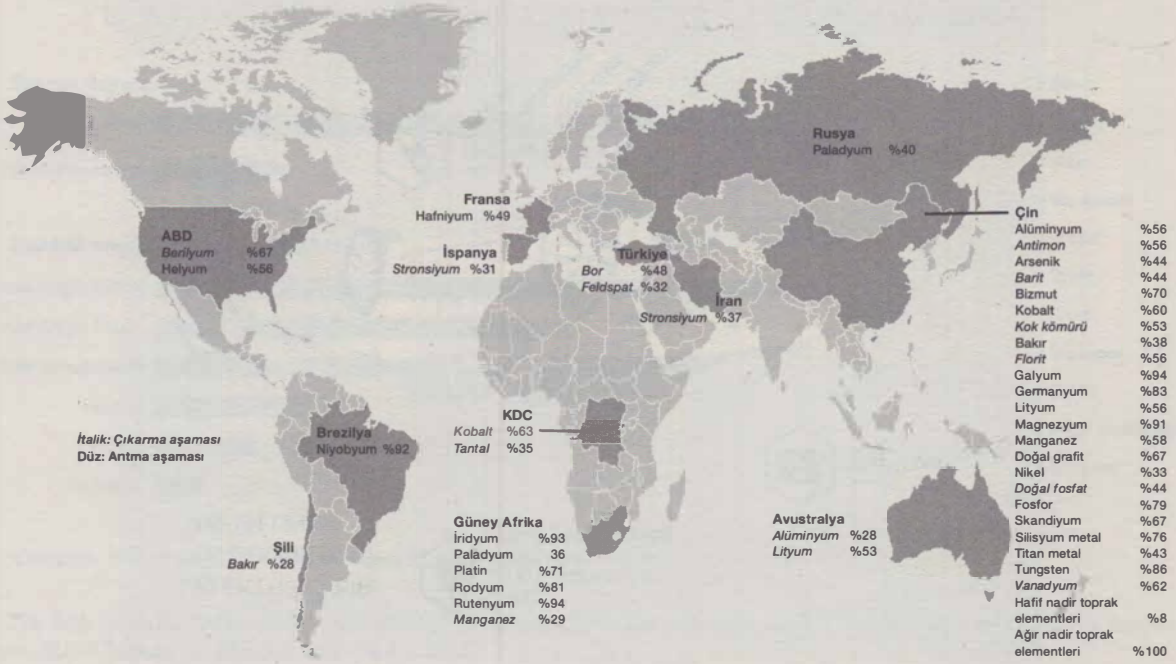
Ek 4: BAZI NADİR METALLERE VE CEVHERLERE OLAN İHTİYACA İLİŞKİN BÜYÜME ÖNGÖRÜLERİ
(2020 yılına kıyasla 2040 yılı için)



Bu öngörüler küresel ısınmayı 2 derece ile sınırlamayı sağlayan bir geçiş senaryosuna denk düşmektedir. Lityum talebinin 2020 ile 2040 arasında 42 kat, nadir toprak elementlerinin talebi de 7 kat artacağı öngörülmüştür.

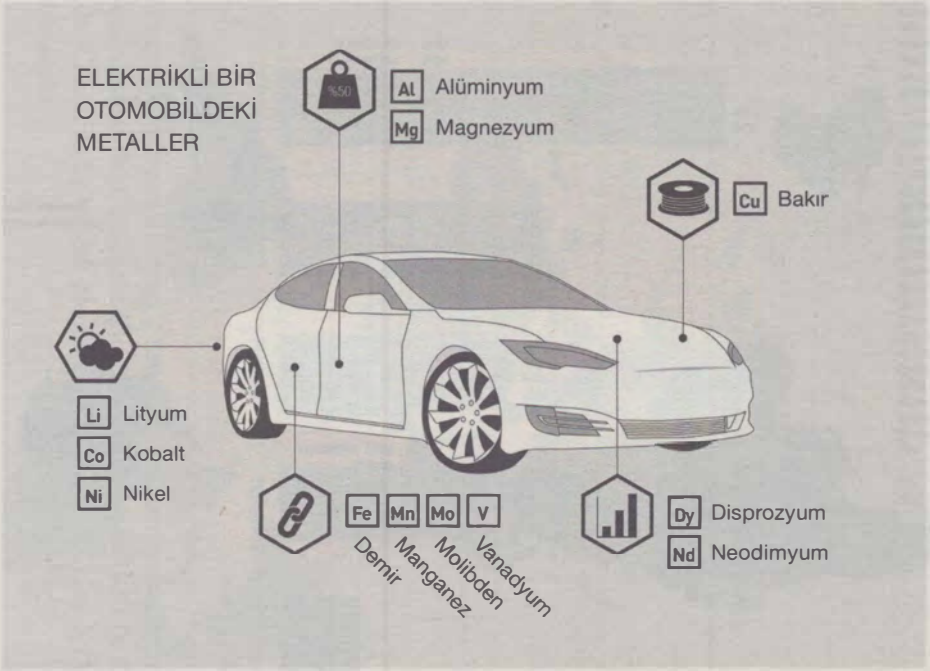
Kaynak: *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions* (Temiz enerjilere geçişte kritik cevherlerin rolü), Uluslararası Enerji Ajansı (UEA), 2021.

Ek 5: KRİTİK METAL VE CEVHER ÜRETEN BAŞLICA ÜLKELERİ GÖSTEREN HARİTA



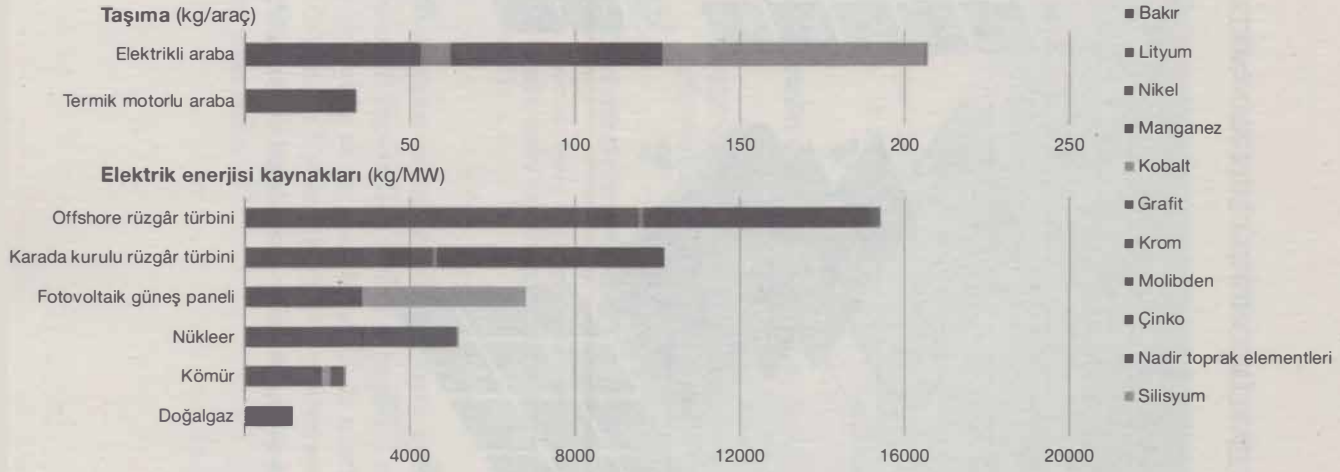
Kaynak: *Study on the Critical Raw Materials for the EU 2023. Final report* (AB 2023 temelinde kritik hammaddeleri ele alan inceleme. Nihai rapor), Avrupa Komisyonu, 2023.

Ek 6: ELEKTRİKLİ BİR OTOMOBİLDEKİ METALLER



Kaynak: International Council on Mining & Metals (ICMM), 2021.

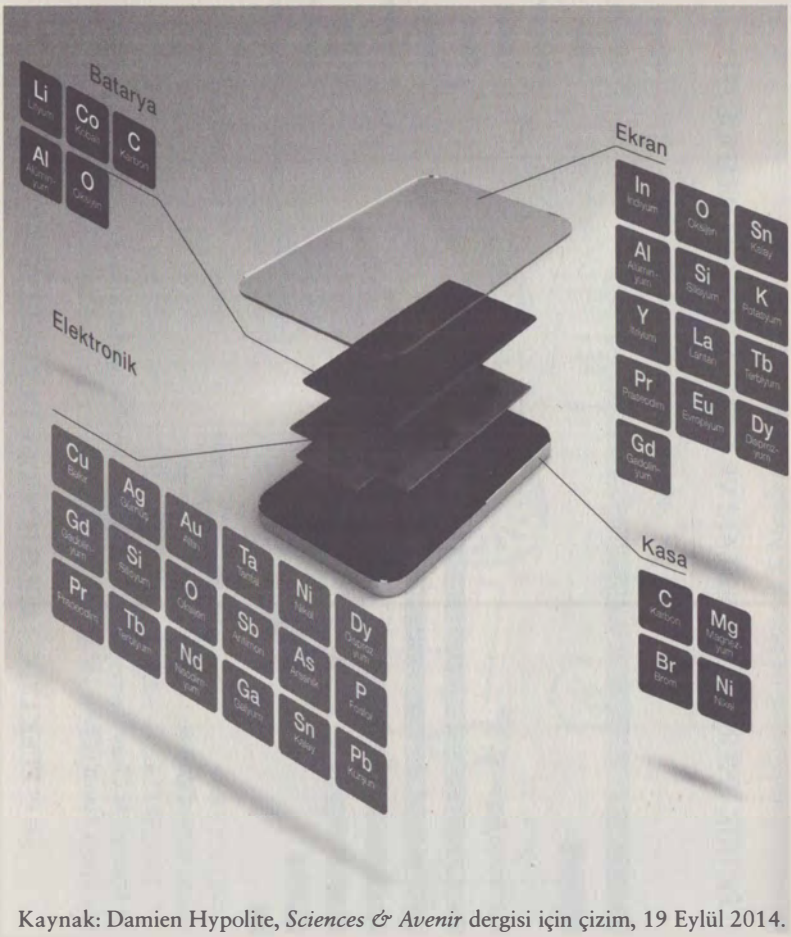
Ek 7: ELEKTRİK ENERJİSİ KAYNAKLARI VE TAŞITLARIN "HAMMADDE İZİ"



Notlar: Kg. = kilogram ; MW = megavat. Çelik ve alüminyum bu çizelgede yer almamaktadır.

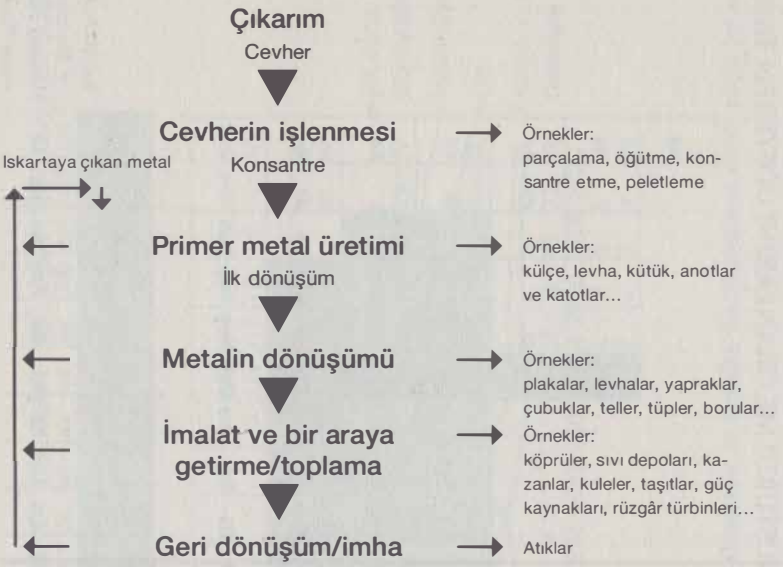
Kaynak: *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions* (Temiz enerjilere geçişte kritik cevherlerin rolü), Agence internationale de l'énergie (IEA)/Uluslararası Enerji Ajansı (UEA), 2021.

Ek 8: BİR CEP TELEFONUNDA BULUNAN METALLER



Kaynak: Damien Hypolite, *Sciences & Avenir* dergisi için çizim, 19 Eylül 2014.

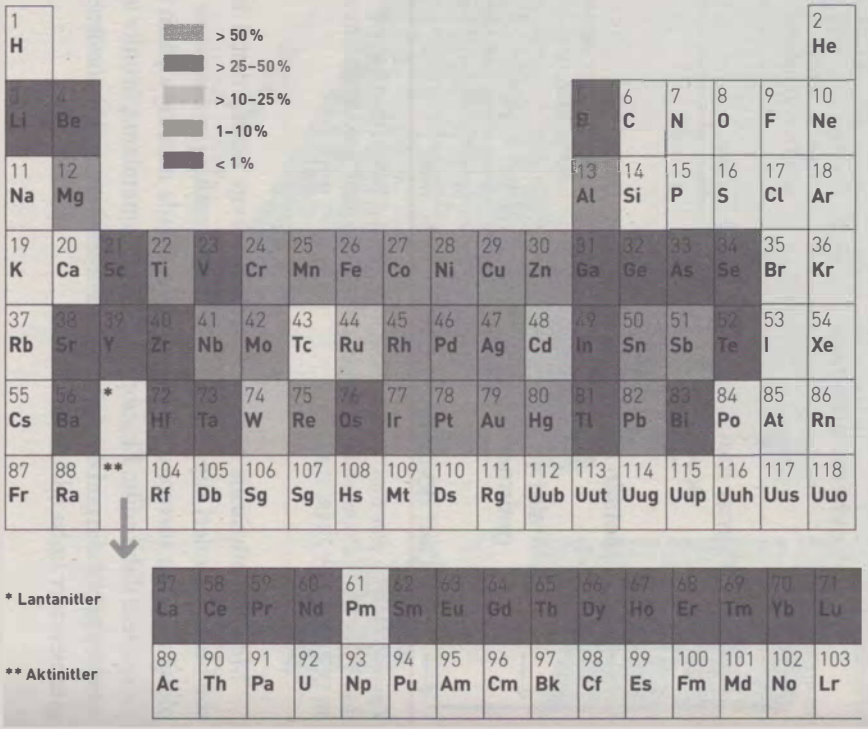
Ek 9: METAL DÖNÜŞTÜRME SÜRECİ



Kaynak: Québec yönetimi, Enerji ve Doğal Kaynaklar Bakanlığı, Guide de rédaction d'une étude d'opportunité économique et de marché pour la transformation au Québec, Mart 2018, s. 1.

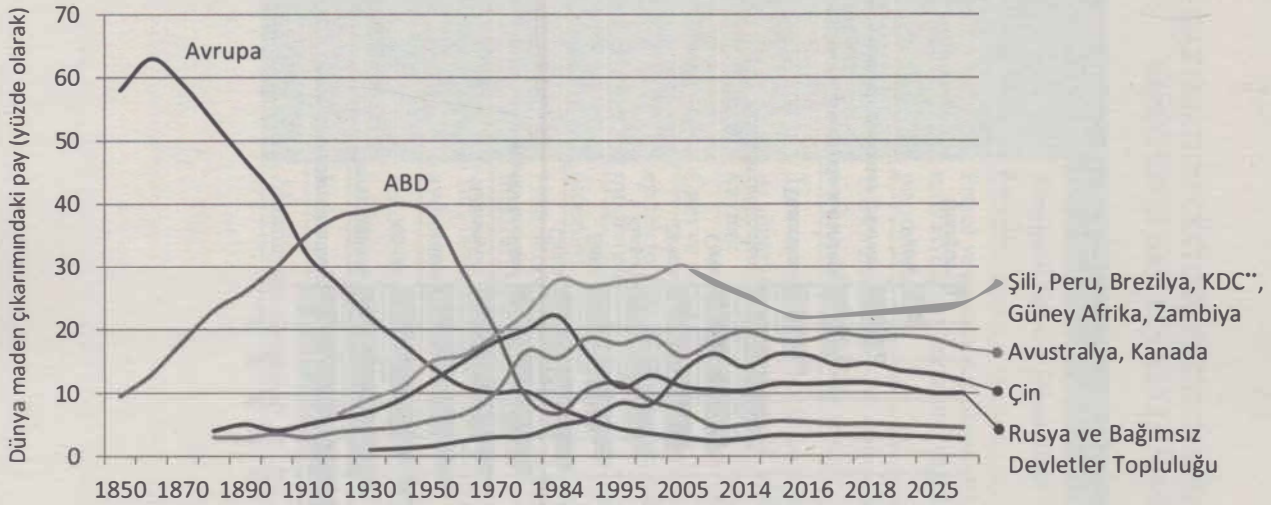
Metal dönüştürme süreci cevherle başlayıp bitmiş metal ürünle son bulan işlemleri kapsar. Geri dönüşüm metalurji endüstrisine dahil olduğu için bu süreçte de yer alır. Her aşamada ıskartaya çıkan metal yine sürece dahil edilir. Ekonomik ömrünü tamamlamış ürünler için de aynı şey geçerlidir, geri dönüşüme girebilecek her şey geri dönüştürülür, giremeyenler imha edilir.

Ek 10: METALLERİN GERİ DÖNÜŞTÜRÜLME ORANLARINI GÖSTEREN TABLO



Kaynak: *Recycling Rates of Metals: A Status Report*, United Nations Environment Programme, 2011.

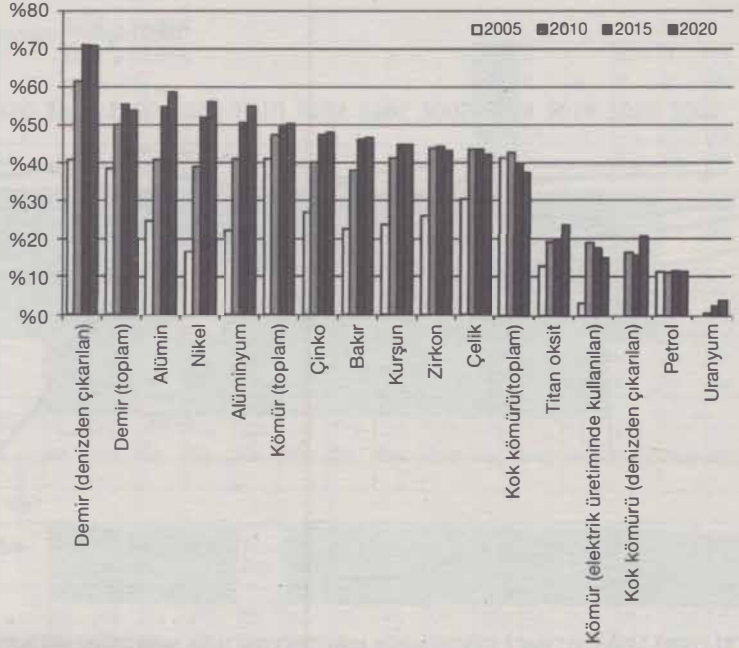
Ek 11: DÜNYA MADEN ÇIKARIMININ COĞRAFİ DAĞILIMI (1850 İLE 2030 ARASI)*



* Kömür hariç
** KDC: Kongo Demokratik Cumhuriyeti

Kaynak: *Mining and Metals. A power base for all nations* (Madenler ve metaller. Bütün ulusların elinde güçlü bir kaldıraç var), RMG Consulting, Stockholm, İsveç, Mart 2021.

Ek 12: BAZI HAMMADDELERİN DÜNYA ÖLÇEĞİNDE TALEBİNDE ÇİN'İN PAYI KONUSUNDA ÖNGÖRÜLER



Kaynak: *WM, World Bureau of Metal Statistics* (WBMS), IHS, Platts, Bloomberg, Morgan Stanley Research, Business Insider, 2017.

Ek 13: BAZI MADEN CEVHERLERİ VE NADİR METALLERİN SANAYİDEKİ BAŞLICA KULLANIMLARI

Kaynak	Kullanımlar
Antimon	Ateş geciktiriciler (plastiklere eklenir), polietilen katalizi
Barit	Petrol ve gaz sondaj çamutları, cam sanayisi, radyasyondan korunma, sağlık, metalürji, piroteknik
Berilyum	Telekomünikasyon ve elektronik, uzay sanayisi, sivil ve askeri nükleer enerji
Bizmut	Termoelektrik jeneratörler (otomobil), yüksek ısı süperiletkenleri, kurşun kullanmadan kaynak
Borat	Cam ve seramik
Kobalt	ep telefonları, bilgisayarlar, hibrit araçlar, mıknatıslar
Kok kömürü	Siderurji
Florspat	Hidroflorik asit, çelik ve alüminyum metalürjisi, seramik, optik
Galyum	Yarı iletkenler, fotolüminesan diyotlarla aydınlatma
Germanyum	Fotovoltaik paneller, optik fiberler, kataliz, kızılötesi optik
İndiyum	Elektronik çipler, LCD ekranlar
Magnezyum	Alüminyum alaşımları

Kaynak	Kullanımlar
Doğal grafit	Elektrikli araçlar, havacılık ve uzay çalışmaları, nükleer sanayisi
Niyobyum	Uydular, elektrikli araçlar, nükleer enerji, mücevhercilik
Silisyum metal hali	Entegre devreler, fotovoltaik paneller, elektrik izolatörleri
Tantal	Mini kondansatörler, süper alaşımlar
Tungsten	Kesim aletleri, zırh, elektrik, elektronik
Vanadyum	Özel çelikler, uzay sanayisi, kataliz
Platinoid metaller (rutenyum, rodyum, Paladyum, osmiyum, İridyum, platin)	Katalizörler, kuyumculuk
Nadir toprak elementleri (sonraki tabloya bakınız)	Sürekli mıknatıslar, elektrikli arabalar, rüzgâr türbinleri, yüksek hızlı trenler, tıbbi tarayıcılar, lazerler, fiberoptikle veri aktarımı, ekran lüminoforları, banknotların korunması, kataliz.

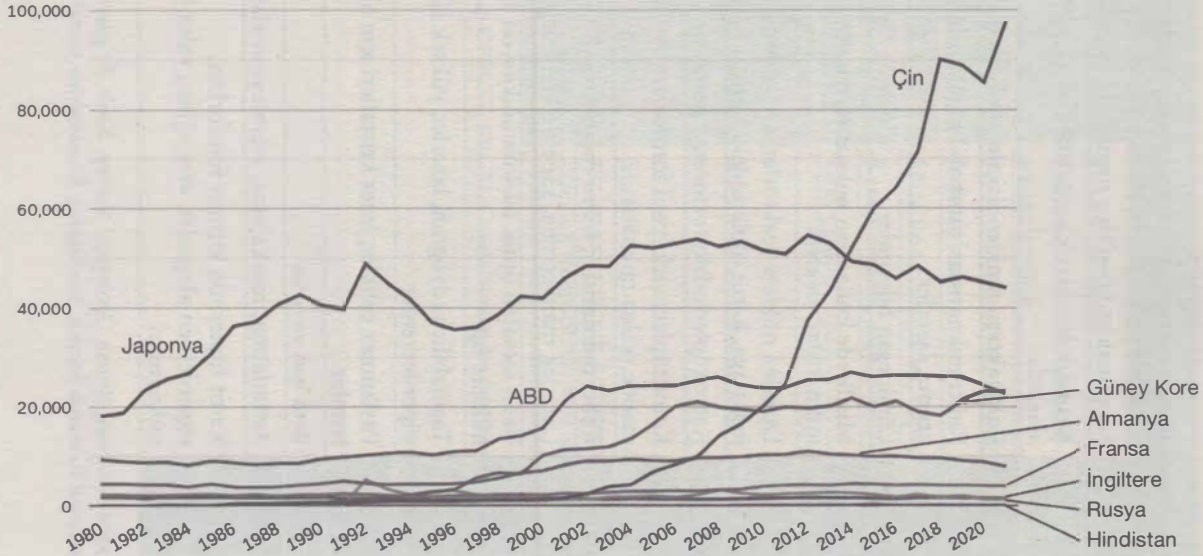
Kaynaklar: OPECST, BRGM, Connaissance des énergies, Futura Science, Niobec, Lenntech.

Ek 14: NADİR TOPRAK ELEMENTLERİNİN SANAYİDEKİ BAŞLICA KULLANIMLARI

Kaynak	Kullanımlar
Lantan	Süperiletken bileşikler, mercekler, aydınlatma
Seryum	Katalitik konvertörler, petrol arıtma, metal alaşımlar
Praseodim	Çakmaktaşı, renklendiriciler, mıknatıslar
Neodyum	Kalıcı mıknatıslar, otomobil katalizörleri, petrol arıtma, lazerler
Prometyum	Lüminesan bileşimler
Samaryum	Misillerde kullanılan mıknatıslar, kalıcı mıknatıslar, elektrik
Evropiyum	Lazerler, nükleer reaktörler, aydınlatma, jeokimya, katot tüplerindeki kırmızı fosfor
Gadolinyum	Katot tüplerindeki fosforesan malzeme
Terbiyum	Katot tüplerindeki yeşil fotoforları uyaran madde, kalıcı mıknatıs
Disprosyum	Kalıcı mıknatıslar, hibrit motorlar
Holmiyum	Lazerler, manyetizma, süperiletken bileşimler
Erbiyum	Uzun mesafeli optik telekomünikasyon ağları, nükleer tıp
Tulyum	Taşınabilir radyografi, lazerler, yüksek ısılı süperiletkenler
İterbiyum	Paslanmaz çelikler, lazer kristalleri için aktif iyonlar
Lutesyum	Beta ışın yayıcısı
Skandiyum	Aydınlatma, markalama, alüminyum alaşımları
İtriyum	Katot tüplerinin kırmızı fotoforları, süperiletken alaşımlar, ateş uğlası, yakıt hücresi, mıknatıslar.

Kaynaklar: Fransa Senatosu, British Geological Survey, Ecole de guerre économique, Congressional Research Service, Intelligence Économique portali.

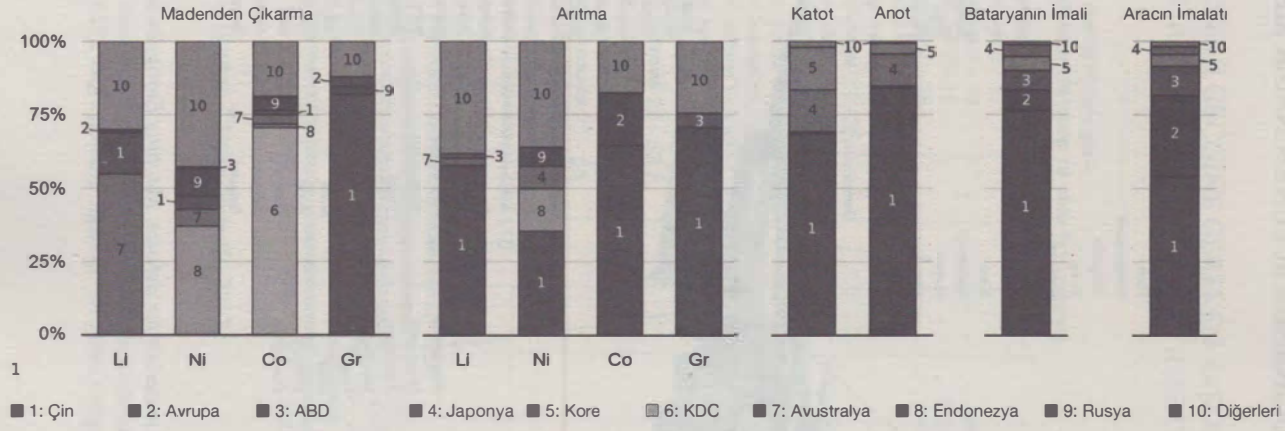
Ek 15: ÜLKELERE VE YILLARA GÖRE PATENT SAYISI*



* Söz konusu teknolojiler: yarı iletkenler, malzemeler, yüzey teknolojileri ve kaplamalar.

Kaynak: World Intellectual Property Organization (WIPO), 2023.

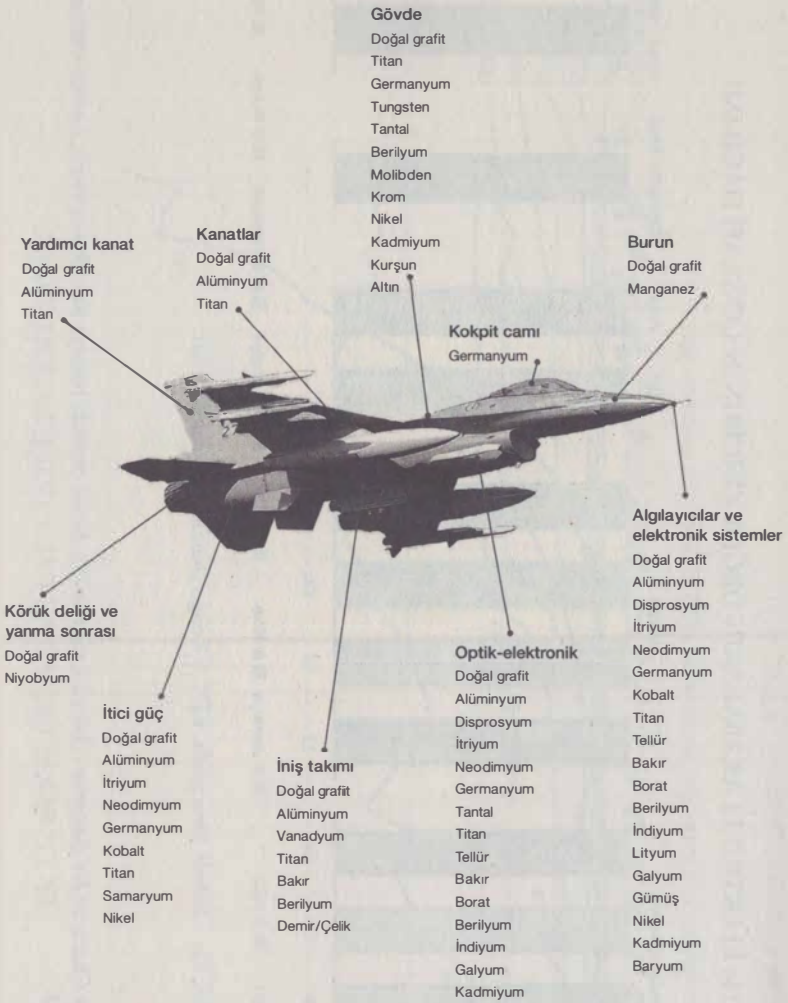
Ek 16: ELEKTRİKLİ ARABALARIN DEĞER ZİNCİRİNİN COĞRAFİ DAĞILIMI



Li = lityum; Ni = nikel; Co = kobalt; Gr = grafit. KDC = Kongo Demokratik Cumhuriyeti

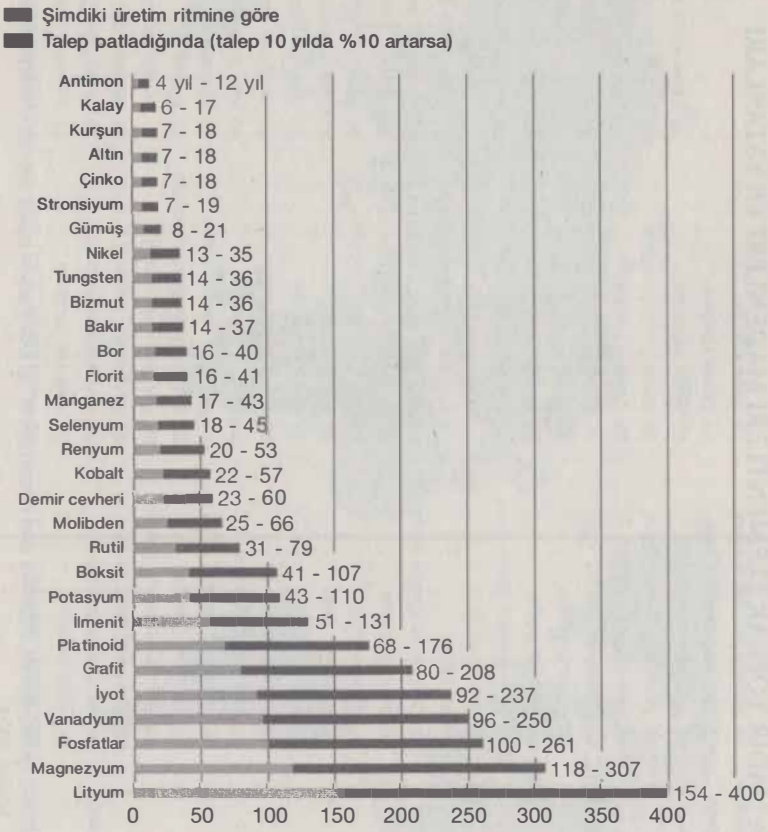
Kaynak: *Global Supply Chains of EV Batteries* (Elektrikli taşıtlar için dünya çapında batarya tedarik zincirleri), Agence internationale de l'énergie (IEA), 2022.

Ek 17: BİR SAVAŞ UÇAĞINDA BULUNAN NADİR METALLER



Kaynak: "*Strategic raw materials for defence. Mapping European industry needs*" ("Savunma açısından stratejik hammadeler. Avrupa sanayisinin ihtiyaçların haritalanması"), The Hague Centre for Strategic Studies, Ocak 2023.

Ek 18: ENERJİ GEÇİŞİNE GEREKEN BAŞLICA METALLERİN RANTABL REZERVLERİNİN ÖMRÜ (İŞLETME YILI OLARAK)



Hazırlayan: L. Pennec, *L'Usine nouvelle*, 2017.

Ek 19: NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ MADENLERİ VE YATAKLARI



Kaynak: "Global rare earth element (REE) mines, deposits and occurrences" ("Dünyadaki nadir tòprak elementleri madenleri ve yatakları"), British Geological Survey, Mayıs 2021.

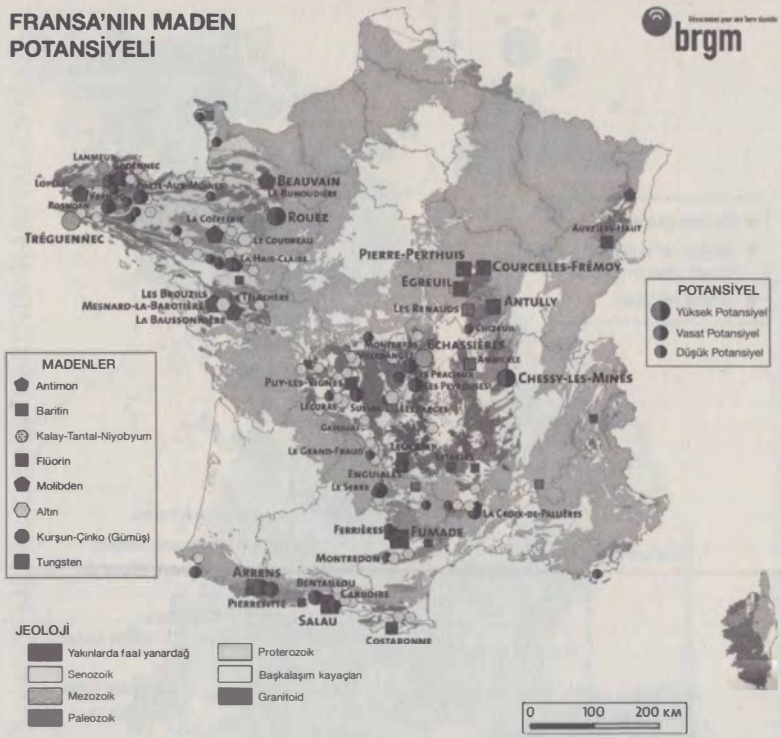
1 Bokan Dağı, ABD
2 Alay, Kanada
3 Rock Canyon Creek, Kanada
4 Thor Gölü, Kanada
5 Nisikkatch, Kanada
6 Hoidas Gölü, Kanada
7 Elliot Gölü, Kanada
8 Saint-Honoré, Kanada
9 Strange Gölü, Kanada
10 Snowbird, ABD
11 North Fork, ABD
12 Lemhi Geçidi, ABD
13 Bald Mountain, ABD
14 Bear Lodge, ABD
15 Iron Hill, ABD
16 Wet Mountain, ABD
17 Pea Ridge, ABD
18 Hicks Dome, ABD
19 Carolina placers, ABD
20 Green Cove Springs, ABD
21 Mountain Pass, ABD
22 Gallinas Mountain, ABD
23 Pajarito Mountain, ABD
24 Sierra e Tamaulipas, Meksika
25 Morro dos Seis Lagos, Brezilya
26 Catalão I, Brezilya
27 Araxá, Brezilya
28 Serra Verde, Brezilya
29 Pocos de Caldas, Brezilya
30 Barra de Itapirapuã, Brezilya
31 Sarfartôq, Grönland
32 Motzfeldt, Grönland
33 Illimaussaq, Grönland
34 Fen, Norveç
35 Bastnäs, İsveç
36 Norra Kärr, İsveç
37 Olserum, İsveç
38 Sokli, Finlandiya
39 Lovozero ve Khibina kompleksleri, Rusya
40 Tomtor, Rusya
41 Gornoe Ozero, Rusya
42 Khamna, Rusya
43 Ditrău, Romanya
44 Kızılcaören, Türkiye
45 Aksu Diamas, Türkiye
46 Tamazeght kompleksi, Fas
47 BouNaga, Mauritanya
48 Nil Deltası ve Reşid, Mısır
49 Karonge (Gakara), Burundi
50 Mrima, Kenya
51 Wigu Hill, Tanzanya
52 Kangankunde, Malawi
53 Songwe Hill, Malawi
54 Congolone, Mozambik
55 Ambohimirahavary, Madagaskar
56 Mandena, Madagaskar
57 Etanero, Namibya
58 Okorusu, Namibya
59 Euraka, Namibya
60 Kalkfeld, Namibya
61 Ondurakorume, Namibya
62 Steekampskraal, Güney Afrika
63 Zandkopsdrift, Güney Afrika
64 Pilanesberg Alkaline Complex, Güney Afrika
65 Naboomspruit, Güney Afrika
66 Phalabowra (Palabora), Güney Afrika
67 Richards Bay, Güney Afrika
68 Chavara, Hindistan
69 Amba Dongar, Hindistan
70 Sarnu, Hindistan
71 Orissa, Hindistan
72 Wajiertage, Çin
73 Mushgai Khudag, Moğolistan
74 Lugin Gol, Moğolistan
75 Bayan Obo, Çin
76 Weishan, Çin
77 Maoniuping/Dalucao, Çin
78 Miaoya, Çin
79 Xunwu/Longnan, Çi
80 Nam Xe, Vietnam
81 Dong Pao, Vietnam
82 Kuzey Myanmar
83 Thai Peninsula, Tayland
84 Perak, Malezya
85 Eneabba, Avustralya
86 Jangardup, Avustralya
87 Mount Weld, Avustralya
88 Brockman, Avustralya
89 Browns Range, Avustralya
90 Nolans Bore, Avustralya
91 Mary Kathleen, Avustralya
92 Olympic Dam, Avustralya
93 WIM 150, Avustralya
94 Dubbo Zirconia, Avustralya
95 Fraser Adası, Avustralya

Ek 20: DÖNGÜSEL EKONOMİNİN YEDİ AYAĞI



Kaynak: Agence de la transition écologique (ADEME, France).

Ek 21: METROPOLİTEN FRANSA'NIN MADEN POTANSİYELİ



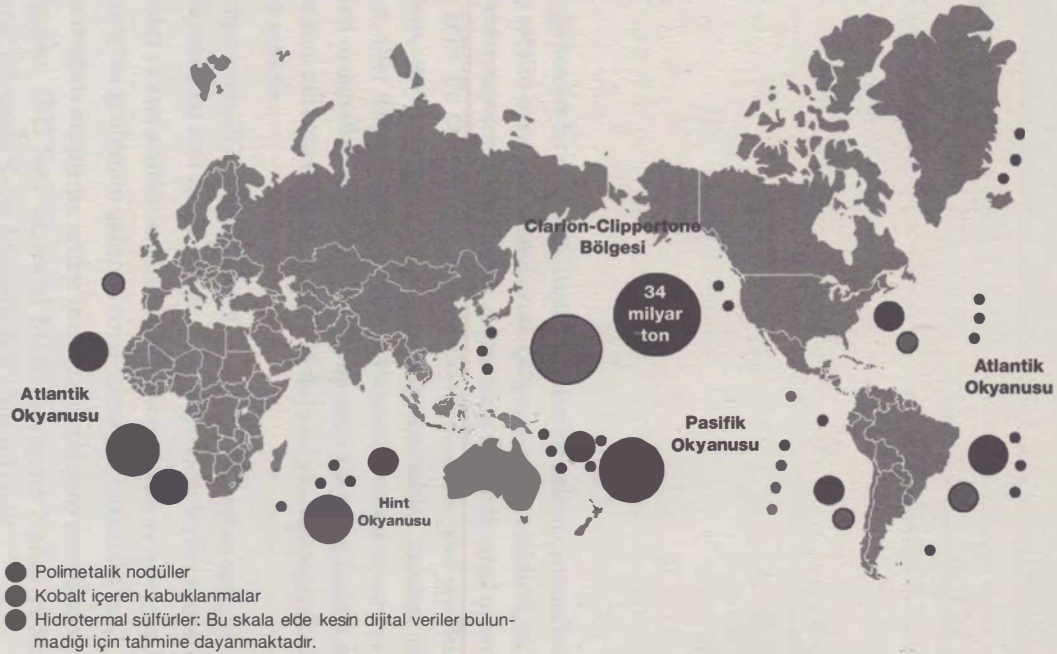
Kaynak: BRGM

Ek 22: AVRUPA'DAKİ LİTYUM İŞLEME PROJELERİ



Kaynak: *Les Échos*, 27 Eylül 2022.

Ek 23: DENİZALTI NADİR METAL KAYNAKLARININ HARİTALANMASI



Kaynak: Atlante.fr, Autorité internationale des fonds marins, Nations unies, BRGM, 2022.

Teşekkürler

Çoğu zaman bir eserin tek başına yapılan bir çalışma sonunda ortaya çıktığı sanılır; oysa uzun süreli ortak çalışmanın meyvesidir: Çok çeşitli ufuklardan sayısız katkı, eleştiri, değiş tokuş ve teşvik edici uyarılar bir araya gelir. Bu çalışma kendi damgalarını basarak beni şereflendiren dostların, meslektaşların ve uzmanların (çoklukla) ilgisine, (bazen) şevkine, (her zaman da) iyiniyetli yaklaşımına neden olmuştur. Öyle ki bazen uzun yıllar boyunca benimle bu suçu paylaşan kadınlı erkekli dostlarımın adlarını saymak, meslek ve duyusal yaşamımın coğrafyasını çizmek gibidir.

Çalışmamın 2023 yılı Eylül ayında yayınlanan baştan aşağı yenilenip güncellenmiş bu hali için teşekkür etmem gereken kişiler şunlardır:

Fizikçi ve veri analizi uzmanı Héloïse Nonne dört ay boyunca küçük bir araştırma grubunun çalışmalarına yılmadan başkanlık etti.

Söz ettiğim araştırma grubu Institut de relations internationales et stratégiques, IRIS Sup' öğrencisi Maria Margaret Nahas ve Sciences Po (Paris) öğrencisi Sabri Messadi'den oluşmaktaydı.

École des hautes études commerciales (HEC) öğrencisi ve strateji danışmanı Zoé Soler ve Sciences Po (Paris) öğrencisi Joseph Vignon ek araştırmalar yaptılar.

Ortaya çıkan metnin bütünü Monique Devauton tarafından gözden geçirildi. Titiz çalışması sayesinde elinizdeki denemenin niteliği de yükseldi.

Teşekkür etmek istediğim birkaç kişi daha var:

Bu çalışmayı okuduktan, yorumladıktan, sorular yönelttikten, bazen de çelişkilere dikkat çektikten sonra önsözü kaleme alan, kendisiyle çok değerli görüş alış-verişinde bulunduğum Hubert Védrine'e;

Tanıklıklarını içtenlikle paylaşan, elinizdeki sayfaları defalarca okuyan, Île de Ré'de telefonun başına oturup yorumlarını ileten Jean-Paul Tognet'ye;

Afrika maskeleriyle süslenmiş Paris'teki bürosundan yaptığı keskin analizleri kabul ettiren Christian Thomas'a;

Paris'te Rue du Château'daki bir kafenin terasında bana heyecan dolu birkaç saat ayıran ve elyazmasını zenginleştiren Paul de Loisy'ye;

Bir uçaktan diğerine yetişirken aldığım notları her zamanki titizliği ve iyi niyetiyle ele alan Axel Robine'e;

Analizlerini benimle paylaşan, bazen de görüş ayrılığına düştüğümüz Camille Lecomte'a;

Fransa, Kanada ve ABD'de zengin uzmanlıklarını paylaşmak nezaketinde bulunan Didier Julienne ve Jack Lifton'a;

Elektrik motorlarındaki gelişmelere dair bölümleri gözden geçiren Philippe Degobert'e;

Wallis ve Futuna Adaları siyaset yaşamının sayısız sırrını bana açan Pierre Simunek'e;

Yazar olma isteğimi olgunlaştıran Cookie Allez'e;

Bana sağladıkları destek için Pijac ekibine ve ömür boyu başkanına;

Rhône-Poulenc'e ilişkin bölüm için gereken belgeleri sağlayan Hélène Crié ve Yvan Poisbeau'ya;

Kaliforniya ve Nevada çöllerinin üzerinde uçabilmem için bana çift motorlu bir uçak veren Randy Henry ve LightHawk ekibine;

Bu yayın macerasına mali açıdan destek olan Association de Presse France-Japon ve Société civile des auteurs multimédia (SCAM) adlı kuruluşlara;

Çok değerli görüşmeler yapmamı kolaylaştıran Gérard Tavernier'ye;

Uzun bir kaynakça düzenleme çalışmasına dahil olan Félicie Gaudillat'ya;

Yaptığı hukuki tavsiyeler için Stéphanie Berland-Basnier'ye;

Vefası için de Muriel Steinmeyer'e;

Pek çok şeyi değiştirecek olan insanlarla tanışma aşamasını başlatan Céline Gandner'e;

Sırrını sadece kendisinin bildiği şekilde bana destek olan kız kardeşim Camille Pitron'a ve...

Başka birçok kişiye daha!

DİZİN

5G 125
6G 125

ABD (Amerika Birleşik Devletleri) *çeş. yer.*
ABD Savunma Bakanlığı 72, 124, 141, 143-46, 154, 174
ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) 41, 50
ABD Dışişleri Bakanlığı 171, 175
ABD Enerji Bakanlığı 175
ABD İçişleri Bakanlığı 2, 75
ABD Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS) 2, 7, 19, 75-76, 91
ABD Senatosu 115, 124
ABD Temsilciler Meclisi 124
Adachi 32
Afganistan 34, 79, 141, 164
Afrika 58-59, 64, 77, 82, 84, 87, 111-12, 118, 171, 186
Afrika Birliği 112
Afrika 2050 Madencilik Vizyonu 112, 118
Afyon Savaşları 14, 22
Agrium 94
Airbus 35, 160
Akufo-Addo, Nana 170
Alberta 144
Alcatel-Lucent 102
Almanya XXIV, 46, 79, 106, 125, 135, 152, 172, 187, 196
altın XX, XXII, 17, 21, 30, 43, 64, 73, 86-87, 165, 197-98, 200
alüminyum XX, 2, 19, 27, 33, 35, 37, 46, 54, 86, 88, 93, 107, 151, 159, 161, 165, 178, 181, 183
Amazon 30
Amerika, Güney Amerika 59, 135
Kuzey Amerika 25, 173
Latin Amerika 16-17, 82
Amerikan Kongresi 72, 168
Amerikan Pacific Investment Management Company (Pimco) 89
Amsterdam 38, 168
Andlar 23
Anglo American 165, 180
Anglo Platinum 83
Anglo-Persian Oil Company 65
antimon XXI, 2, 19, 30, 45, 64, 76, 88, 93, 141, 186, 200
Apalaş Dağları 44
Apple 34
Arizona 34
Arjantin 16-17, 23, 86, 171
Arjantin Maden Bakanlığı 16
Arminera 16
Army Environmental Policy Institute XXIX
arsenik 19, 51, 91
Ashanti 87
Astana 60
Asya XXV, 38, 46, 59, 80, 82, 108, 110, 117, 135, 171, 173
Güneydoğu Asya 108, 135
Orta Asya 15
Au Québec 72
Aventis 100
Avrasya 195
Avrupa *çeş. yer.*
Avrupa Birliği (AB) *çeş. yer.*
Avrupa Komisyonu 2, 7, 16, 19, 42-43, 60, 71, 76, 91, 168-69, 181
Avrupa Kimyasal Ürünler Ajansı 70
Avrupa Konseyi 21, 70, 176
Avrupa Parlamentosu XIII, 38, 70-71, 156, 183, 196
Avustralya 52, 59, 78, 85, 93, 99, 106-107, 116, 125, 127-28, 135, 151-52, 164, 170-71, 187, 193
Avustralya Stratejik Politikalar Enstitüsü 125
Avusturya 107

Bafokeng Krallığı 82
Bafokengler 83-84, 93
Baishev Kazak Üniversitesi 16
bakır XX, 2-3, 19, 21, 26, 33, 37-38, 45, 72-73, 85-86, 88, 93-94, 109-11, 113,

142-43, 155, 159, 161-62, 164-66, 170, 174, 178, 180-81, 183, 193, 200
Bangka 109
Banque de France 61
Baogang 11-12
Baotou 11-12, 22, 40, 51, 100, 103-105, 115
Baotou Ekonomik Kalkınma Bölgesi 104
Bardi, Ugo 165-66
Barit 19
Barrick Gold 17, 166
Basel 45
Basel Action Network 37, 45-46
Basel Sözleşmesi 37-38, 45
BASF 128
Basra Körfezi XXIII, 85, 140, 179
Bayan Obo 11, 21-22, 40, 78
BBC 160
Beijing San Huan New Materials High Tech Inc. 145
Belçika 53, 183, 201
Benchmark Mineral Intelligence 172
Bentley XVI
berilyum XXI, 2, 7, 19, 30, 62, 76
Berlin 172
Berlin Duvarı 57
Beş Yıllık Planlar (Çin) 120, 123
Beyaz Kitap 64, 73, 193
Beyaz Saray 81, 129, 146-48, 150
BHP Billiton 85, 94, 164
Biden, Joe 121, 126, 132, 140, 149, 151, 168
Bilimoff, Michèle XXX
Birleşik Krallık 22, 46, 65, 117, 152, 196
Birleşmiş Milletler (BM) 85, 95, 194, 198, 203
Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 43
Birleşmiş Milletler İklim Değişiklikleri Çerçeve Anlaşması (UNFCCC) XXX
Birmanya 13, 171
Birol, Fatih 166
Birraux, Claude 19
bizmut 7, 19
Blablacar 29
Blanc, Jacques 91
Blinken, Anthony 171
BMW 20, 128, 173
Boeing 141, 153
boksit 19, 78, 86, 109, 117, 170-71
Bolivya 16, 36, 170, 208
Bolsonaro, Jair XXIV
bor 7, 20, 35, 76, 113
borat 19, 86
Bordeaux 106
Boric, Gabriel 170
Borloo, Jean-Louis 81
Bourget, Paris-Le 95
Bourgogne 106
Bowes, Gregory 70
Breton, Thierry 76, 91
Brexit 70
Brezilya X, 7, 50, 76, 170, 179, 195-96
BRGM 63-64, 72, 90, 93, 96, 113, 164, 187, 193, 200-201
Britanya XVI, 65-66, 167-68
Brown, Sherrod 103
Buenos Aires 16, 87
Bulgaristan 62
Burkina Faso 85
Burlington House 167
Bush Junior, George 146
Bush, George 61
Bushveld 82
Büyük Britanya XXV, 117, 121, 167-68
BYD (*Build Your Dreams*) 125, 135, 172

Cakarta (Endonezya) 78, 86-87, 108-11
Cakarta Borsası 110
Canberra 170
Canton Limanı 8
Caofeidian 125
Carter, Jimmy 79
CATL (Contemporary Amperex Technology) 173
Cava Adası 108
CBS (Columbia Broadcasting System) 143
Cerro Colorado 164
Cezayir 65
Changxindian 125
Charente-Maritime 53
Chareyron, Bruno 69
Chen Zhanheng 80, 99
ChengDu Magnetic Material Science & Technology Co. 152-53

Chicago 128, 141
China National Nonferrous Metals Industry Corporation (CNNMIC) 145
Chinagate 148
Chirac, Jacques XI
Chung, Johnny 147-48
Churchill, Winston 65
CIA 147, 150
cıva 21
Circularity Gap Report 2023 177
Clinton, Bill 144, 147-48
Clinton, Hillary 29, 81, 92, 130, 146-47
Coëtquidan (Morbihan) XXIX
Cohen, Élie 132
Cohen, Jared 29, 43
The New Digital Age 29
COMES (Stratejik Metaller Komitesi) 72, 81, 92, 178
Comptoir Lyon-Alemand, Louyot et Cie. 129
COP (Conference of the Parties) XVI, XX, XXV, XXX, 60, 162, 179
Coryell, Charles XXI
COVID XIV, 45, 117, 168
Cox Jr., Archibald 145
Crédit Suisse 62
Crépeau, Michel 55
CRIIRAD (Rakyoaktivite Konusunda Bağımsız Araştırma ve Bilgilendirme Komisyonu) 55, 69
Crié, Hélène 55
Critical Minerals Act 176, 187
Critical Raw Materials Act (Kritik Hammaddeler Yasası) XXVII, 169, 174, 176, 187
Crucible Materials 144
CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive) XVI
Cumhuriyetçi Parti/Cumhuriyetçiler 103, 121, 129, 147, 151
Curtis, Nicholas 52, 68
Cutifani, Mark 166, 180
Cytec 57, 68, 78

Çernobil 40, 55
Çin Halk Cumhuriyeti *çeş. yer.*
Çin Halk Ordusu 148
Çin Komünist Partisi (ÇKP) 14, 122-24, 132, 145
Çin Nadir Toprak Elementleri Derneği 80, 99
Çin Nadir Toprak Elementleri Şirketi 68
Çin Su İşleri Bakanlığı 23
çinko 2, 19, 45, 64, 72, 78, 93, 110-11, 178, 183, 186, 193

Dahlkemper, Kathleen 124
Dalahai 12
Dassault Aviation 77
Déaut, Jean-Yves Le 56
Defense Production Act 168
Delhi 170
Deloitte XVIII, 177
demir XX, 2-3, 9, 20-21, 35, 54, 77, 83, 86, 88, 98, 107, 111, 113, 129, 143, 145, 155, 159, 161, 170, 173-74, 178, 186, 197
Demokrat Parti/Demokratlar 121, 132, 146-48, 151
Deng Nan 145
Deng Xiaoping 14, 77-78, 119, 142, 145-45
Dent, Peter 97-98, 136
DF-21D 149
Direction de la surveillance du territoire (DST) 53
disprosyum 7, 33, 45, 54, 92-93
Doğu Akdeniz 65
Doğu Çin Denizi 80
Doha 85
Donbass 164, 180
Dongfeng 149
Dongtan 125
Dubai 104
Dumousseau, Jean-Yves 57, 78, 100-101, 105
Dunkirk 172
Durian 108
Dünya Bankası 40, 46, 58, 85, 112, 118, 161
Dünya Ekonomik Forumu 85, 95
Dünya Malzeme Forumu 169
Dünya Savaşı (I.) 143, 159
Dünya Savaşı (II.) 59, 65, 80, 127, 129
Dünya Ticaret Örgütü 65, 78, 80-81, 107, 111, 116, 118

EDF (Electricité de France) 54, 200
Ekolojik Geçiş Ajansı (ADEME) 27, 31, 43
Electricité de Strasbourg 200
Electron Energy Corporation 97
Endonezya XIV, 49, 86, 108-11, 117-18, 170-71, 179
Endonezya Emtia ve Türevleri Borsası (ICDX) 110
Endülüs 162
Enflasyon Azaltma Yasası (2022) 173
ENSSURE (ENergy Self SUfficient REsilient military base) XXIX
Eramet 111, 186, 193
erbiyum 7, 92
Essonne 4
European Green Deal 60
European Lithium 164
Europol 38, 45
Ever Given 168
evropiyum 7, 45, 92-93
Eyfel Kulesi 6, 111

F-16 153
F-35 XXVI, 151-54
Facebook 31
Fas Milli Fosfat Ofisi (OCP) 111
FBI 144
feldspat 19
Fiji 66
Filipinler 86, 149, 203
Fillon, Francois 81
Financial Bölgesi 25
Finistère 164, 188
Finlandiya 170
Finlandiya Jeolojik Araştırmalar Merkezi 166
First Quantum Minerals 85
flor 19, 76
Floransa Üniversitesi (İtalya) 27
Florida Eyaleti 103
florit 78
Ford 173
fosfat 19, 93, 111, 173
fosfor 19, 78, 114
Foundation on Economic Trends (FOET) 32
Fourtou, Jean-René 56, 70
Francis, Papa XX, XXVI
Frankfurt Dünya Otomobil Fuarı 41
Fransa *çeş. yer.*
Fransa Araştırma Bakanlığı 161
Fransa Parlamentosu 50
Fransa Sağlık Bakanlığı 55
Fransa Savunma Bakanlığı XXIX
Fransız Guyana 187
Fransız Petrol ve Yeni Enerjiler Enstitüsü (IFPEN) 162
Freiburg im Breisgau 40
Freiberg Madencilik ve Teknik Üniversitesi 135
Fuji Dağı 80
Fujian 8
Fujita, Kunihiro 81

Gabon 65
gadolinyum 7, 92, 97, 117
galyum XXI, XXVIII, 2-3, 7-8, 19, 21, 30, 88, 141, 159, 177
Gana XIV
Ganzhou 1, 8
Gao Xia 13, 22
Gary 128
Gazpar 5
Gebeng 46
Geim, André 107
General Electric 93
General Motors 20, 113, 144, 146
germanyum XXI, 2-3, 7, 19, 30, 76, 107, 114, 177, 186, 200
Getaround 29
Gine 170-71
Gine Körfezi 195
Giraud, André 63
GLARE 35
Glencore 62
Glendenin, Lawrence E. XXVIII
Global Trade Alert (GTA) 95
Gobi Çölü 85
Google 29-30
Gore, Al 147
Gorton, Gary 95
Grace, Mary XXI
Grace, W.R. 128
grafit XIII, 6, 9, 19, 26, 46, 76, 88, 107, 116, 159-60, 164, 171, 187

Grasse 62
Great Basin Resource Watch 50
Green IT 31
Greenland Minerals 164
Greenpeace 16
Grönland 164, 171
Guam Adası 149
Guangdong 21
Guomindang 14, 22
Guyana 63, 194
gümüş XX, 17, 21, 30, 33, 35, 43, 64, 86, 100, 109
Güney Afrika
Güney Afrika Cumhuriyeti X, XXV, 7, 17, 49-50, 76, 82-84, 86, 93-94, 141, 170, 179, 195
Güney Çin Denizi XXVI, 149, 195
Güney Kazakistan Devlet Üniversitesi 15
Güney Kore 43, 111, 149, 152, 196

H&M 34
Hadder, John 50-51
hafniyum 19, 45
Hangzhou 126
Hanjiang 10
Harvard Üniversitesi 89
Hatsune Miku 34
Haute-Garonne 129
Hauts-de-France XXII, 178
Hawaii 81
helyum 19, 53, 79
Herakles XXV
hidrokarbon 65, 80
hidrokarbür XXIII, 149
hidrojen 17, 161, 206-207
Hindistan 47, 50, 62, 86, 156, 170, 179, 195
Hititler 143
Hollanda 2, 89, 155
Hollande, François XX, 185, 191
Hollywood 139
holmiyum 7, 92
Honda 173
Honeywell 152
Hong Kong 126
Hsinchu 125
Hu Jintao 91, 119
Huawei 88
Hulot, Nicolas 53
Hunan Eyaleti 8
Hürmüz Boğazı XXIII

Ilek Nehri 16
Impala Platinum (Implats) 84, 93
Inflation Reduction Act 60
Institut de recherche stratégique de l'École militaire (IRSEM) 70, 156
Institut de recherche pour le developpement (IRD) 193
International Renewable Energy Agency (IRENA) XXX
Interstate 49
Inuit Ataqatigiit Partisi 164
Irak XXIX, 141
Ivanhoe Electric 85
Ivanhoe Mines 85

İbraniler 5
İklim Değişikliği Paneli (IPCC) 161
İndiana 128, 131, 141, 146
indiyum 8, 19, 21, 76, 88, 91, 200
iPad XXII, 105
iPhone 34, 105
İsrail 79, 152
İsveç 107, 172, 187-88, 201
İsveç Madencilik Derneği 201
İsviçre 85, 95, 174
İtalyan Teknoloji Enstitüsü (IIT) 173
iterbiyum 7, 92
itriyum 7, 81, 92
İyonlaştırıcı Radyasyondan Koruma Merkez İdaresi (SCPRI) 55

J-20 125
Jadar 164, 188
Jansen 94
Japonya 22, 33-35, 38, 44, 66, 80-81, 87, 92, 99-100, 103, 126, 134, 149, 170, 194-95, 203
Japonya Sanayi Bakanlığı 79
Jeolojik Araştırmalar Merkezi (GTK) 166, 180
Jiangxi Eyaleti 1, 7, 10-11, 21, 75, 88, 208
JL Mag Rare-Earth 88
Johannesburg 78, 82
Juillet, Alain 64

Kabil 164
Kabila, Joseph 94
kadmiyum 45
kalay 21, 86, 93, 109-10, 143, 170, 174
Kaliforniya XXV, 49, 198
Kaliforniya Çevre Koruma Yönetmeliği 51
Kanada XIV, 17, 26, 58-59, 70, 85, 94, 135, 166, 170, 188, 194-95
Kaname Kogyo 33
Kanton 99
Karayipler 61, 145
Katanga Eyaleti 15
Katar XXIII, 85
Katoa, Filipo 191
Katowice XXX
Kazakistan 15, 27, 41, 49, 60, 85-86
Kendall, Frank 152-54
Kentucky 144, 173
Kert, Christian 19
Kimberley 83
Kingsnorth, Dudley 128
Kinshasa 60
Kipling, Rudyard 53
Kippur Savaşı (1973) 79
kobalt 2, 6-7, 15, 19-20, 23, 26, 73, 76, 89, 96, 104, 107, 113, 151, 159-60, 162-63, 170-71, 173-74, 176, 183, 193, 196
kok kömürü 19
Kolomb, Kristof 162
Kolombiya XXI, 17
Kolwezi 15
Konfüçyüs 130, 207
Kongo Demokratik Cumhuriyeti 7, 15, 23, 27, 41, 76, 87, 94, 163, 170-71
Kongo Havzası 30
Kopernik 175
Kopernik Devrimi XVI, 34
kömür XIX-XXVII, XXX, 4-6, 8, 19, 21, 28, 31, 44, 46, 65, 106-107, 167-68, 178
Körfez *bkz.* Basra Körfezi
Körfez Savaşı, Birinci 142
Kremlin XXIV
krom 15, 19, 23, 45, 86, 170, 178
Kunming 126
kurşun XX, 2, 21, 37, 51, 73, 88, 111, 178, 193, 197
Kuzey Kore 169
Kuzeybatı Eyaleti 82
Kültür Devrimi 14
Kvanefjel 164

La Niña 162
La Pinta 162
La Rochelle 53-58, 68-69, 100-101, 114
La Rochelle Koyu 54
La Rochelle Körfezi 69
La Rochelle Limanı 69
Lam, Caroline 167
Landisville 97
Langlois 72
lantan 7, 52, 92
LaPlante, William 154
Las Vegas 49-50
Leitner, Peter 143-45, 147-49
Les Verts Poitou-Charentes 55
Leyen, Ursula von der 168
Lexus 47
LG 173
LG Energy 111
Li Keqiang 77
Li Qiang 91
Li Xinxia 12
Libération 55
Liger, Alain 179
Lincoln 100
Linky 5
lityum XIII, XV, XVII, 6, 15-17, 19, 23, 26, 37, 62, 76, 85-86, 94, 114, 159-60, 163-64, 168, 170-74, 176, 181-83, 187-88, 200-202
Liu Guozhong 91
Liu He 88
Livyatan 31
Lockheed Martın 151-53, 203
London Metal Exchange (LME) 89, 109-10
Londra XXV, 103, 166
Londra Jeoloji Derneği 167
Los Angeles 78, 148
Los Angeles Kaliforniya Üniversitesi (UCLA) 26-27
Louis (XIV.) 13
Lualaba 15
Lubumbashi 15
Luna, Terry 141-42
lutesyum XXI, XXVIII, 7, 92

Luxembourg XXVIII
Lübnan 8
Lynas 52, 68, 151

Ma Jun 15, 39, 52
Ma'aden 85
Macaristan 173
Macron, Emmanuel 61, 168, 179, 185-86, 196
Madagaskar 2
Maden Güvenliği Ortaklığı 170
Magnequench 141-49, 155
magnezyum 7, 19, 54, 78, 129
Maire, Bruno Le 92
Malakka Boğazı XXIII
Malezya 46, 110, 203
Mali 85
Mançu 13
manganez 19, 23, 26, 51, 73, 78, 91, 107, 170, 173, 186, 193
Manhattan k37
Mao Zedong 14, 119
Marchese, Anthony 150, 153
Maréchal, Louis 70
Marenches, Alexandre de 64
Marignac 129
Marikana 17
Marinsky, Jacob A. XXVIII
Marolles, Alain de Gaigneron de 64, 73
Maryland Üniversitesi (ABD) 174
Massaki Nakamura 32
Matsuura Yoshitaka 33
Mavi Nehir 9
MBA (Master of Business Administration) 63
Mégane E-Tech Electric 20
Meilán, Daniel 16
Meksika 17, 170, 196
Melanezyalılar 66
Mendeleyev 6, 174
Merah, Bukit 46
Mercator Institute for China Studies 121
Mercedes-Benz 173
Metal Planı 63
Mısır 62, 162, 203
Mianning 21
Michaux, Simon 166, 180
Michigan Gölü 128
Microsoft 30
Milwaukee 71
Mineral Commodity Summaries 75
Minimes Limanı 69
Mitsubishi 46
Mittelstand 106-107, 116
Mitterand XI
Mogilevic, Semion 144
Moğolistan 13, 85-86, 94, 170
İç Moğolistan XXV, 11, 21, 103
Mojave Çölü 50-51
Mokgatle, Kgosi 83
molibden 78, 96, 107, 200
Molotlegi, Leruo 84
Molotlegi, Semane 84, 93
Molycorp 49-52, 68
Monako XXVIII
monazit 69
Moores, Simon 172
Morell, Michael 150
Moskova 79, 141, 168
Mount Weld 52
Mountain Pass 49-52, 58
Mozambik 2, 171
MP Materials 68, 151, 157
Mueller, Robert 148
Muerto, Hombre 17
Mukwege, Denis 70
Musk, Elon 71-72, 198

Nakamura 32-33
Nan Kang Dağları 2
Nancy 169
National Defense Stockpile (NDS) 72
Natura 2000 164
Naziler 79
NegaOctet 31
négaWatt Derneği 6
neodimyum 2, 7, 19-21, 33, 52, 54, 113
Nevada Eyaleti 49, 166
Neves-Corvo 72
New Jersey Eyaleti 37
New York XXVI, 43, 145
Newark Körfezi 37
Nijerya 35, 45, 195
nikel XIII, XVII, 6, 9, 17, 19, 26, 46, 73, 89, 93-94, 96, 109-11, 117-18, 163-64, 170, 173-74, 176, 178, 183, 193, 196-97

Nimby 126, 188
niobyum XXI, 7, 113
Nobel Barış Ödülü 70
Nobel Fizik Ödülü 107
Normandiya 2, 196
Northern Graphite Corporation 70
Northern Minerals 52
Northrop Grumman 152
Northvolt 172
Norveç XV, 56, 194, 196
Novoselov, Kostya 107
Noyrez, Eric 68
Numérique et environnement 21

Obama, Barack 81, 121, 146, 197
Obrador, Andrés Manuel López 170
Observatoire francais des ressources minerales pour les filieres industrielles (OFREMI) 169
OECD (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü) 70, 86, 95, 111, 175
Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) 19
Ohio Eyalet, 103, 173
Okabe, Toru 36, 81, 208
Okyanusya 66, 191
Ontario 17, 70
Or Nehri 16
Orano 186
Ortadoğu 78, 91
Osaka 81
Ottawa 172
Oyu Tolgoi 85

Paillard, Christophe-Alexandre 70
paladyum 7, 30, 61-62, 76, 96
Palais-Bourbon XXV, 191
Papua Yeni Gine XV, 66, 194
Paris XVII, XX, XXIV, XXVI, XXVIII, 40, 60, 65, 109, 160, 162, 166, 169, 172, 191-93
Paris Anlaşması XVI, XXIV, XXV, XXX
Pascua Lama 17
Pasifik Adaları Forumu 192
Pasifik Okyanusu 66, 81, 149, 156, 192-94, 196, 203, 205
Patos Nehri 17
Pekin IX, 1, 13-15, 18, 51-52, 59-60, 62, 71, 75-80, 82, 88, 97, 107, 115-17, 120-26, 128, 130, 132, 135-36, 142-43, 145-47, 149, 163-64, 177, 187, 190, 194
Pekin Üniversitesi 71
Pellerin, Pierre 55
Pensilvanya 97
Pentagon 140-41, 151-54
Perez, Jean-Louis 22
Persler 65
Peru 17, 170-71
Petersen, John 26-27
Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü (OPEC) 77, 79, 172
PGGM Investments 89
Philadelphia 144
Phokeng 82-83, 85
platin 7, 17, 61, 73, 76, 82-84, 93-94, 170, 197, 200
platinoidler 19, 83
Poinssot, Christophe 164
Poisson, Régis 69, 102
Polonya XXX, 79, 152, 206
Portekiz 43, 64, 72, 107, 187, 195-96
Port-Neuf Koyu 54-55, 69
PotashCorp 85, 94
praseodim 7, 19, 92
Pretoria 87
Princeton 89
Program 863 121
ProLogium 172
Promethium IX
prometyum XXI, 7
Provence 62
PSA 41
PT Timah 109

Qatar Investment Authority 85
Qatar Mining Company 85
Qianlong 13
Québec 64
Quincy Paktı 65
Quing 13

Rabhi, Pierre XXVIII
radon 54
Rafale 152

Rasimone 83
Raytheon 153
Renault 20, 26
Reno, Janet 148
REPowerEU planı XXIX
Rhodia 53, 56, 63
Rhône-Poulenc 53-57, 69, 100-102, 127
Richard Li 172
Rifkin, Jeremy XXII, XXVI, XXVIII, 29, 32
Río de la Plata 16
Rio Tinto 85, 164, 188
Riyad 65
Robinson, Jim 114, 128
Rockwell B-1 Lancer 153
rodyum 7, 76, 83
Rolls-Royce XVI
Roma XXVIII
Roma Kulübü 163
Roman, Lauren 37-38
Roosevelt, Franklin 65
Ross, Wilbur 151
Rouwenhorst, K. Geert 95
Royal Bafokeng Holdings 93-94
Royal Bafokeng Reaction Police Force 82
Royal Navy 65
Rubio, Marco 103
Ruhr 128
Rust Belt 129
Rusya X, XIV, XXIII, 7, 22, 76, 79, 86, 89, 107, 124, 135, 140-41, 144, 148, 153, 164, 179, 190, 195
rutenyum 30, 76, 83

Saclay Atom Enerjisi Komisyonu 4
Sahra Altı Afrika 112
Saint-Nicolas 69
SALT (Strategic Arms Limitation Talks) 72
Samara Rus Üniversitesi 16
samaryum 7, 20, 92, 97, 113, 139-40, 155
San Antonio XXVIII
Santiago 17
Sarı Nehir 11, 22
Saskatchewan Eyaleti 85, 94
Savunma İnnovasyon Ajansı (AID) XXIX
Say, Jean-Baptiste 163
Traité d'économie politique 163
Schmidt, Eric 29, 43
Scholz, Olaf 170
Seçuan Eyaleti 21
selenyum 19, 21
Senkaku (Diaoyu) 80
Serra Verde Rare Earth 68
Service d'infrastructure de la Défense (SID) XXIX
seryum XXI, XXVIII, 7, 19, 45, 51-52, 54, 68, 92, 113
Setswana 84
Sextant Group 145
Shaanxi Eyaleti 91
Shandong 9, 21-22
Shanghai Futures Exchange 110
Shaw, George Bernard 206
Shinkansen 80
Sırbistan 164
Sibirya 61
Silikon Vadisi XX, 31, 104-105, 197
siliska 54
silisyum 2, 19, 26, 76, 78, 114, 206
Silva, Luiz Inacio Lula da 170
Sina Çölü 5
Siriderya 15
skandiyum 7, 19, 91
SM-3 Block IIA 153
SMD Mining Project XV, XVIII
Smith, William 167, 169
The Great Map 167
Soğuk Savaş 61, 130, 168
Solar Impulse 4
Solvay 53, 68, 101, 114
Song Xi Chen 71
Sovyetler Birliği (SSCB) 62, 72, 79, 122, 144, 174
Spectre XVI
Spirit of Ecstasy XVI
Stellantis 135, 173
Steve Constantinides 147
Stockholm 78, 116, 155
Strano, Gonzalo 16
stronsiyum 19, 51, 86
Sudbury 17
Sumitomo Special Metals 113, 128
Summers Memo 58

Summers, Lawrence 58
Sun Yat-sen 22
Sun Yong Ge 104-105
Suud, İbn 65
Suudi Arabistan XXIII, XXV, 65, 85, 94, 172
Sümerler 143
Süveyş Kanalı 168
Swanepoec, Dirk 83

Şanghay 87, 128, 144
Şarm-el Şeyh 162, 203
Şenzen 172
Şili XIV, 16-17, 85, 164, 170-71, 196

Tacikistan 86
Taichung 125
Taiichi Ōno 63
Takala, Eufenio 191
Tan Ka Kheng 46
tantal XXI, 2, 7, 19, 30, 37, 39, 200
Tanzanya 87
Tavares, Carlos 41, 46, 135
Tayland X
Tayvan 80, 149, 172
Tchuruk, Serge 102
Teck Resources 85
Teksas 26, 151
Tennessee 173
terbiyum 7, 30, 45, 54, 92-93, 113
Terra Nova 180
Terra Nova Développement (TND) 45
Terrab, Mostafa 111
Texas Mineral Resources 150
TF1 53
Thatcher, Margaret 61
The Economist 171
The Washington Post 148
Thomas, Christian 45, 180, 208
Tiamat 173
Tiananmen Meydanı 123
Tiangong Space Station 124
Tianjin 125, 142
Tianxia 130-31
Tibet 13
Ting Nehri 8
titan 19, 86, 113, 141, 151
titanyum 77, 170
Tognet, Jean-Paul 56, 70, 100-101, 115
Tokyo XXVI, 32, 34, 79-81, 170, 208
Tokyo Üniversitesi 36, 92
Toronto 25, 28
toryum 12, 40, 54-55, 69, 196, 207
Tourillon, Bernard 26
Tourillon, M. 42
Toyota 20, 63, 72, 128
Trafigura 62
Tréguennec 164
Trump, Donald XXIV, 88, 121, 128-30, 136, 148-50
Truva 153, 155
Tsinghua Üniversitesi 71, 132
Tucson 34
Tudor Fund 89
tulyum 7, 92
tungsten XXI, 2, 9, 19, 64, 76, 86, 88, 93, 106, 116, 141, 186, 207
Tutu, Desmond 93
Türkiye X, XXVIII, 7, 76, 82, 143

UBS 62
Ukrayna XIV, XXIII, 79, 140, 144, 164, 180
Ulan Batur 87, 94
Ulusal Bilimsel Araştırma Merkezi (CNRS) XIV, 113, 160, 187
Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı 40
Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) XXIX, 6, 25, 160, 166, 178
Underwood, Frank 139-40
United Steelworkers (USW) 114, 128
Univac I 44
Uragold 26
Ural Nehri 16
uranyum 15, 40, 51, 54, 72

Üçüncü Dünya 87

Valéry, Paul 163
Valparaiso 141-42, 146
vanadyum XXI, XXVIII, 2, 19, 37, 76, 93
Varin, Philippe XVIII, 169, 189
Vauban 40
Védrine, Hubert X-XI
Verhulst, Leane 96

Versailles Anlaşması 14, 57
Vidal, Olivier XIV, 160-61
Vietnam 149, 203
Virginia, Batı 44
Vivian Wu 13, 87, 90, 103, 107, 124
Viyana Kongresi 57
Volkswagen 173
Voltaire 13
Volvo 20

Wang Jing 1, 7-8, 10
Washington 32, 65, 71, 117, 130, 136, 139, 145, 148, 150-51, 170, 172
Watergate 145, 155
Weibo 89
Weikuang Barajı 11, 13
Wen Jiabao 91
Widjaja, Megain 110
Widodo, Joko 170
Woolsey, James 147-48
Wu Jianchang 145
Wuhan 125

Xi Jinping 77, 88, 91, 95, 120, 132
Xi'an 91
Xiang Nehri 8
Xing Quang 7
Xinjiang Eyaleti 91
Xstrata 85, 94
Xuhui 87

Yalta Konferansı 57
Yaxi Dağları 8
YBM Magnex International 144
Yeni Kaledonya 66, 170-71, 191, 194
Yoshihiro Sawa 47
Yunan XXI
Yunnan 126, 165

Zambiya 87, 94, 170-71
Zhang Guoqing 91
Zhang Hong 145
Zhao Tingyang 130
Zhejiang Eyaleti 115, 126
Zhejiang Huayou 111
Zimbabve 86-87, 171
zirkonyum 45, 54, 151
Zoé 20
Zürih 62

"Yenilenebilir" diye bilinen kaynaklardan enerji sağlamak ve teknolojik ürünlerin imalatı için kayalarda ve diğer yaygın metallerin içinde eser miktarda bulunan nadir metallere muhtacız. Cep telefonları, bilgisayarlar, elektrikli araba motorları, jet uçakları, uydular, rüzgâr türbinleri, güneş panelleri bu nadir metaller olmadan imal edilemez. Öte yandan, bu metallerin çıkarılması sağlığa ve çevreye zararlı kimyasalların kullanıldığı, hiç de yenilenebilir olmayan son derece enerji yoğun bir süreç.

Kısa sürede çoksatar haline gelen ve on bir dile çevrilen kitabında Guillaume Pitron bu hammaddelerin tedarikini sağlamanın jeopolitik, ekonomik, çevresel ve toplumsal etkilerini ortaya koyuyor. Küresel iklim krizinin daha "yeşil" bir küresel enerji üretimiyle çözüleceği varsayımına meydan okuyan kitap aynı zamanda, bir düzine ülkede altı yıl boyunca yapılan araştırmalara dayanan titiz bir araştırmacı gazetecilik örneği.

Guillaume Pitron 1980 doğumlu, ödüllü bir Fransız gazeteci ve Fransa'nın önde gelen televizyon kanalları için belgesel yapımcısıdır. Çalışmaları emtia ve emtia kullanımıyla ilgili ekonomik, siyasi ve çevresel konulara odaklanmaktadır. Yazarın *Dijital Cehennem* isimli kitabına daha önce *21. Yüzyıl Kitaplığı* dizimizde yer vermiştik.



9 786254 298578