

Yeşil Büyümenin Çürütülmesi

Yeşil büyümenin sürdürülebilirliğin
tek stratejisi olarak kabul edilmesine
karşı kanıtlar ve argümanlar

Naturaleza Indómita, Por T.
Parrique, J. Barth, F. Briens, C.
Kerschner, A. Kraus-Polk, A.
Kuokkanen y J.H. Spangenberg

08.07.2019

İçindekiler

Sunuş	6
Yeşil Büyümenin Çürütülmesi	12
Özet	14
Temel Bulgular	16
Giriş	22
I. Ayırıklaştırma Nedir?	27
1. Görece ve Mutlak Ayırıklaştırma	27
2. Bağımsız Değişken: Gayri-Safi Milli Hasıla	29
3. Bağımlı Değişken: Kaynaklar ve Etkiler	30
4. Boyut: Küresel veya yerel	33
5. Kalıcılık: Geçici ya da sürekli	35
6. Büyüklük: Yeterli ya da yeterli olmayan	37
7. Ayırıklaştırma çabalarının dağıtılma- sında eşitlik	40
<i>Birinci Bölümün Sonuçları</i>	42

II. Ayırıklaştırma Gerçekleşiyor Mu?	44
1. Kaynak Ayırıklaştırması	47
Malzemeler	47
Enerji	51
Su	54
2. Etkilerin Ayırıklaştırılması	58
Sera Gazları	58
Toprak	69
Su Kirliliğine Sebep Olan Maddeler .	74
Biyocoşunluluğun Kaybı	77
<i>İkinci Bölümün Sonuçları</i>	80
III. Ayırıklaşmanın Gerçekleşmesi Olası Mıdır?	83
1. Artan Enerji Harcamaları	84
Enerji	86
Malzemeler	91
2. Geri-Tepme Etkisi	93
Geri-tepme etkisinin çeşitli türleri . .	95
Geri tepmenin ampirik kanıtları . . .	100
3. Problemin yer değiştirmesi	104
Örnek 1: Yenilenebilir Enerji	104
Örnek 2: Nükleer enerji	106
Örnek 3: Doğal gaz	107
4. Hizmet sektörünün küçümşenen etkisi .	109
Hizmet sektörüne görece ve mutlak kayış	110

Hizmet sektörüne kayış potansiyeli- nin oldukça azalmış olması . . .	114
Hizmetler de ayak izine sahiptir . . .	115
5. Geri dönüşümün sınırlı potansiyeli . . .	121
Geri dönüşümün kendisi yeni mal- zeme ve enerjiye ihtiyaç duyar	122
Geri dönüşüm oranları %100 olmak- tan uzaktır.	124
Geri dönüştürülecek yeterli atık bu- lunmamaktadır	126
6. Yeterli ve uygun olmayan teknolojik de- ğişim	130
Gerekli inovasyonların ortaya çıkma- ması	131
Yeteri kadar bozucu değil	133
Yeterince hızlı değil	136
7. Maliyetlerin yer değiştirmesi	140
Çevresel maliyetlerin yer değiştirme- sinin ampirik kanıtları	142
Maliyetler neden yer değiştirmektedir?	144
3. Bölümün sonuçları	146
Sonuçlar: Yeşil Büyümeyle Elveda	148
Kaynakça	156

Sunuş⁽¹⁾

Aşağıdaki metnin yalnızca bir çeviri değil, aynı zamanda orijinal metnin bir uyarlaması olduğunu belirterek başlamalıyız. Orijinal metinde, metnin anlaşılması için gerekli olmayan ve bu çeviride çıkarılmış olan bazı ekler (kaynakçayı özetleyen bir takım tablolar) vardı. Bundan daha da önemli olmak üzere, yazarlar orijinal metne son şeklini verirken bazı kısımları metnin son halinden yanlışlıkla çıkarma hatasında bulunmuşlar. Tam metni içeren orijinal nüshayı bulamadık. (Anlaşılan tam metni içeren bir nüsha hiçbir yerde mevcut değil.) Dolayısı ile, söz konusu eksikliklerin anlaşılmaz hale getirdiği bazı parçaları metinden kaldırmak ve bazılarını da anlaşılır kılmak için rötuşlamak zorunda kaldık. Bu nedenle okuyucu, burada

⁽¹⁾ Sunuş bölümü Naturaleza Indomita'nın bu metin için yazdığı İspanyolca sunumun Türkçe çevirisidir. Orijinal metin takip eden linktedir: <https://www.naturalezaindomita.com/textos/crtica-de-la-civiliz> (ç.n.)

sunulan metnin yazarların elinde olan tüm veriyi içermediğini dikkate almalıdır.

Bu metni çevirip yayınlamaya karar vermemizin nedeni, bu metnin; “ayrıklaştırma”, “yeşil büyüme” ya da bunlara dayanan “sürdürülebilir kalkınma” gibi kavramların neden materyalist ve asgari düzeyde bilgi içeren bir perspektiften bakıldığında tam bir saçmalık olduğuna dair bazı ampirik veriler sunmasıdır. Fiziksel yasaları ve maddi sınırları göz ardı eden herhangi bir politikanın, en ufak bir zekaya sahip herkes tarafından ciddiye alınmaması gerekir. Bu tür fikirlerin (ayrıklaştırma, sürdürülebilir kalkınma vb.) günümüz tekno-endüstriyel toplumunda sık sık ortaya atılması ve mantıklı kabul edilmesi, bu toplumsal sistemin mantıksızlığı ve yöneticileri de dahil olmak üzere üyelerinin çoğunun cehaleti ve aptallığı hakkında çok şey söylüyor.

Bununla birlikte metin, bu konuya göz ucuyla değiniyor da olsa, Doğa'nın çeşitli yasalar ile korunma altına alınmasının etkili bir politika olduğuna ve Doğa'nın bu şekilde uzun vadede korunabileceğine dair ciddi şüpheler uyandıran veriler de sunmaktadır. (Özellikle “meta sınırı” kavramı ve “maliyetlerin yer değiştirmesinden” söz ettiği bölümlerde.) Ya da hizmet sektörünün faaliyetlerinin (örneğin “ekolojik” turizm) etkisinin Doğa'nın korunması bağlamında

ne ölçüde hafife alındığına dair soruları da gündeme getirmektedir.

Ancak, bu çalışmayı yeşil büyümenin ilerici saçmalığı hakkında iyi bir veri kaynağı olarak görmemiz, yazarların tüm değerlerini ve çıkardıkları tüm sonuçları kabul ettiğimiz anlamına gelmiyor. Ne yazık ki yazarlar, tedrici ve barışçıl küçülme ve mevcut tekno-endüstriyel sistemin aşırı nüfusa sahip endüstriyel ve devasa bir sistem olmaya devam ederken "sürdürülebilir", "durağan" bir hale getirilebileceği gibi aynı derecede saçma ve ilerici şeylere inanmaktadırlar. Ekonomik ve maddi büyümeye yönelik bu tarz eleştiriler hiçbir zaman modern teknolojiyi ve onun gelişimini gerçekten ve net bir şekilde sorgulamazlar. Yalnızca, teknolojinin ekolojik sorunları her zaman çözmediğini (ne zaman gerçekten bu sorunları çözdüğünü ise söylemezler) ve mevcut "teknolojik inovasyon" kapasitesinin ekonomik büyümeyi ekolojik etkilerden ayıracak kadar hızlı, derin ve etkili olmadığını ve muhtemelen de hiçbir zaman olamayacağını söylerler. Toplumsal gelişmeyi ya da büyümeyi kendi başına sorgulamazlar, yalnızca ekonomik ve maddi büyümeyi sorgularlar. (Böylece kendi araştırmalarının sonuçlarının ima ettiği şeyi, yani maddi gelişme olmaksızın maddi olmayan gelişmenin olamayacağını gözden kaçırmalar). Ekonomik büyümenin ekolojik etkiler, enerji

ve malzeme tüketiminden ayrıştırılabileceğine dair irrasyonel inancı, “toplumsal refah,” teknolojik gelişme ve toplumsal karmaşıklaşmada gerçekleşen büyümenin ekonomik ve maddi genişlemenin ve bunların ima ettiği etkilerin durdurulduğu ve hatta tersine çevrildiği bir durumda dahi devam ettirilebileceği gibi başka bir irrasyonel inanç ile ikame ederler. Başka bir deyişle, ”refah” ve “iyi yaşam”ın ekonomik büyümeden ayrıklaştırılabileceğine inanırlar ve önerdikleri alternatif (*küçülme/degrowth*), tekno-endüstriyel sistem tarafından çerçevelenmiş ve kısıtlanmıştır ve bu sistemin mevcudiyetini kesin ve tartışılmaz bir şekilde kabul eder. Ki aslında önerdikleri küçülme politikasının amacı bu sistemin devamlılığını sağlamaktır.

Bununla birlikte yazarlar, diğer birçok küçülme taraftarında da görüldüğü gibi, tekno-endüstriyel sistemin çöküşünü “insan uygarlığı”nın yok oluşuyla karıştırmaktadırlar. Ayrıca naif bir şekilde, genel olarak toplumsal sistemlerin (ve özel olarak günümüzün tekno-endüstriyel toplumunun) evriminin tekno-bilimsel, politik, ekonomik ve toplumsal yöntemler yoluyla öngörülebileceğine ve bilinçli bir şekilde planlanabileceğine, kontrol edilebileceğine ve yönlendirilebileceğine inanırlar. Böylece gelişmenin kendisinin ima ettiği ekolojik ve toplumsal sorunlar (ki bu sorunların çoğu toplumsal gelişmenin ortaya

çıkardığı arzu edilmeyen, öngörülemeyen ve doğası gereği tahmin edilemeyen sorunlardır) öngörülecek ve önlenecektir. Ayrıca yazarlar toplumsal olanı ekolojik olandan (örneğin ekolojik sorunları çevre sorunlarından ya da ekolojik etkileri fakirlikten ve adaletsizlikten) ayırt etme kabiliyetine sahip değildirler.

Yazarlar hiçbir şekilde, yeşil büyüme ya da küçülmeden veya tekno-endüstriyel toplumu bir şekilde "sürdürmekten" başka bir seçenek daha olduğunu dikkate almıyorlar. Hiçbir zaman tekno-endüstriyel toplumu kurtarmaya çalışmaktan vazgeçmenin ve hatta aktif olarak onu yok etmeye çalışmanın bir alternatif olabileceğinden bahsetmiyorlar. Ki bu seçeneği başarılı bir şekilde hayata geçirmeye çalışmak, ayrıklaştırma ya da küçülme yolu ile tekno-endüstriyel sistemi hayatta tutmaya çalışmaktan çok daha uygulanabilir olacaktır. Ayrıca bu yöntem, ekolojik etkilerin büyük çoğunluğunu önlemenin veya azaltmanın gerçekten etkili ve başarılı tek yolu olacaktır. Çünkü yazarlar, ekolojik etkilerin, metinde ekonomik büyüme ile ilgili olarak belirtilen nedenler yüzünden, yani fizik kanunları yüzünden, modern teknoloji ve ona dayalı toplumun mevcudiyeti ve gelişimi ile kaçınılmaz olarak bağlantılı olduğunu göz ardı etmektedirler.

Naturaleza Indomita

Yeşil Büyümenin Çürütülmesi

Yeşil büyümenin sürdürülebilirliğin tek stratejisi olarak kabul edilmesine karşı kanıtlar ve argümanlar

Parrique T., Barth J., Briens F., C. Kerschner, Kraus-Polk A., Kuokkanen A., Spangenberg J.H.
Temmuz 2019

Özet

Hem ekonomik büyüme hem de çevresel sürdürülebilirlikten faydalanmak mümkün mü? Bu soru, yeşil büyüme ve post-büyüme taraftarları arasındaki keskin politik tartışmanın konusunu oluşturuyor. Geçen on yılda yeşil büyüme BM, AB ve başka birçok ülkedeki politika yapıcı nezdinde açık bir egemenlik kazanmıştır. Buna göre, çevresel baskıları gayrı-safı milli hasıla (GSMH)'dan ayırklaştırmak sonsuza kadar gerçekleşecek büyümenin anahtarı olacaktır.

Karşı karşıya bulunduğumuz problemler düşünüldüğünde bu ayırklaştırma hipotezinin doğru olup olmadığını bilimsel olarak değerlendirmek oldukça önemlidir. Bu rapor, ampirik ve teorik literatürü değerlendirerek bu hipotezin geçerli olup olmadığını incelemektedir. Sonuç gayet açıktır: Ekonomik büyümenin çevresel baskılardan ayırklaştırıldığını ve bunun çevresel bir yıkımı engelleyecek şekilde gerçekleştiğini gösteren bir kanıt hiçbir yerde bulunmadığı gibi, aynı zamanda ve belki daha önemli olmak

üzere, böyle bir ayırıklaştırmanın gelecekte gerçekleşmesi de ihtimal dahilinde gözükmemektedir.

Bu bulguların politika oluşturma sürecinde yapacağı etkiler acil bir şekilde değerlendirilmeli ve yüksek tüketim düzeyine sahip ülkelerde sürekli bir ekonomik büyümenin kovalanmasından vazgeçilmezdir. Daha açık olarak, verimliliği artırmaya yönelik mevcut stratejilerin yeterliliğe yönelik bir çaba ile desteklenmesi gerekir. Birçok sektörde ekonomik üretimin tüketim ile birlikte düşürülmesi gezegenin ekolojik limitleri içerisinde iyi bir yaşamın sağlanması için zorunludur. Bu raporun yazarlarının görüşüne ve eldeki en iyi bilimsel kanıtlara göre, sadece bu tarz stratejiler AB'nin ihtiyat prensibine uymaktadır. Bu prensibe göre riskler yüksek ve sonuçlar belirsiz olduğunda ihtiyatlı tarafta kalmak gerekir.

Ayrıklaşmanın, ekonomik büyümeyi göz önüne almadan çevresel baskıları gerektiği şekilde azaltmak için kendi başına yeterli olmaması ve olmayacak olması çevresel baskı eğrisini GSMH eğrisinden ayırmak anlamında ayırıklaştırmaya ya da ayırıklaştırma amaçlı alınan önlemlere karşı çıkmayı gerektirecek bir sebep değildir. Tam tersi, bu tarz önlemler olmadan içinde bulunduğumuz durum daha kötü olacaktır. Fakat politika yapımcıların mevcutta yalnızca yeşil büyümeye odaklanmalarından endişe duymak için yeterli bir sebeptir. Çünkü bu,

yeterli ayrıklaşmanın ekonomik üretim ve tüketime herhangi bir sınır getirmeden artan verimlilikler ile gerçekleştirilebileceğine dayalı yanlış bir varsayımına dayanmaktadır.

Temel Bulgular

- Ayrıklaşma konusunu tartışmak özenli bir analitik çerçeve gerektirmektedir. Ekonomik faaliyetler ve çevresel baskıları ve aynı zamanda bunların gelişimini ölçmekte kullanılacak göstergelere bağlı olarak, ayrıklaştırma farklı şekillerde karakterize edilebilir. Küresel ya da yerel, görece ya da mutlak, alan ya da kullanım bazlı olabilir; kısa ya da uzun vadede gerçekleşiyor olabilir. Bunlarla aynı önemde olmak üzere, ayrıklaşmanın adalet ile alakalı endişeleri de denkleme dahil edecek şekilde ilgili çevresel eşikler, politik hedefler ve küresel sosyo-ekonomik bağlam perspektifinde değerlendirilmesi gerekir.
- Yeşil büyüme anlatısının geçerliliği ekonomik büyümenin tüm kritik çevresel baskılardan mutlak, sürekli, küresel, geniş ve hızlı bir biçimde ayrıştırılabileceği varsayımına dayan-

maktadır. Ancak literatür açık bir şekilde göstermektedir ki **bu tarz bir ayrıklaştırmanın şu anda gerçekleştiğine dair herhangi bir ampirik kanıt bulunmamaktadır.** Bu durum malzeme, enerji, su, sera gazları, toprak, suyu kirleten maddeler ve biyoçeşitliliğin kaybolması alanlarının hepsi için geçerlidir. Bu alanların tümü için ayrıklaştırma ya yalnızca göreceli ve/veya geçici olarak gözlenmektedir ve/veya yalnızca yereldir. Çoğu durumda ayrıklaştırma görecelidir. Ayrıklaştırma gerçekleştiğinde bu, yalnızca kısa sürüler için, sınırlı sayıdaki kaynak ve etki biçimlerinde, belirli lokasyonlarda ve oldukça düşük yeterlilikte gözlenmektedir.

- Yeterli boyutta ayrıklaştırmanın gelecekte gerçekleşeceğinden **şüphe duymamıza sebep olan en az yedi sebep bulunmaktadır.** Bu yedi sebebin her biri tek başına ele alındığında, yeterli düzeyde bir ayrıklaşmanın, yani “yeşil büyümenin” mümkün olduğuna dair büyük şüpheler oluşmaktadır. Bu yedi sebep topluca ele alındığında ise, **ayrıklaştırma sayesinde ekonomik büyümenin çevresel baskıları artırmadan devam**

ettirileceğini düşünmek oldukça şüpheli hatta gerçek dışı olmaktadır.

1. **Artan enerji harcamaları.** Belirli bir kaynak çıkarılırken daha ucuz opsiyonlar öncelikli olarak değerlendirilir. Dolayısı ile kalan kaynakların çıkarılması daha fazla kaynak ve enerji gerektiren bir sürece dönüşür. Böylece birim başına çıkarılan kaynak için gerçekleştirilen çevresel tahribat artar.
2. **Geri tepme etkisi.** Verimlilik artışı ile gerçekleştirilen iyileştirmeler, genellikle, tasarruf edilen kaynakların ya da paranın ya kısmen ya da tamamen aynı tüketim sürecinde (daha az yakıt tüketen bir aracı daha fazla kullanmak gibi) ya da başka etkileri olan tüketim süreçlerinde (yakıt verimliliği ile tasarruf edilen paranın uzak tatiller için uçak bileti almakta kullanılması gibi) kullanılmasına yol açar. Verimlilik artışı aynı zamanda ekonomide daha yüksek tüketimi tetikleyen yapısal değişimlere de sebep olabilir. (Yakıt verimliliği daha yüksek olan araçlar, toplu taşıma ya da bisiklet gibi daha yeşil alternatiflerin

hilafına taşıt bazlı taşıma sistemini güçlendirebilir.)

3. **Problemin değişmesi.** Belirli bir çevre problemini çözmek için geliştirilen teknolojik çözümler yeni problemler yaratabilir ve/veya mevcutta bulunan diğer problemleri daha da kötüleştirebilir. Örneğin elektrikli özel araçların üretilmesi lityum, bakır ve kobalt kaynakları üzerinde baskı oluşturmaktadır. Biyo-yakıt üretimi toprak kullanımı ile ilgili endişeleri artırmaktadır. Nükleer güç üretimi, nükleer risk ve nükleer atıkların “imha” edilmesi ile ilgili endişeleri artırmaktadır.
4. **Hizmet sektörünün etkilerinin küçük görülmesi.** Hizmet sektörü yalnızca maddi ekonomi sayesinde var olabilir, ona rağmen değil. Hizmetlerin, maddi ürünlerin etkisinin üzerine eklenen, onları ortadan kaldırmayan ve yadırganamayacak etkileri vardır.
5. **Geri dönüşümün sınırlı potansiyeli.** Geri dönüşüm oranları halihazırda düşüktür ve çok yavaş bir şekilde artmaktadır. Geri dönüşüm süreci, genellikle, hala yüksek miktarlarda enerji ve hiç kul-

lanılmamış ham madde gerektirmektedir. En önemlisi, geri dönüşüm, genişlemekte olan bir ekonominin ihtiyaç duyacağı kaynakları karşılamakta yetersizdir.

6. **Yetersiz ve uygunsuz teknolojik değişim.** Teknolojik gelişme ekolojik sürdürülebilirlik için önemli olan üretim faktörlerini hedeflememekte ve çevresel baskıları düşüren yeniliklere yol açmamaktadır. Diğer istenmeyen teknolojilerin yerini almakta başarılı değildir. Yeterli bir ayrıklaştırmayı mümkün kılacak hızda değildir.
7. **Maliyetin yer değiştirmesi.** Bazı yerel örneklerde gözlemlenen ve ayrıklaştırma adı verilen durumlar, genellikle, çevresel etkilerin uluslararası ticaret yolu ile yüksek tüketim seviyesine sahip ülkelere taşınmasıdır. Toplam etkiler açısından baktığımızda daha az iyimser bir tablo ortaya çıkmaktadır ve tutarlı bir ayrıklaştırmanın gelecekte gerçekleştirilme ihtimaline dair şüphelerin artmasına sebep olmaktadır.

- Bu rapor çevresel politikaların tasarımı ve değerlendirilmesine yardımcı olmak ve bu süreci bilgilendirmek için yeni bir kavramsal alet kutusunun geliştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Politika yapıcılarının, çevresel çöküşü önlemek için en zengin ülkelerdeki **ekonomik üretim ve tüketimi doğrudan azaltmak** gerekebileceğini kabul etmeleri gerekir. Başka bir deyişle, verimlilik odaklı politikaların **yeterlilik odaklı politikalar** ile tamamlanması gerekir. Ve, iki yaklaşımın da oynayacak rolü olmasına rağmen, öncelik ve vurgu birincisinden ikincisine kaymalıdır. Bu perspektiften bakıldığında, politika yapıcılarının, **yeşil büyümenin alternatiflerinin** geliştirilmesine daha fazla dikkat ve destek vermeleri acil bir öneme sahiptir.

Giriş

Ekonomik büyüme ekolojik sürdürülebilirlik ile uyumlu mudur? Meadows raporu adı erilen “Büyümenin sınırları” isimli çalışmanın ve Sicco Mansholt’un Avrupa Komisyonu Başkanı’na 1972 yılında gönderdiği ve ekonomik büyümenin terk edilmesi gerektiğini savunduğu mektubun üzerinden yarım yüz yıl geçtikten sonra, Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH) ile çevresel baskılar arasındaki ilişki sert bir politik tartışmanın konusu olmaya devam etmektedir.

Tartışmanın iki temel tarafı bulunmaktadır. “Yeşil Büyüme” olarak adlandırılan kavramın savunucuları, teknolojik gelişme ve yapısal değişimler sayesinde, doğal kaynakların tüketimi ile çevresel etkilerin ekonomik büyümeden ayrıştırılabileceğini savunmaktadırlar. Diğer yandan, “küçülme” ya da “post-büyüme” taraftarları sonsuz bir ekonomik gelişmenin sınırlı bir biyosfer ile temelden uyumsuz olması sebebiyle çevresel baskıların azaltılması için en zengin ülkelerde üretim ve tüketimin

azaltılmasını ve bunun da GSMH'nin günümüz değerlerinden daha az bir noktaya indirilmesi yolu ile yani küçülmeye gerçekleştirilebileceğini savunmaktadırlar. Bir tarafta yeşil büyüme savunucuları *verimliliğin* artışı ile daha fazla mal ve hizmetin daha düşük çevresel maliyet ile üretilmesinin mümkün olacağını beklemekte, diğer tarafta küçülmeyi savunanlar *yeterliliğe* vurgu yapmakta ve daha az mal ve hizmetin ekolojik sürdürülebilirliğe giden en güvenli yol olduğunu savunmaktadırlar.

Yeşil büyüme anlatısı günümüzde çoğu siyasi çevrede egemen konumdadır. OECD 2001 yılında ayrıklaştırmayı resim bir hedef olarak kabul etmiştir. Daha sonra aynı hedef OECD'nin *Yeşil Büyümeye Doğru* (2011) stratejisinde anahtar bir rol oynamıştır.¹ Daha sonra Avrupa Komisyonu, 6. Çevresel Eylem Programı'nda (*Environment 2010: Our Future, Our Choice*) "ekonomik büyüme ile çevresel değişim arasındaki eski bağı ayrıklaştırılmasını" bir hedef olarak duyurmuştur. (European Commission, 2001, p. 3). "Büyümenin kaynak kullanımından ayrıklaştırılması" hedefi Kaynak-Verimli Avrupa için AB Yol Haritası'nda (European Commission, 2011) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı'nın (UNEP) yeşil

¹ Bunu "çevresel kötülükler" ile 'ekonomik iyilikler' arasındaki bağı koparmak" olarak tanımlamışlardır. (OECD, 2002, p.1)

ekonomi stratejisinde de kabul edilmiştir. BM, yeşil büyümenin “çevresel riskleri ve ekolojik yoklukları ciddi bir biçimde düşüreceğini”²³ beklemektedir.

Hemen sonra Dünya Bankası bu kervana *Katılımcı Yeşil Büyüme: Sürdürülebilir Büyümeye Giden Yol* (2012)⁴ ile katılmıştır. 2012 yılından 2020’ye kadar Avrupa Komisyonu’nun çevre politikasını yönlendiren *Gezegelimizin limitleri içinde iyi bir yaşam* (European Commission, 2013) stratejisi “ekonomik büyüme ile çevresel tahribatın mutlak bir şekilde birbirinden ayrıştırılması” çağrısında bulunmaktadır. Ve 2015 yılında ayrıklaştırma, Sürdürülebilir Gelişme Hedefleri’nin (SDGs) (*Sustainable Development Goals*) özel bir parçası haline gelmiştir.

Yeşil büyüme, ekonomik büyüme ile çevresel baskıların birbirinden ayrıklaştırılabileceği beklentisi ile

² “Kaynakları daha verimli kullanan bir ekonomiye geçişte karşılaşacağımız zorlukları ifade eden anahtar bir kavram ayrıklaştırmadır. Küresel ekonomik büyümenin gezegensel sınırlara çarpması ile ekonomik değer üretiminin doğal kaynak kullanımından ve çevresel etkilerden ayrıklaştırılması daha acil hale gelmektedir.” (UNEP, 2011b, pp. 15-16.)

³ “Hedef 8.4: 2030’a kadar kademeli bir şekilde tüketimde ve üretimde küresel kaynak verimliliğinin artırılması ve Sürdürülebilir Tüketim ve Üretim Üzerine 10 Yıllık Çerçeve Program’ı kapsamında, gelişmiş ülkelerin liderliğinde ekonomik büyümenin çevresel tahribattan ayrıklaştırılmasına çalışılması.

⁴ Dünya Bankası (2012) için katılımcı yeşil büyüme “doğal kaynakları kullanmakta verimli, kirlilik ve çevresel etkileri mini-

tartışmalarda egemen olmuş ve çevre ile ilgili ajandanın çoğunda belirleyici olmuştur. Bu kadar önemli risklerin söz konusu olduğu bir durum, ayrıklaştırma hipotezinin arkasındaki bilimsel temelin sağlam olup olmadığı ile ilgili çok dikkatli bir incelemenin yapılmasını gerektirmektedir. Bu raporun konusu budur ve raporun başlığının da açık bir şekilde işaret ettiği gibi ayrıklaştırmaya bağlanan umutları destekleyecek yeterli teorik ve ampirik kanıt bulunamamıştır.

Ayrıklaştırma ile ilgili literatür oldukça zengindir. UNEP, 2011'den başlamak üzere konu üzerinde bir dizi rapor üretmiştir. (UNEP, 2011b, 2014a, 2015) “Ekonomik büyümenin ayrıklaştırılması” kelimelerini SCOPUS'ta arattığımızda, çoğu ampirik olmak üzere karşımıza 600'den fazla makale gelmektedir. Böylesine tartışmalı bir konuda birbirinden oldukça farklı sonuçlar ile karşılaşmak beklenebilir. Ancak, bu raporun ikinci kısmında göstereceğimiz gibi literatürdeki görüş ayrılıkları, büyük ölçüde ayrıklaştırmanın tanımlanması ve ölçülmesi ile ilgili farklılardan kaynaklanmaktadır. Metodolojiden kaynaklanan bu tuhafıklar bir kenara bırakıldığında bulgular ayrıklaştırmanın günümüzde yeşil büyü-

mize etmekte temiz ve fiziksel felaketleri önlemekte çevresel yönetim ve doğal sermayenin rolünü ve doğal tehlikeleri dikkate almak bakımından dirençli olan ekonomik büyümedir.”

meyi savunanların yaptığı gibi tek ve temel strateji olarak benimsenmesini haklı çıkaracak sağlam bir kanıtın bulunmadığı konusunda birleşmektedir.

Bu rapor üç bölümde organize edilmiştir. İlk olarak, ayırıklaştırmanın ne olduğunu tanımlıyoruz ve alabileceği farklı biçimleri belirliyoruz. Bu bölümün ana teması bir terimin arkasında, bazıları diğerlerinden daha arzu edilebilir olmak üzere, birden fazla anlam ve durumun bulunduğudır. İkinci bölümde, ayırıklaştırmanın geçmişte gerçekleştiğini gösteren kanıtların olup olmadığını değerlendirmek üzere konu hakkındaki literatürü inceliyoruz. Ulaştığımız sonuç, iklim değişikliği ya da diğer çevre krizlerini etkili bir şekilde çözecek bir ayırıklaştırma hipotezinin mevcut bilimsel bilgi ile desteklenmediğidir. Üçüncü bölümde ayırıklaştırmanın gelecekte gerçekleşme ihtimalinin olup olmadığına bakıyoruz. Ve ulaştığımız sonuç, bu ihtimalin, mevcut kavramın politika yapıcılarının temel odağı haline gelmesini haklı çıkarıyacak derecede düşük olduğudur. Sonuç olarak, raporun temel tezi, çevresel baskılardan yeteri kadar ayırıklaştırılmış bir ekonomik büyümenin mümkün olmadığı ve bu sebeple yeşil büyümenin çevre politikasının temel hedefi olmaması gerektiğidir.

I. Ayrıklaştırma Nedir?

Yapıcı bir tartışma tanımların açık olmasını ve bazı terminolojik ve metodolojik ayrıntıları açıklığa kavuşturmayı gerektirir: Hangi ekonomik ve çevresel göstergeler ile ilgileniyoruz ve bunların istatistiksel ilişkisi nedir? Ayrıklaştırma hangi ölçekte, büyüklükte ve zamanlamada ve hangi toplumsal ve çevresel sonuçlar için gerçekleşebilir ya da gerçekleşemez?

1. Görece ve Mutlak Ayrıklaştırma

Genel anlamda, iki değişkenden biri diğerini etkiliyor ve bunlar birbirleri ile orantılı olarak değişiyorsa bu değişkenlerin bağlantılı (*coupled*) olduğu söylenir. (Örnek olarak daha fazla A daha fazla B anlamına geliyorsa.) Aralarındaki bu ilişki ortadan

kalktığında ise bu iki değişkenin ayrıklaştığı söylenir. Bağlantılı olduklarında hem bağımlı hem de bağımsız değişken beraber hareket ederler. Bunun anlamı zaman içinde birbirleri ile orantılı bir biçimde değiştikleridir. Ayrıklaştırma, orantılılığı ifade eden katsayının zaman içinde değişmesidir. Bu değişim, iki değişken arasındaki senkronizasyonun ortadan kalkması yönünde olmalıdır.

Ayrıklaştırma *mutlak* ya da *göreceli* olabilir. (Aynı zamanda bu durumlar *zayıf* ve *güçlü* ayrıklaştırma olarak da adlandırılırlar.) *Görece ayrıklaştırma* iki değişkenin de hala aynı yönde geliştiği fakat bunun aynı hızla olmadığı anlamına gelir. (Çok daha fazla A daha az B anlamına gelir.) Mutlak ayrıklaştırma ise iki değişkenin farklı yönlere gittiği anlamına gelir. (Daha fazla A daha az B anlamına gelir). Ayrıklaştırmanın değerlendirilmesi, bir değişken ile diğeri arasındaki orantılılıkta zaman içinde yaşanan azalmanın (ya da daha net bir ifadeyle değişken eğilimlerin) tahmin edilmesidir.

Görece ayrıklaştırma, örneğin GSMH ve karbon salınımları arasında, bir birim ekonomik çıktı başına oluşan salınının (orantılılık katsayısı) düştüğü fakat bunun aynı zaman diliminde yaşanan simultane bir ekonomik çıktı artışını telafi edecek kadar “hızlı olmadığı” anlamına gelir. Sonuçta yine toplam karbon salınımlarında bir artış gerçekleşir. Yani, ekonomi es-

kiye kıyasla GSMH'nin bir birimi bazında daha az etkiye sahip bir noktaya gelse de, salınımların mutlak hacmi yine de artmıştır.

Mutlak ayırıklaştırma ise, aynı örnekten devam etmek gerekirse, daha fazla GSMH'nin daha az salınma sebep olması demektir. Görece ayırıklaştırma, ekonomideki büyüme oranının verimlilik ve üretkenlik oranındaki artış ile fazlasıyla telafi edildiği bir durumda *mutlak* ayırıklaştırma haline gelir. Bunun gerçekleştiği eşığe “mutlak ayırıklaştırma noktası” (Akizu-Gardoki et al., 2018) adı verilir. Ayırıklaştırma mutlak olduğunda çevresel baskılar ekonomik faaliyette bir düşüş olmadan azalır, ya da tam tersi, ekonomik faaliyetlerin artmasına çevresel baskıların artması eşlik etmez.

2. Bağımsız Değişken: Gayri-Safi Milli Hasıla

Ekonomik büyümenin çevresel baskılardan ayırıklaştırılması konusunda ilk terim, GSMH¹, pazar

¹ Ekonomik faaliyeti ölçmenin, toplam çalışılan zaman ve toplam istihdam gibi, farklı yolları da bulunmaktadır. Küçük bir azınlığı oluşturan bazı ayırıklaştırma çalışmaları İnsani Gelişmişlik Endeksi (Akizu-Gardoki et al., 2018); Sürdürülebilir Ekonomik Refah Endeksi (Beça and Santos, 2014) ve insan refahı

faaliyetlerinin bir ölçüsüdür. GSMH belirli bir zamanda (genellikle yıllık) bir ülkede üretilen ürün ve hizmetlerin toplam pazar değerini ifade eder ve bu değerde gerçekleşen değişim ekonomik büyüme olarak ifade edilir. GSMH'nin hesaplanması karmaşık bir süreçtir: Neyin dahil edilip edilmeyeceği ve nasıl ölçüleceği ile ilgili bir çok ayrıntı ve teamül bulunmaktadır. GSMH, oluşturulduğu 1930'lardan beri, birçok açıdan eleştirilmiştir. Bu eleştirileri değerlendirmenin yeri burası olmasa da, şunu söylememiz gerekir ki bu göstergenin hakim bir konumda olması dar, potansiyel açıdan problemlili bir refah kavramının tanımlanmasına sebep olmaktadır. Bunun haricinde, bizim incelememiz bağlamında GSMH'da gerçekleşen değişimlerin hacim ya da "gerçek GSMH" olarak, yani enflasyondan arındırılmış bir şekilde değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

3. Bağımlı Değişken: Kaynaklar ve Etkiler

Çevresel baskılar ekonominin doğa üzerinde sebep olduğu tüm sonuçları içerir. UNEP'e (2011b) dayanarak *kaynak kullanımı* ve *çevresel etkiler* arasında bir ayırım yapmak mümkündür. *Kaynak*

ayrıklaştırması pazar faaliyetinin kullanılan kaynak hacminden (yani çevreden çıkarılan kaynaklar) ayrıklaştırılmasıdır. Örneğin bu, verimlilikte gerçekleştirilen iyileştirmeler ya da daha iyi geri dönüşüm ile daha az kaynak çıkarılmasının gerçekleştirilmesidir. Bunun anlamı daha az girdi ile parasal anlamda aynı ya da daha fazla çıktının üretilmesidir. Buradaki “kaynak” terimi “ekonomik değer yaratmak amacıyla insan faaliyeti tarafından bilinçli olarak çıkarılan ve değiştirilen doğal varlıkları” ifade etmektedir (UNEP, 2011b, p. 2).² Bu raporda ekonomik faaliyetler amacıyla kullanılan kaynakları dört kategoriye ayıracağız: *Malzemeler*,³ *enerji*, *su* ve *toprak*. (Son ikisi, biyo-çeşitlilik ve ilgili

(O’Neill et al., 2018) gibi daha kapsamlı göstergelere odaklanmaktadır. Bu raporda biz ekonomik büyümeye yalnızca GSMH’de gerçekleşen artış olarak odaklanıyoruz çünkü ayrıklaştırma çalışmalarının çoğunda kullanılan ölçü budur.

² Kaynak kullanımının nasıl tanımlandığı oldukça önemlidir. Örneğin çıkarılan fakat kullanılmayan malzemeler de (çıkarma sürecinin kendisinde kullanılan, yer değiştiren ya da zarar gören enerji ve malzeme) tanımlamaya dahil edildiğinde hesaplanan hacimler, yalnızca üretim sürecinin girdisi olarak kullanılan malzemelerin hacminden yüzlerce ya da binlerce kat fazla olmaktadır. Örneğin Şili’de, çıkarılan fakat kullanılmayan malzemeler de hesaplamaya dahil edildiğinde 2003 yılındaki fiziksel ticaret dengesi 1 milyon tonluk net ihracattan 634 milyon tonluk net ithalata dönmektedir.

³ Malzemeler biyokütle, fosil enerji taşıyıcıları, cevherler ve

eko-sistem hizmetlerini kapsayan, geniş bir şekilde tanımlanmıştır.) Bu kaynaklar üretim bazlı (yerel madencilik, ilk enerji tedariki, toprak kullanımı) veya tüketim bazlı (malzeme ayak izi, enerji ayak izi, su ayak izi ya da ekolojik ayak izi) ölçülebilir.

Etki ayrıklaştırması, GSMH'nin çevresel etkilerden ayrıklaştırılması anlamına gelir. Bu, birim ekonomik çıktı başına çevresel tahribatın azalmasıdır. Çevresel etkiler değişik biçimler alabilir: Deniz yaşamını olumsuz etkileyen atıklar ya da hayvan ve insan sağlığına zarar veren kirleticiler, doğal süreçlerin (nitrojen, fosfor, karbon ve tatlı su döngüleri gibi) bozulması ya da biyoçeşitlilikteki kayıp. Kaynak kullanımı ve çevresel etkiler arasında genellikle bir bağlantı bulunmaktadır. Örneğin daha fazla fosil yakıt (*kaynak*) çıkarmak ve bunları kullanmak CO₂ salınımına sebep olur ve bu da iklim değişikliğine yol açar (*etki*). Ampirik çalışmaların çoğu sera gazları salınımı ve iklim değişikliğine odaklansa da biyosfer üzerindeki herhangi bir olumsuz etki çevresel değişken olarak değerlendirilebilir. (Örneğin ışık kirliliğinin biyoçeşitlilik kaybına yol açması veya su kirliliğinin ötrofikasyona yol açması gibi).

Bu raporda GSMH ile, kaynak kullanımı ve çevresel etkiler dahil olmak üzere tüm seçilmiş göstergelerde gerçekleşen bir ayrıklaştırma söz konusu ol-

duğunda buna *toplam* ayrıklaştırma diyoruz. Bir ya da daha fazla çevresel göstergenin GSMH'den ayrıklaştığı fakat diğer göstergelerde bağlantının arttığı ya da devam ettiği durumlarda *kısmi* ayrıklaşmadan bahsediyoruz.

4. Boyut: Küresel veya yerel

Ayrıklaştırma farklı coğrafi çeperler göz önüne alınarak tartışabilir. *Yerel* ayrıklaştırma, ayrıklaştırmanın kısıtlı bir coğrafi çeperde (örneğin bir ülke ya da su havzası) geçerli olan değişkenler arasında gözlenmesidir. *Küresel* ayrıklaştırma, iki değişken arasındaki ayrıklaşmanın gezegen ölçüsünde gerçekleşmesidir. (Dünya GSMH'si ile dünya çapındaki sera gazı salınımları gibi.)⁴

Yerel ya da küresel göstergeleri kullanmak çevresel baskıların doğasına ve sebeplerine bağlıdır. Örneğin, (doğrudan sebeplerin iyi tanımlandığı bir coğ-

endüstriyel mineraller ve inşaat malzemeleri gibi daha detaylı kategorilere ayrılabilir (Fischer-Kowalski et al., 2011, p. 10).

⁴ Daha ileri gidilip birkaç farklı yerel seviyeden de bahsedilebilir: Makroekonomik (örneğin tüm bir ülke çapındaki ekonomik faaliyeti dikkate almak), sektörel (ekonominin belirli bir sektörü) ve mikroekonomik (tek bir şirket, şehir ya da hane). Bu raporda bu gerekli olmayacaktır çünkü ampirik çalışmaların çoğunluğu ulusal, bölgesel ya da küreseldir.

rafi alan ile sınırlı olan) Baltık Denizi'ndeki ötrofikasyon gibi yerel meselelerin incelenmesinde, havzanın çeperleri ile sınırlı yerel göstergeleri kullanmak mantıklıdır. Fakat, iklim değişikliği gibi küresel meseleler genellikle küresel göstergelere ihtiyaç duyar. Çünkü sera gazları sınırlarla bağlı olmayan kirleticilerdir ve iklim değişikliği gezegensel bir fenomendir.

Küreselleşmiş bir dünyada, çalışılan sistemin sınırlarının nasıl seçildiği önemlidir. Küreselleşme ve uluslararası ticaretin kapsamının genişlemesi maddenciliğin, üretimin ve tüketimin yapıldığı alanların birbirinden farklılaşmasına sebep olmuştur. Bu durumda hangi etkiden kimin sorumlu olduğunu belirlemek daha zordur. Bu bağlamda, (nüfuslar yerine coğrafi alanlar ile ilgili olan) *üretim-bazlı* (*arazi-bazlı da* denir) göstergeler sorumlulukları yansıtmaz ve bu yüzden yeterli değildir. Daha kapsamlı bir yaklaşım *tüketim-bazlı* (*ayak izi de* denir) göstergelere bakmaktır. Bu göstergelerde üretimde içkin olan etkiler ve değiş-tokuş edilen ürünlerin ve hizmetlerin yaşam döngüleri son kullanıcılara coğrafi olarak yansıtılır. Aksi halde, yurt dışında kullanılan kaynaklar ve gerçekleştirilen etkileri dikkate almamak, etkiye sahip faaliyetlerini yurt dışına taşıyan ithalatçı ülkelerde ayrıklaştırma gerçekleşiyormuş görüntüsü verebilir. Tam tersi olarak, arazi bazlı yaklaşımlar, başka ülkelerde

tüketilmek üzere etkiye sahip faaliyetler gerçekleştiren ihracatçı ülkelerde gerçekleşen ayrıklaştırmayı görmezden gelebilir.

5. Kalıcılık: Geçici ya da sürekli

Coğrafi çeperde olduğu gibi, ayrıklaştırma çalışmasının ilgilendiği zaman periyodu da önemlidir. Büyüyen bir ekonomide çevresel baskıların önüne geçmek için GSMH'nin mutlak anlamda ayrıklaştırılması yeterli değildir. Aynı zamanda bu ayrıklaştırmanın *ekonomi büyüdüğü müddetçe* devam ettirilmesi gerekir. Başka bir deyişle, sürekli bir ekonomik büyüme, GSMH ve çevresel baskılar arasında *sürekli* ve mutlak bir ayrıklaştırma olmasını gerektirir. Fakat, ekonomik büyüme ve çevresel baskılar belirli bir zaman dilimi için *ayrıklaşıp* daha sonra tekrar *bağlantılı* hale gelebilirler. Ampirik çalışmaların genellikle gösterdiği gibi ayrıklaştırma geçici olabilir ve geçici bir rahatlama sonra çevresel baskıların daha da fazla artmasına sebep olabilir. Literatürde bu durum N şeklindeki bir eğri ile ifade edilir ve *tekrar-bağlanma* olarak adlandırılır (de Bryon and Opschor, 1997; Janicke et al., 1989). Böyle bir iliş-

kinin sürekli olup olmaması endüstriyel metabolizmanın basit makro modelinde tartışılır ve “tekrar-bağlanma” ihtimali açık bir şekilde ortaya çıkar.

Bu tarz biçimler, örneğin enerji kaynaklarında gerçekleşen büyük bir kaymadan kaynaklanabilir. Örneğin, Çin’in kömürden petrol ve doğal gaz kayması ve ABD’nin enerji karışımında doğal gaz miktarını artırması 2015 ve 2016 yılında, Uluslararası Enerji Ajansı’nın belirttiği gibi, küresel emisyonların artışında geçici bir duruşa yol açmıştır. Fakat bu ayrıklaşma kısa dönemli olmuştur: Geçiş tamamlandığında ve buna bağlı ayrıklaşma potansiyeli harcandığında ekonomik büyüme ile salınımlar tekrar bağlanmıştır. (2017’de %1,6 ve 2018’de %2,7 artış olmuştur.) (Hickel and Kallis, 2019, p. 8). Geçici ayrıklaşmanın bir diğer örneği 2007-2008’de gerçekleşen Küresel Finansal Krizi’dir. 2. Bölüm’de göreceğimiz gibi bu kriz çevresel etkileri geçici olarak baskılamıştır.

Ekolojik sürdürülebilirlik perspektifinden bakıldığında, gerekli olan ayrıklaştırma *sürekli* olmalıdır, *geçici* değil. Kısa vadede kaynak kullanımı ve emisyonları radikal bir şekilde kısıp uzun vadede tekrar daha yüksek bir biyofizik yoğunluğa dönmenin pek mantıklı olmayacağı açıktır. Üstelik, geçici ayrıklaştırma birikimli etkilerden oluşan çevresel baskılar üzerinde ancak marjinal bir etkiye sahiptir. Bu etki

yalnızca bir gecikme yaratır. Dolayısı ile, ayrıklaştırma çalışmalarının zaman dilimlerini dikkate alan bir perspektife oturtulması gerekir. Çünkü kısa zaman diliminde ayrıklaştırma (ters U eğrisi) olarak görünen şey daha uzun periyotta farklı görünebilir (N şeklinde bir eğri).

6. Büyüklük: Yeterli ya da yeterli olmayan

GSMH'de %3 artışa karşılık toplam sera gazı emisyonlarındaki %2 azalış, tanım gereği, mutlak ayrıklaştırmadır. Fakat, GSMH'deki %3 artışa karşılık emisyonlardaki %,0,02 düşüş de öyle. Hedef iklim değişikliğini önlemekse birincisinin daha arzu edilir olduğu açıktır. Söylemeye çalıştığımız şudur: Bir ayrıklaştırma stratejisinin başarısı (literatürde genelde yapıldığı gibi soyut ayrıklaştırma elastikiyetlerine göre değil) belirli çevre hedeflerine bağlı olarak ölçülmelidir. Bu tarz hedefler oluşturulduktan sonra ayrıklaştırmannın yeterli ya da yeterli olmadığını söyleyebiliriz. (Örneğin Fedrigo-Fazio et al. (2016)'ın tanımına göre "gezegensel sınırlar içinde mutlak ayrıklaştırma.")

Üstelik, salınım ve kaynak üretkenliğini birim GSMH başına salınım/kaynak olarak değerlendirmek çoğu çevresel meselenin farklı faktörlerin oluşturduğu birikimli, mutlak etkilerle oluştuğu gerçeğini göz ardı etmektedir. Bu sebeple, gerekli ayrıklaştırmanın etkili olabilmesi için hem kaynak kullanımını hem çevresel etkileri içermesi ve bunun bu iki boyutta da *mutlak, küresel* ve *sürekli* olması ve aynı zamanda ayrıklaştırmanın *yeterince hızlı* gerçekleşmesi gerekir. Tükennmelerinden çok önce, yenilenemez kaynaklar kıt hale gelebilirler ve çatışmaların ortaya çıkmasına ya da mevcut çatışmaların daha da şiddetlenmesine sebep olabilirler. Adaptasyon bir eko-sistemin sınırları aşıldığında daha zordur. Sınırlar bir kez aşıldığında –yani *eşik noktalarının* ötesine gidildiğinde– eko-sistemler çökebilir ya da farklı bir sisteme dönüşebilirler (ormanlık bir alanın savanaya dönüşmesi gibi.) İki türlü tahribat da –tükenme ve çöküş– insanlar için anlamlı bir zaman dilimi boyunca çoğunlukla geri döndürülemez mahiyettedir. Bunu ölçmek zor olsa da, mutlak ayrıklaştırma noktası Rockström et al. (2009), Steffen et al. (2015) ve Steffen et al. (2018)’in belirttiği dokuz gezegensel sınırdaki olduğu gibi, ancak geri döndürülemez eşiklerin

aşılmasından önce gerçekleşiyorsa *yeterince hızlı* olarak değerlendirilebilir.⁵

İklim değişikliği mutlak etki ayrıklaştırması için geçerli olan katı sınırların güzel bir örneğini oluşturmaktadır. 580 GtCO₂ olarak tahmin edilen bir küresel karbon bütçesinin şu anda yılda 42 GtCO₂ oranında tükendiği düşünülürse mevcut salınım düzeylerinde 15 yıldan az zamanımız var demektir. 2040 yılında net sıfır antropojenik CO₂ salınımı hedefine ulaşmak küresel ısınmayı 1,5°C ile sınırlandırmak için gereklidir. Ve bunu gerçekleştirmek için (yüksek bir güven derecesi ile gerçekleştirmek için) mevcut emisyonların her yıl %5 oranında düşürülmesi gerekmektedir. Bu tempoda devam edilirse, bütçe 20 yıl sürecektir ve bu sürenin sonunda emisyonlar sıfıra inecektir. 2030 yılında emisyonların %45 oranında düşmesi ara hedeftir (IPCC, 2018). Bu kısıtın ışığında ve Bölüm 2’de de göstereceğimiz gibi, mutlak ayrıklaştırmanın en başarılı ulusal örneklerinde gerçekleştirilen salınım düşüşleri dahi küresel ısınmanın kritik bir eşiği aşmasını önlemekte oldukça yetersizdir.

Aciliyet yalnızca etkilerle ilgili değildir. Kaynaklarla da ilgilidir. Yenilenemez kaynakların

⁵ Daha net bir şekilde ifade etmek gerekirse, ayrıklaştırma noktasından sonra gerçekleşen çevresel baskılar, azalıyor olsalar da, yine de önemlidirler. Zirveden inişi eko-sistemin istikrar eşik-

korunması nesiller içi ve arası bir eşitlik meselesidir. Belirli bir yerde tüketilen her yenilenemez kaynak başka bir yerde mevcut olmayacaktır. Ve bugün kullanılan her geri dönüştürülemez kaynak gelecekte mevcut olmayacak bir kaynak anlamına gelmektedir. Yenilenebilir kaynaklar için sürdürülebilir tüketme eşiği bu kaynakların kendilerini yenileme oranları ile belirlenir. (Balık stokunun yok olana kadar tüketilmesinin ya da toprak yapısının çöküşünün engellenmesi gibi.) Dolayısı ile UNEP (2014a, p. 123) “ekonomik büyümenin kaynak kullanımından mutlak bir şekilde ayrıklaştırılması mümkündür” dediğinde, önemli olan yalnızca bu ayrıklaştırmanın istatistiksel mevcudiyeti değildir, bundan çok daha önemli olan şey bu ayrıklaştırmanın büyüklüğü ve zamanlamasıdır.

7. Ayrıklaştırma çabalarının dağıtılmasında eşitlik

Son madde bir öncekinin üzerine gelmektedir ve “paylaşılan fakat farklı olan sorumluluklar” kavramı

lerini aşmadan gerçekleştirmek için yeterli miktarda kaynak ya da karbon bütçesi (ya da herhangi başka kaynak ve etki ölçüsü) harcanmadan bırakılmalıdır.

ile alakalıdır. Bu kavram üzerinde ilk olarak Rio'da 1992 yılında gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda anlaşılmıştır. Ayırıklaştırma, temel ihtiyaçların karşılanmadığı bölgelerde üretim ve tüketim için gerekli olacak ekolojik alanı oluşturmak için zengin ülkelerde yeterince *büyük* olmalıdır.

Dünyada temel ihtiyaçlarını karşılayamayan milyonlarca insanın bulunması, kötü durumdaki toplumlara mümkün olan en geniş alanı bırakmak için zengin ulusların çevresel baskıları olabildiğince *çok azaltmasını* gerektirir. “Küresel fakirleri” günlük 3-8\$ gelir seviyesine çıkarmak, 2°C için geçerli küresel karbon bütçesinin %66'sını tüketiyorsa (Hubacek et al., 2017) bu durumda zengin ulusların geri kalan iklim bütçesini serbest bırakması elzemdir. Meyer-Ohendorf et al. (2018)'e göre karbon bütçesi, eşitliği daha fazla dikkate almak adına 2050 nüfus sayılarına göre hesaplanırsa 2030 için mevcut AB hedeflerinin yaklaşık olarak ikiye katlanması, yani %40'tan %71'e çıkarılması gerekir. Sanayileşmiş ülkelerin metabolik tempoları 2000 yılı seviyesinde kalsa dahi (ki bu mutlak ayırıklaştırma anlamına gelecektir) dünyanın geri kalanının mevcut teknolojiyi kullanarak bu tempolara erişmesi küresel emisyonları 2050 yılında dört katına çıkaracaktır (Fischer-Kovalski et al., 2011, p. 29). Bu miktar, son IPCC (2018) rapo-

runda felakete yol açacak bir değer olarak değerlendirilmektedir.

Ve tekrar vurgulamamız gerekir ki, “güvenli faaliyet alanı” her ulusun “şimdi büyü sonra temizle” mantığı ile en yüksek tüketim seviyelerine ulaşması için yeterli olmayabileceğinden (Steffen et al., 2015), en yüksek seviyedeki etkinin zamanlaması önemlidir. Örneğin, Storm ve Schöder (2018, pp. 20-21)’e göre Çin, bu araştırmacıların CO₂ salınımları için buldukları üretim-bazlı çevresel Kuznets Eğri’sine (ÇKE) göre büyümeye devam ederse varsayılan dönüm noktasına gelmeden dünya karbon bütçesinin tamamını tüketecektir. Gelişmiş ülkelerdeki ayrıklaştırma ancak şu şartlarda *yeterince büyük* olarak değerlendirilebilir: Daha fakir ülkelerin artan ekolojik ayak izleri için yer bırakırken, küresel ekonomik büyümeyi çevresel baskılardan güvenli, çevresel eşiklerin aşılmasını önleyen bir hızda ve mutlak ve sürekli olarak ayrıklaştırması gerekmektedir.⁶

Birinci Bölümün Sonuçları

Bu bölümde gösterdiğimiz gibi, ayrıklaştırma farklı biçimlerde tanımlanabilir ve ölçülebilir.

⁶ Bu teknik değil ahlaki bir sorundur. Burada vurgulamak istediğimiz asıl nokta soyut bir ayrıklaştırma hedefinin, ahlaki

Bu sebeple, ayırıklaştırma üzerine bir literatür incelemesine girişmek çeşitli önlemleri gündeme getirmektedir. İlk olarak, *neyin neyden* ayrıştırıldığı konusunda açık olmak gerekir ve ekonomik faaliyetler ile çevresel baskıların göstergeleri spesifik olarak belirlenmelidir. Özel olarak, bu göstergelerin küresel mi yerel mi olduğu ve alan (üretim-bazlı) ya da karbon ayak izi (tüketim bazlı) temelli olup olmadığı dikkate alınmalıdır (*boyut*). Daha sonra, ayırıklaştırmanın görece mi mutlak mı ve kısa mı uzun vadede mi incelendiği de önemlidir (*kahıcılık*). Son olarak, ayırıklaştırmanın hedeflere (*büyükklük*) adil bir şekilde (*eşitlik*) ulaşım ulaşmadığının değerlendirilmesi için, ayırıklaştırma ile ilgili her gözlem, ilgili çevresel eşikler ve geniş bir politik bağlam çerçevesinde değerlendirilmelidir. Bu analitik çerçeve temelinde, ilerleyen bölümde, ayırıklaştırma üzerine mevcut ampirik literatürün bir değerlendirmesini sunuyoruz.

meselelere referansla tanımlanmış somut çevresel hedefler olmadan anlamsız olduğudur.

II. Ayırıklaştırma Gerçekleşiyor Mu?

Ayırıklaştırma gerçekten oluyor mu ve oluyorsa bu ayırıklaştırma hangi türdür? Bu bölümün amacı ayırıklaştırma hipotezinin gerçekliğini mevcut ampirik araştırmalar eşliğinde değerlendirmektir. Bunu gerçekleştirmek için, ayırıklaştırma hipotezini test eden çalışmalardan oluşan kapsamlı bir literatür araştırması yapıyoruz. Takip eden tartışma, değerlendirilen çevresel etkiler kapsamında, tematik bir şekilde organize edilmiştir: (1) *Kaynaklar* (malzeme, enerji ve su) ve (2) *etkiler* (sera gazları, toprak, suyu kirleten maddeler ve biyoçeşitlilik kaybı). Her bir durum için değişik çalışmalarda belirtilen sonuçları karşılaştırıyor ve bunları 1. Bölümde sunulan farklı kriterler kapsamında değerlendiriyoruz.

Ampirik literatüre girmeden önce, bilim adamlarının ayırıklaştırmadan bahsetmeye ilk olarak nasıl başladıklarının hikayesini anlatmak gerek. 1990'lı yıllarda bazı ekonomistler (Grossman and Krueger,

1995, 1991; Panayotou, 1993; Shafik and Bandyopadhyay, 1992) çevresel etkiler ile ekonomik büyüme arasında negatif bir korelasyon olduğuna inanmalarına sebep olan ampirik çalışmalar gerçekleştirdiler.¹ Çevresel etkiler ilk önce büyüyecek ve daha sonra ters çan şeklini andıran ve Çevresel Kuznets Eğrisi² olarak adlandırılan bir şekilde düşüşe geçecekti. Bu teorinin politika yapımcılar nezdinde oldukça güçlü etkileri oldu çünkü bir ulusun ekolojik krizden büyüyerek çıkabileceği anlamına geliyordu.

UNEP'in (2014a, p. 5)'in "olgunlaşma yolu ile ayrıklaşma" adını verdiği hipotez, çeşitli çevresel değişkenlerin ÇEK eğrilerini bulmak için incelendiği bir dizi çalışmaya ilham kaynağı olmuştur. Günümüzde, bu şekilde kendiliğinden oluşan ayrıklaşma bilimsel ve politik çevrelerde etkisini kaybederken, ayrıklaştırmayı oluşturan şeyin politikalar tarafından belirlenen yapısal ekonomik değişimler olduğu kabul edilmiştir (Smith et al. 2010; UNEP, 2014a).

¹ Grossman ve Krueger (1991) havayı kirleten maddeleri (kükürt dioksit ve diğer partiküller) çalıştılar; Shafik ve Bandyopadhyay (1992) su kirliliği, şehir atıkları, partiküller, kükürt dioksit, ormansızlaşma ve karbon emisyonlarına yoğunlaştı; Panayotou (1993) benzer bazı çevresel göstergeleri inceledi.

² 1955 yılında Simon Kuznets, genişleyen bir ekonomik faaliyet sürecinde eşitsizliğin ilk başta belirli bir maksimum noktasına doğru arttığını ve daha sonra düşüşe geçtiğini ve böylece ters U şeklinde bir eğri oluşturduğunu söylemiştir.

Dolayısıyla, ayrıklaştırma ile ilgili çalışmalar yarı doğal bir fenomenden politika müdahalesi ile gerçekleştirilen bir şeye dönüşmüştür.

Bu perspektiften, ayrıklaştırma fenomenini bulmaya çalışan yakın dönemli ampirik çalışmaların bir incelemesini sunacağız ve var olan literatüre Li et al. (2007), Koirala et al. (2011) ve Mardani et al. (2019) gibi incelemeleri ekleyeceğiz. Gerçekleştirdiğimiz literatür taraması şu ana kadar gerçekleştirilen en kapsamlı çalışma olmasına rağmen sistematik ve mevcut tüm çalışmalarını içeren bir tarama değildir. Dolayısı ile, ayrıklaştırma literatürü ile ilgili yaptığımız gözlemlerin sınırlı sayıda makaleye dayandığı göz önünde bulundurulmalıdır. (Tam liste için kaynakçaya bakınız.) Vurgulamamız gereken başka bir nokta incelediğimiz (Wang et al., 2019 gibi bazı önemli istisnalar ile birlikte) çalışmaların büyük oranda gelişmiş ülkeler ile ilgili olmasıdır. Dolayısı ile ayrıklaştırma ile ilgili iddiamız bu bağlamda değerlendirilmelidir.³

³ Bu, ayrıklaştırmanın küresel Güney’de daha kolay olduğu anlamına gelmediği gibi, bu raporda incelenen sorunların yalnızca küresel Kuzey’i ilgilendirdiği anlamına da gelmez. Ekolojik sürdürülebilirlik herkesi ilgilendiren bir mesele olmalıdır. Ancak, varsaydığımız gibi küresel Kuzey ayrıklaştırma konusunda başarısız olursa, ayrıklaştırmanın daha düşük gelir düzeyine sahip ve teknolojik olarak daha az gelişmiş ülkelerde de başarılı olması gerektiği tezi meşruiyetini kaybedecektir.

1. Kaynak Ayırıklaştırması

Malzemeler

Toplam malzeme kullanımına bakıldığında kanıtlar açık ve tartışmasızdır. Kaynak kullanımının ekonomik büyümeden mutlak olarak ayırıklaştırılması söz konusu değildir. Tam tersi, kaynakların küresel kullanımı artmaktadır ve küresel GSMH toplam kaynak kullanımı ile sıkı bir şekilde bağlantılıdır. Burada ve bu bölümün devamında aksi belirtilmediği taktirde, ayırıklaştırmanın sonuçları üretim-bazlı çevresel değişkenler kapsamında tahmin edilmektedir.

Küresel malzeme tüketimi, 21. yüzyılın başından itibaren istikrarlı bir ivmelenmeyle, 1900 ile 2015 arasında 12 kat artmıştır (Krausmann vd., 2018).⁴ Son yüzyılda kişi başına ortalama kaynak tüketimi iki katına çıkmıştır. 2005 yılında ortalama bir küresel sakin yıllık 8,5 (Behrands et al., 2007) ile 9,2 ton (Krausmann et al., 2009) arasında kaynak tüketmiştir. Bu rakam yüzyıl önce yalnızca 4,6 tondur (UNEP,

⁴ Küresel düzeyde çıkarılan malzeme miktarı 2002 ile 2015 arasında %53 oranında artmıştır. Bunun anlamı “1900 yılından beri çıkarılan tüm malzemenin kabaca üçte birinin yalnızca 2002 ile 2015 yılları arasında çıkarıldığıdır” (Krausman et al., 2018, p.139).

2011b, p. 10).⁵ Yalnızca son 40 yılda, küresel bazda malzeme kullanımını üç katına çıkarmıştır (Schandl et al., 2018). OECD ülkelerinin bir bütün olarak malzeme ayak izi 1990 ila 2008 arasında neredeyse %50 artmıştır. Bu artış ekonomik faaliyet ile doğrudan bağlantılı olarak gerçekleşmiştir. GSMH’de gerçekleşen her %10’luk artış beraberinde malzeme ayak izinde %6’lık bir artış getirmiştir (Wiedmann et al., 2015).⁶ Sonuç olarak, kişi başına GSMH’nin malzeme yoğunluğu 1900 ila 2009 arasında %60 oranında artmıştır (Bithas ve Kalimeris, 2018).⁷

⁵ Schandl et al., (2018, p. 4) bu artışın büyük çoğunluğunun yakın dönemde gerçekleştiğini söylemektedir. Gerçekten de, ortalama küresel malzeme çıkarma oranı 1970 yılındaki kişi başına 7 tondan 2010 yılında 10 tona çıkmıştır.

⁶ Bithas ve Kalimeris (2018) küresel ekonominin doğal kaynaklara olan bu bağımlılığını doğrulamaktadır. Hesaplamalarına göre küresel kaynakların kişi başına küresel tüketimi geçen yılda (1900-2002) %78,7 oranında artmıştır. Bunun anlamı, küresel gelirden gerçekleşen 4,8 katlık bir artışın kütle akışında 8,5 katlık bir artışa sebep olmasıdır. Biyokütle, fosil enerji taşıyıcıları, cevherler ve endüstriyel mineraller ve inşaat malzemelerini değerlendiren Krausmann et al., (2018) küresel malzeme kullanımının 1900-2015 arasında 12 kat arttığını hesaplamaktadır. Üstelik bu süre zarfında yenilenebilir biyokütlenin egemenliği yerini mineral malzemelere bırakmıştır.

⁷ Giljum et al. (2014) de aynı sonuca ulaşmaktadır: 1980-2009 arasında küresel tüketimde %93,4 oranında bir artış. Zaman aralığı 2013 yılına genişletildiğinde bu artış %132 oranına çıkmaktadır (“The Material Flow Analysis Portal,” 2015). Ve yine,

Küresel malzeme ayak izi ile ilgili hedefler konusunda karbon ile ilgili hedeflerde olduğu kadar bir görüş birliği yoktur. Yine de, ekolojik sürdürülebilirliği sağlamak için malzeme tüketiminin yıllık olarak 50 milyar ton ile sınırlandırılması gerektiği konusunda bir konsensüs yerleşmektedir (Bringezu, 2015; Dittrich et al., 2012; Hoekstra and Wiedmann, 2014; UNEP, 2014b). 2009 yılında bu sayı çoktan 67,6 milyar tonun üzerindedir (Giljum et al., 2014).

Tüm çalışmalarda ortaya çıkan şaşırtıcı bir gerçek, dünya ekonomisinin uzun süredir tedrici olarak demateriyalize olmasına rağmen bu eğilimin son yirmi yılda tersine dönmüş olmasıdır. Geçen yüzyılda malzeme kullanımı küresel bazda *göreceli olarak* GSMH'den ayrıklaşırken yüzyıl dönümünden beri bu eğilim durmuş ve tersine dönmüştür. Örneğin, Krausmann et al., (2018)'in gösterdiğine göre malzeme yoğunluğu 1945-2002 arasındaki yıllık negatif %0,9'dan 2002-2005 yıllarındaki yıllık pozitif %0,4'e dönüşmüştür. Aynı hesaplamayı farklı bir yöntem ile gerçekleştiren Bithas ve Kalimeris (2018) 1900-1945 arasındaki malzeme yoğunluğundaki toplam azalışı %31,9; 1950-2000 yılları arasındakiini

artış hızı yüzyıl dönümünde hızlanmaktadır. Tüm zaman aralığı boyunca gerçekleşen %2,5 oranındaki artış, 2000-2009 yılları arasında %3,4'e (Giljum et al., 2014) ya da 2002-2013 arasında %3,85'e çıkmaktadır (materialflows.net, 2015).

ise %44,9 olarak hesaplamıştır. Fakat 2000-2009 yılları arası için buldukları oran yalnızca %0,6'dır. Giljum et al. (2014) bu duruma *remateryalizasyon* adını vermektedir. Bu durum ayırıklaştırmanın tam tersidir; yani, dünya ekonomisinin malzeme yoğunluğu artmaktadır.

İlk bakışta zengin ülkeler diğerlerine göre daha hızlı bir görece ayırıklaştırma gerçekleştiriyor gibi gözükür. Fakat bu performans maliyetlerin yer değiştirmesi göz önüne alındığında, yani değerlendirme tüketim-bazlı yapıldığında ortadan kalkar. Örneğin Wang et al. (2018) üçü OECD ülkelerinden üçü gelişmekte olan ekonomilerden olmak üzere altı ülkenin (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika – BRICS) kaynak kullanımını tüketim-bazlı (malzeme ayak izi) ve üretim-bazlı (yerel malzeme tüketimi) olarak karşılaştırmaktadır. Avustralya, Japonya, Hindistan ve ABD görece ayırıklaştırmayı gerçekleştirmektedir, fakat bu yalnızca malzeme kullanımlarını dışarıya kaydırmaları sebebiyle mümkün olmaktadır. Bu sonuca, hem küresel düzeyde aynı noktada durmakta olan bir malzeme yoğunluğundan bahseden Bitlas ve Kalimeris (2018) hem de Yerel Malzeme Kullanımı (YMK) yerine malzeme ayak izine bakmanın ABD, Britanya, OECD ve AB ülkelerinde gerçekleşen görüntüdeki görece ayırıklaş-

tırmayı ortadan kaldırdığını gösteren Wiedmann et al. (2015) ulaşmaktadır.

Bazı malzemelerin kullanımı artan GSMH ile düşmektedir. Ancak bu genelde yerel olarak gerçekleşmektedir: Örneğin, 1985-2009 arasında ABD’de alüminyum tüketimi (Zhang et al., 2017). Fakat bu durum ya aynı malzemenin başka bir yerde daha fazla tüketilmesi ya da başka malzemelerin tüketiminin daha hızlı bir şekilde artması ile boşa çıkmaktadır. Örneğin, demir cevheri ve boksitin küresel çıkarılma miktarları 1980-2002 arasında GSMH’nin büyümesinden daha hızlı bir şekilde artmıştır (Wiedmann et al., 2015).

Enerji

Enerji meselesi malzemelerden daha karmaşıktır. Çalışmalar sonuçlar hakkında farklılıklar göstermektedir ve enerji tüketimi farklı yöntemlerle ölçüldüğü ve ölçümler farklı coğrafi büyüklükler için yapıldığından bu konuda karşılaştırma yapmak zordur.

Luzzati ve Orsini (2009), 1971-2004 arasındaki arazi bazlı son enerji tüketimine bakarak Çevresel Kuznets Eğrileri ile ilgili ne küresel düzeyde ne de bireysel ülkeler bazında bir kanıt bulabilmiştir. Buldukları şey, GSMH ile enerji tüketimi arasında, iki değişkenin de tek düze bir şekilde arttığı istikrarlı

bir ilişkidir. Semeniuk (2018), 180 ülke ile ilgili 1950 ve 2014 arasındaki veriyi kullanarak enerji yoğunluğunun büyüme ile ilişkisinin sabit olduğunu bulmuştur. Csereklyei et al. (2016), 99 ülke için, 1970-2011 arasında ilksel enerji tüketimi ile GSMH arasında yalnızca görece ayırıştırma tespit etmiştir.

Wu et al., 2005 ila 2015 arasında üretim-bazlı yaklaşımları kullanarak (enerji tüketiminin gerçekte ne kadar düştüğünü belirtmeyen ayırıştırma göstergeleri kullanmışlardır) ABD, Fransa ve Britanya olmak üzere üç mutlak ayırıştırma örneği ve Almanya olmak üzere bir görece ayırıştırma örneği bulmuşlardır. Wood et al. (2018), 1995-2011 arası için son tüketim ile GSMH arasında görece küresel ayırıştırma bulmuşlardır. Yazarlar çoğunlukla bölgesel düzeyde olmak üzere genellikle görece ayırıştırma örnekleri ile karşılaşmaktadırlar: Ward et al., (2016) Avustralya'da son enerji tüketimi için; Kovacic et al., (2018) 14 AB ülkesinde (1995-2013) enerji tüketimi ve toplam emek saati arasında; Conrad ve Casser (2014) Malta (1995-2012) ve Van Canegham et al. (2010) Belçika sanayisi için (1995-2006).

Fakat, malzemelerde olduğu gibi enerjide de belirli bir bölgede gerçekleşen ayırıştırma başka bir yerdeki bağlanmayı saklamaktadır. Moreau ve Vuille (2018), bu hipotezi, 2000-2014 arası için girdi-çıktı analizini kullanarak İsviçre örneğinde

test etmektedir. Sonuç, arazi bazlı son enerji yoğunluğundaki düşüşün ithal edilen ürünlerin üretiminde kullanılan enerjideki artışla telafi edilmesidir. Bu durum dikkate alındığında enerji yoğunluğu kabaca aynı kalmaktadır. Söz konusu bu çalışmada mutlak hacimler, aradaki fark önemli olsa da, hem arazi bazlı ölçümlerde (+%1: yerel enerji yoğunluğunda gerçekleşen %44 düşüş toplam hacimdeki %45 artışla karşılanmıştır) hem de ayak izi bazlı yaklaşımlarda (+%24,5) artmaktadır. Son 15 yılda Britanya’da enerji tüketiminin ekonomik büyümeden görece olarak ayrıştığı yönündeki sık tekrar edilen iddiayı sorgulayan Hart et al. (2018) enerji yoğunluğunda gerçekleşen iyileşmelerin çoğunun daha iyi verimliliklerden değil başka ülkelerde üretilen ürünlerin Birleşik Krallık’ta tüketilmesinden kaynaklandığını göstermektedir.

İllüzyon yalnızca coğrafi değil aynı zamanda sektördür. 1995 ve 2008 arasında 18 AB ülkesindeki sektörel veriyi inceleyen Naqui ve Zwickl (2017) görece ayırıştırmanın ortalama olarak her sektörde gerçekleştiğini bulsa da, hiçbir ülkenin son enerji kullanımını GSMH’deki büyümeden mutlak olarak ayırıştıramadığını tespit etmektedir.

Son olarak, ayırıştırmanın belirli bir süre boyunca gerçekleşmesi uzun süre boyunca devam edeceği anlamına gelmez. Szlavik ve Szep (2017),

1990-2005 arasında ek Cumhuriyeti, Macaristan, Polonya ve Slovakya'yı analiz ederek, mutlak ayrıklaşmanın gerçekleştiği nadir durumlarda dahi, bunun yalnızca kısa zaman aralıklarında ve yalnızca belirli yerlerde gerçekleştiğini göstermektedir. (rneğin 2011-2014 arasında Polonya'da). Kısa zaman için gerçekleşen bu ayrıklaşma durumları çoğu zaman için daha verimli teknoloji ve pratiklerin sürekli bir biçimde devreye alınması ile değil, ekonomik krizler ve politik yeniden yapılanmalar nedeniyle gerçekleşmektedir.

Su

Ayrıklaştırma su “kullanımının” farklı metriklerinde gözlemlenebilir: Doğal bir kaynaktan (gl ya da nehir gibi) alınan su miktarını ölçen *su çekimi* ve kaynağına geri dönmeyecek ve bu sebeple tekrar kullanılamayacak suyu ifade eden *su tüketimi*.⁸ UNEP'in yakın zamanda yayınladığı “Ekonomik Büyümenin Su Kullanımı ve Kirliliğinden Ayrıklaştırılması” (UNEP, 2015) raporu, arazi bazlı su kullanımı göstergelerini kullanarak,

⁸ Ayrıklaştırma su kullanan farklı ekonomik sektörlerin toplam ve kişi başına kullanımı arasında gözlemlendiği gibi su çekimi ve kirlilik arasında da gözlemlenebilir. Bu konuları etki ayrıklaştırması hakkındaki bir sonraki bölümde tartışacağız.

birçok ülkenin (UN-Water, 2019) ve 1940'lerden başlayarak tüm dünyanın da (UNEP, 2015, syf. 2) su kullanımında görece bir ayrıklaştırma gerçekleştirdiğini söylemektedir. Üretim-bazlı benzer çalışmalar ayrıklaştırmanın 1980'lerden sonra bariz bir şekilde hızlandığını göstermektedir: Üretimin küresel su yoğunluğu 1980 ile 2000 arasında yıllık %1 oranında düşmektedir (Dobbs et al., 2011). Çin bunun en çarpıcı örneğidir. Su tüketimi 1980'lerden beri birkaç on yıldır gerçekleşen iki haneli ekonomik büyümeye rağmen sabit kalmaktadır (Gleick, 2003). Hatta bazı ülkelerde ayrıklaşma mutlak anlamda gerçekleşmektedir. Avustralya bu durumun örneklerindedir: Avustralya'da 2001-2009 arasında GSMH %30 oranında artarken toplam su kullanımı %40 oranında azalmıştır (Smith, 2011).

Bu sayılar ne kadar iyimser gözükse de, su kullanımındaki görece ayrıklaştırma ve verimlilik artışları ekonomik faaliyetlerde gerçekleşen genişleme ile tersine çevrilmektedir ve sonuç su tüketiminde gerçekleşen net artış olmaktadır. Sanayileşmekte olan ülkeler ya da bölgeler tarımsal üretimi düşürerek toplam su kullanımlarını azaltabilirler. Ancak, tarımsal üretimde belirli bir bölgede gerçekleşen düşüş başka bir yerdeki artışı zorunlu kılar ve suyu verimli kullanan sanayileşme dahi sanayideki su kullanımını artırır. Tarımda gerçekleştirilen verimlilikler dahi geri-

tepme etkisi ile bazı durumlarda su kullanımında net artışa sebep olabilir (Lock and Adamson, 2015; Ward and Pulido-Velazquez, 2008).

Dünyanın en büyük eko-şehri ve sürdürülebilir şehirleşmenin dünya çapında bir örneği olarak gösterilen Tianjin (Çin) (Baeumler et al., 2009), su tüketiminde toplamda net artış getiren görece ayrıklaştırmanın mükemmel bir örneğidir. Wang ve Li (2018) tarafından yakın dönemde gerçekleştirilen bir çalışma, şehrin sanayi bazlı su kullanımı ile hızlı ekonomik büyümesinin sıkı bir şekilde bağlı olmaya devam ettiğini ve hatta bunun artmakta olduğunu göstermektedir. 2005-2015 arası kapsayan veriler sanayi bazlı su kullanımının ortalama artışının (+%0,18) GSMH'deki büyümeden (+%15,42) az olduğunu gösterse de ekonomik büyümenin daha hızlı gerçekleştiği dönemler sanayi bazlı su kullanımı ile daha güçlü bir bağın olduğu dönemler olmuştur.

Tıpkı malzemelerde olduğu gibi, toplam tüketimde gerçekleşen artışın verimlilik artışında gerçekleşen artışları iptal ettiğini görmek için küresel tüketime bakmak yeterlidir. Wada ve Bierkens'in (2014) tahminlerine göre, 1960-2010 arasında insanlığın gerçekleştirdiği su tüketimi iki kattan fazla (~%250) artmıştır. Bu artışın çoğu sulama tarımının yaygınlaşmasından kaynaklanmaktadır. Küresel düzeydeki su çekimine baktığımızda Gıda ve Tarım

Organizasyonu'nun (2016) AQASTAT veri tabanı daha az bir artış göstermektedir. 1960'ta yıllık 2500 km³'ten 2016'daki yıllık yaklaşık 7000 km³'e. Avustralya ve Kaliforniya'nın mutlak ayırıklaştırma gözlenen bazı bölgelerinde, artan sayıdaki "antropojenik kuraklık" vakalarının (AghaKouchak et al., 2015; Ashraf et al., 2017) gösterdiği gibi, su tüketimi sürdürülebilir olmayan düzeylerde kalmaya devam etmektedir. Bu durumlar yeterli olmayan ayırıklaştırmanın örnekleri olarak görülmelidir.

Diğer bir gözlem ticarete içkin bulunan su ile ilgilidir. Tıpkı enerji meselesinde olduğu gibi suda da ayırıklaştırmayı inceleyen çoğu çalışma "sanal su" (Allan, 1998) adı verilen şeyi göz önüne almamaktadır. Bu tabir ürünlerde içkin bulunan suyu ifade etmektedir. (Örneğin bir kilo kırmızı et, üretim sürecinin tümü düşünüldüğünde, 15.000 litre su ihtiva etmektedir.) Zengin ülkeler yoğun biçimde su kullanan üretimlerini yurt dışına taşımakta ve böylece su izlerini ve onunla bağlantılı çevresel problemlerini diğer ülkelere ihraç etmektedirler.

"Su ayak izini" dikkate olan çalışmalar (Hoekstra, 2017) su kısıtlığı ile karşı karşıya olan zengin ülkelerin yerel su tüketimlerini sanal su tüketerek azalttığını göstermektedir (Oki et al., 2017). Wand et al. (2016), çeşitli ulusları karşılaştıran bir çalışmada, su tüketimi ile ekonomik büyümenin ayırıklaştığı yüksek ge-

lirli ÷lkelerde bunun ticarete içkin bulunan sanal su akışıyla gerekleştiiğini doğrulamaktadır. Aynı sonuç, küresel sanal su akışını çok bölgele girdi-çıktı analizi ile inceleyen Feng ve Hubacek (2015) tarafından da bulunmuştur. Su ayak izinin dışsallaştırmasını inceleyen başka çalışmalar da benzer sonuçlar bulmuşlardır (Fulton et al., 2014, 2012; Katz, 2008). Su yoğun hizmet, ürün ve enerjilerin ithal edilmesi jeopolitik istikrarsızlık yaratabilir. Küresel su riski ve su adaleti ile ilgilenenler için belirli bir su havzasının başka bir su havzası için feda edilmesi küresel su ayrıklaştırması kavramının ve bu kavramın vadetiklerinin karşıındadır.

2. Etkilerin Ayrıklaştırılması

Sera Gazları

Karbondioksit ile ilgili durum en belirsiz olan meseledir ve ayrıntılı bir tartışmayı gerektirmektedir. Çoğu alışma erken sanayileşmiş ÷lkelerde ve ötesinde görece ayrıklaştırmayı gösteren işaretler bulmaktadır. Örneğın Lanhofer ve Jorgenson'un (2017) 1970-2009 arası için incelediği 79 ÷lke.⁹

⁹ Conrad ve Cassar (2014) Malta için (1995-2012); Jiang ve Li (2017) kısa dönemli bazı periyotlarda ABD için; Marques et al.

Bazı çalışmalar mutlak ayrıklaştırma örneklerine dahi işaret etmektedir. Fakat bunlar genellikle kısa dönemler, yalnızca belirli lokasyonlar ve genellikle üretim-bazlı (arazisel) göstergeler için geçerlidir. Bunlar sevindirici göstergeler olabilirdi, fakat maalesef, salınımlarda gerçekleşen düşüşün büyüklüğü ihmal edilebilir düzeylerde dir. Genel olarak, literatürün incelenmesi göstermektedir ki, CO₂'nin ekonomik büyümeden küresel düzeyde mutlak anlamda ayrıştığına dair bir kanıt bulunmamaktadır.

Ayrıntılara bakmaya Çevresel Kuznets Eğrileri (ÇKE) literatürünü inceleyerek başlayalım. CO₂ emisyonlarının ÇKE'ye uydüğunu gösteren yalnızca bazı tekil çalışmalar mevcuttur (Azam ve Khan, 2016). İncelediğimiz üç meta analiz, 1995-2005 arasında ayrıklaştırma için herhangi bir kanıt bulamamıştır.¹⁰ Li et al. (2007), 1995-2005 arasını içeren 588 gözlemden hiçbirisinde mutlak CO₂ ayrıklaştırması bulamamıştır. Buldukları şey, ÇEK'in

(2018) Avustralya için (1975-2016); Wu et al. (2018) sekiz yüksek gelirli ve orta gelirli ülke için (1965-2015) ve Wood et al. (2018) küresel düzeyde.

¹⁰ ÇEK çalışmalarının metodolojik kalitesi ile ilgili olarak Galeotti et al. (2006) veri setlerinin sonuçlar üzerinde ihmal edilir düzeyde bir etkisi olduğunu göstermektedir. Yine de, ekonometrik anlamdaki yanlış tanımlamalara dikkat etmek gerekir. Itkonen (2012) ve Wagner (2008) yöntemlerin yanlış kullanılmasının

daha yerel sera gazları (SO_2 , NO_x , CO , NO_2 ve SO_x) için gerçekleştiğidir. Fakat bu durum da kişi başına 37,000 \$'dan sonra gerçekleşmektedir. Bu, 2000 yılındaki ortalama kişi başına GSMH'den yedi kat fazladır ve küresel ısınmayı $1,5^\circ\text{C}$ 'nin altında tutma hedefiyle kesinlikle uyumsuzdur. Koirala et al. (2011), yaptıkları meta analizde, 103 çalışmadan 900 gözlemi incelemekte ve karbon ÇEK'i ile ilgili hiçbir kanıt bulamamaktadırlar. Mardani et al. (2019) tarafından gerçekleştirilen en yeni literatür incelemesi aynı yöne işaret etmektedir. 1995-2017 arasını kapsayan 175 çalışmayı inceledikten sonra şu sonuca varmaktadırlar: "Ayrıklaştırma mutlak anlamda birkaç ülkede gerçekleşmesine rağmen, gelişmiş ülkelerdeki ana eğilim, emisyonların ya artmaya devam etmesi ya da yüksek seviyelerde stabilize olmasıdır. ÇEK'in CO_2 emisyon yoğunlukları açısından geçerli olduğunu gösteren herhangi bir ampirik kanıt olduğu iddia edilemez."

Mutlak ayrıklaştırma yalnızca yapılan gözlemin boyutunun sınırlandırılması ile gözlenmektedir. Yani ya yapılan çalışmanın zaman aralığının ya da coğrafi çapının daraltılması ile. Örneğin Chen et al. (2018), 30 OECD ülkesinin 2001-2015 arasındaki

ön yargılara ve bu sebeple de hatalı sonuçlara sebep olduğunu tespit etmektedir. Benzer eleştiriler Stern (2004) tarafından da formüle edilmiştir.

toplam emisyonlarını incelemiştir. Buldukları şey GSMH'nin bu dönem boyunca %70,6 oranında artması, CO₂ salınımlarının ise % 3,8 oranında azalmasıdır. Bu düşüşün büyük miktarı 2010-2015 arasında gerçekleşmiştir. Avrupa Çevre Ajansı, 1990-2017 arasında karbon emisyonlarında % 22 mutlak düşüş gerçekleştiğini söylemektedir. Bu, ortalama olarak, yılda 49 MtCO₂'ye tekabül etmektedir (EEA, 2018). Madaleno ve Moutinho (2018), 15 AB ülkesi için arazi bazlı emisyonlarda geçici mutlak ayırıklaştırmanın kanıtlarını bulmuşlardır. Fakat bu, yalnızca, 1996-1999 arası için geçerlidir. (Çalışmanın incelediği toplam zaman dilimi 1995-2014 arasındadır). Benzer şekilde, Roinioti ve Koroneos (2017), geçici mutlak ayırıklaştırmanın iki örneğini bulmuşlardır. Bunlar, bir ve iki yıl olmak üzere 2003-2013 arasında Yunanistan'da yaşanmıştır. Cansino ve Moreno (2018), Şili'de mutlak ayırıklaştırmanın bir örneğini bulmuşlardır; fakat bu yalnızca çalıştıkları belirli bir periyot (1991-2013) için geçerlidir.

Mutlak ayırıklaştırma örnekleri ile karşılaşmak coğrafi olarak kısıtlı bölgelere bakarak ve bölgelerin dünyanın kalanı ile olan ticaret bağlarını görmezden gelerek daha olasıdır. Belçika'daki endüstrinin eko-verimlilik göstergelerine odaklanan Van Caneghem et al. (2010), 1995-2006 arasında mutlak ay-

rıklaştırmannn gözleendiğini bildirmektedir. Azam ve Khan'ın (2016) gerçekleştirdiğı çalışma, 1975-2014 arası için üretim-bazlı zaman serisi verilerini kullanarak Tanzanya ve Guatemala'da GSMH ile arazi bazlı emisyonlar arasında mutlak bir ayrıklaşma olduğunu ifade etmektedirler. Lean ve Smyth (2010), Singapur için üretim bazlı ölçüleri kullanarak 1990 ve 2006 arasını kapsayan yeni kanıtlar sunmaktadırlar.

Bu sonuçlar ile alakalı dört gözlemede bulunabiliriz. İlk olarak, mutlak ayrıklaştırma olsa da bu, oldukça küçük seviyelerde olmaktadır. Örneğın, 14 yıl için % 3,8 (Chen et al., 2018) oldukça düşük bir performanstır. Bu, bileşik olarak yıllık % 0,28'lik bir azalışa tekabül etmektedir ve IPCC'nin (2018) 1,5°C'lik hedefine ulaşmak için gerekli olan yıllık % 5,2'lik düşüşten 18 kat daha yavaştır. 2007-2015 arası için Uluslararası Enerji Ajansı'nın emisyonlarda açıkladığı % 8'lik düşüş, yıllık bazda yalnızca %1'e tekabül etmektedir (IEA, 2016): UEA'nın AB için bildirdiğı ayrıklaşmanın 2050 için konulan %95 azalış hedefine ulaşması için 5 kat artması gerekmektedir. Başka benzer umut kırıcı mutlak ayrıklaşma oranları 1960-2015 yılları arasında Belçika, Danimarka, Fransa ve Birleşik Krallık için Pilatowska ve Wlodarczyk (2018) tarafından bildirilmektedir. Gerçekleştirdikleri

karşılaştırmalı çalışmada en yüksek oran Danimarka için bulunmuştur. GSMH’da gerçekleşen % 1,6’lık büyümeye karşılık emisyonlarda % 1,8’lik düşüş. Bu veri cesaret verici gözükebilir, fakat IPCC’nin (2018) de söylediği gibi küresel ısınmayı 1,5°C ile sınırlandırmak için bunun 3 kat daha hızlı ve aynı anda her ülkede gerçekleşmesi gerekmektedir. Tüm bunlar çabaların hızlandırılması gerektiğini göstermektedir. Fakat çalışmalar bunun tersi yöndeki bir eğilimi göstermektedir: Yüksek gelir düzeylerine sahip ülkelerdeki ayırıklaştırma hızı kolay uygulanabilir önlemlerin tükenmesiyle düşmektedir (Foster et al., 2012). UEA’nın 2018’de gerçekleştirdiği mevcut politika etki projeksiyonları da bu durumu doğrulamaktadır.

İkinci olarak, ayırıklaşma belirli bir zaman dilimi boyunca gözlenirse dahi, yapılan çalışmanın zaman aralığı uzatıldığında genellikle ortadan kalkmaktadır. Wand et al. (2018), ABD’de enerji bağlantılı CO₂ emisyonlarının artan GSMH ile birlikte düştüğü birkaç periyot gözlemlemiştir: - %1,75 (2000-2001), - %1,61 (2005-2006) ve - %2 ila - % 3,31 (2010-2012). Çalışma yalnızca bu zaman aralıklarına bakmış olsaydı açık bir mutlak ayırıklaşmadan bahsedilebilirdi. Fakat daha uzun bir zaman aralığında bakıldığında (çalışmada yapıldığı gibi 2000-2014 arası) emisyonların düşüşü mutlak olmaya de-

vam etmektedir, fakat düşüş hızı yılda ortalama yalnızca %0,006'dır. Bu, IPCC tavsiyelerine kıyasla 833 kat daha yavaştır. Üstelik düşüşün önemli bir sebebi kömürden gaz tüketimine geçilmesidir. Bu, ABD'de kaya petrolü ve gazında gerçekleşen geçici patlamanın mümkün kıldığı, bir kereliğine gerçekleşen ve süreklilik arz etmeyecek bir durumdur.

Üçüncü olarak, bu çalışmaların çoğu üretim-bazlı ölçülere dayanmaktadır. Buna karşılık tüketim-bazlı perspektifi baz alan çalışmalar oldukça farklı sonuçlar bulmaktadır. Avrupa Komisyonu tarafından ortaya konan en yeni uzun dönemli iklim stratejisi Avrupa'nın geçen on yıllarda sera gazı emisyonlarını başarılı bir şekilde ekonomik büyümeden ayırıklaştırdığını söylemektedir (Avrupa Komisyonu, 2018).¹¹ Ancak bu yalnızca arazi-bazlı emisyonları dikkate almaktadır ve uluslararası ticarete için bulunan tüketim-bazlı emisyonları dikkate almamaktadır. Van de Lindt et al. (2017)'ye göre arazi-bazlı emisyonlar 1990-2010 arasında %13 azalmıştır, fakat karbon ayak izi aynı dönemde % 8 artmıştır.

Benzer şekilde, Jiborn et al. (2018), İsveç ve Birleşik Krallık'ın 1995-2009 arasında, karbon

¹¹ Sürdürülebilir Gelişme Hedefleri üzerine Avrupa Komisyonu çalışması (European Parliament, 2019) uzun dönemli stratejilerin analizi kapsamında tüketim-bazlı mutlak ayırıklaştırma-

sızıntısı da dikkate alındığında, mutlak ayrıklaştırma listesinden çıktığını göstermektedir. (Hardt et al., 2018'in bulduğu sonuçlara da bakınız.) Kalan şey yalnızca görece ayrıklaştırma olmaktadır: GSMH'deki artış (Birleşik Krallık için senede %2,9 ve İsveç için %1,3) emisyonlardaki daha küçük bir artış –ancak sonuçta yine de bir artış ile gerçekleşmektedir. (Birleşik Krallık için yılda %1,8 ve İsveç'te %1,3). Cohen et al. (2018), Birleşik Krallık ve Fransa için (1990-2014) aynı sonuçlara ulaşmaktadır. Tüketim-bazlı sera gazı emisyonları ayak izleri bazında değerlendirildiğinde mutlak ayrıklaştırma ortadan kalkmaktadır. (Almanya, otomotiv endüstrisi kaynaklı yüksek emisyon ihracatı sebebiyle bir istisnadır). Aynı şey Singapur için de geçerlidir. Schulz (2010), Lean ve Smyht'in (2010) bulduğu sonuçları karşılaştırarak, ticaret ile bağlantılı dolaylı emisyonlar düşünüldüğünde ayrıklaşmanın yalnızca görece olduğunu göstermektedir.

Yalnızca görece ayrıklaştırma bazında dahi fark önemlidir. Cohen et al. (2018), arazi bazlı yöntem kullanıldığında görece ayrıklaşmanın gerçekleştiği 12 ülke tespit etmektedir (Brezilya, Meksika,

dan bahsetmektedir (European Commission, 2018). Buna rağmen, söz konusu dökümanların ikisinde de herhangi bir destekleyici kanıt bulamadık.

Türkiye, Güney Kore, Güney Afrika, Endonezya, Hindistan, Çin, Kanada, Japonya, Avustralya ve ABD). Fakat sera gazlarının oluşturduğu ayak izi bazında bakıldığında bu ülkelerin sayısı Birleşik Krallık ve Fransa olmak üzere ikiye düşmektedir. Storm ve Schröder (2018), 61 OECD ülkesinin 1995-2011 arasındaki verilerini karbon Kuznets eğrileri bulmak üzere incelemektedir. Üretim-bazlı CO₂ emisyonlarında ayrıklaşma gibi görünen şey (kişi başına yıllık 56,000 \$ gelir seviyesinde bir dönüm noktası olmaktadır) ihraç edilen karbon dikkate alındığında ortadan kalkmaktadır. (Dönüm noktası 93,000 \$ olmaktadır, ki bu oluşturdukları örneklemin dışındadır.)

Son olarak, 2007-2008 Küresel Finansal Krizi'nin ve onu takip eden Eurozone Krizi'nin ekonomik faaliyet ve dolayısıyla emisyonlar üzerindeki etkisini dikkate almalıyız. Emisyonların kriz sürecinde hızlı bir şekilde düşmesi sürpriz değildir. Farklı değişkenlerin CO₂ emisyonları üzerindeki etkilerini inceleyen çoğu çalışma (enerji tüketimi, enerji yoğunluğu, karbon yoğunluğu, GSMH) GSMH'nin karbon emisyonlarını etkileyen en güçlü faktör olduğunu göstermektedir (Cansino and Moreno, 2018; Chen et al., 2018; Jiang et al., 2016; Madaleno and Moutinho, 2018; Roinioti ve Koroneos, 2017). Hatta 175 çalışmayı inceleyen Mardani et al., (2019) GSMH ve CO₂ emis-

yonları arasında iki yönlü bir bağlanmadan söz etmektedir. Ekonomik bir resesyon, etkileri kısa vadede düşürse dahi, (Declercq et al., 2011; Feng et al., 2015; Roinioti ve Koroneos, 2017) bu durum yeşil büyümenin savunucuları için ayrıklaşma açısından bir başarı olarak görülemez.

Son olarak, medyada geniş yer bulan spesifik bir ayrıklaşma çalışmasını inceleyelim. World Resource Institute (WRI), 2016 yılında sitesinde bir rapor yayınladı: “The Roads to Decoupling: 21 Countries Are Reducing Carbon Emissions While Growing GDP” (Aden, 2016). Bu rapor 21 ülke için 2000-2014 arasında GSMH’nin arazi-bazlı sera gazı emisyonlarından mutlak bir şekilde ayrıklaştığının kanıtlarını sunmaktadır. Bu sonuçları resmedildiği şekilde kabul etsek dahi, emisyonlardaki düşüş oldukça düşük kalmaktadır. Tahminlere göre emisyonlardaki ayrıklaşmanın en hızlı gerçekleştiği ülke, bu süre zarfında %30’luk düşüş kaydeden Danimarka olmuştur. %30 yüksek bir oran gibi gözükabilir, fakat yalnızca yıllık %2,5’lik düşüşün kümülatif sonucudur ve IPCC’nin önerdiği değer yarısına tekabül etmektedir. 21 ülke için 14 yılda gerçekleşen ortalama düşüş %15’tir. (Yıllık %1,15. IPCC (2018)’in koyduğu %5’lik azalış hedefinden dört kat daha azdır.)

Bu sayı ayak izi bazlı emisyonlar dikkate alındığında çok daha düşük seviyelere inmektedir. Evans ve Yeo (2016), tüketim-bazlı göstergeler ile aynı hesaplamayı tekrar yapmaktadır. Bu durumda üç ülke (Slovakya, İsviçre ve Ukrayna) listeden çıkmaktadır. Danimarka'nın emisyon azaltma çabaları %30'dan %12'ye düşmektedir. 20 ülke için arazi-bazlı ayrıklaştırma söz konusu dönem için toplamda %15,75 olurken, ayak izi bazında (Özbekistan için ayak izi verisi bulunmadığından hesaplamaya dahil edilmiştir) bu sayı yalnızca %7,46'dır. Yani 14 yılda 706,7 MtCO₂ tasarruf edilmiştir. Bu, toplamda senelik %0,55 emisyon düşüşüne denk gelmektedir. Unutmayalım ki bu ülkeler, salınımların azaltılması konusunda en başarılı ülkelerdir ve dünyanın geri kalanı artan GSMH ve artan emisyonlar yolunda ilerlemeye devam etmektedir.

Ayak izi bazlı emisyon hesaplamaları oldukça yeni ve karmaşık bir süreç olduğu için bu sayıların dikkatli bir şekilde okunması gerekir (Sato, 2014). Elde olmayan veriler ve mevcut modellerin karmaşıklık seviyesi dikkate alındığında emisyonların gerçekte olduğundan daha az hesaplanması olasıdır. Örneğin, havacılık ve gemi taşımacılığı sebepli oluşan emisyonlar sistematik bir şekilde ulusal hesapların dışında tutulmaktadır. 28 AB ülkesinde ve İzlanda, Norveç, İsviçre'de, yalnızca havacılık

kaynaklı CO₂ emisyonları, 2014 yılı için 151 Mt olarak tahmin edilmiştir. Bu emisyonlar 2000 yılından beri yalnızca % 5 artmıştır. Ancak bu alanda 2035 yılına kadar gerçekleşecek artışın %45 olması beklenmektedir (EASA – EEA – EUROCONTROL, 2016). Yıllık 150 Mt emisyonun 2000-2014 arasında 2100 MtCO₂'ye tekabül ettiğini varsayarsak, bu, Evans ve Yeo'nun (2016) World Resource Institute (Aden, 2016) çalışmasına dayanarak hesapladığı mutlak ayrıklaşma ile tasarruf edilen emisyonun üç katına tekabül etmektedir.

Toprak

Toprak ölçümlerini çevresel değişkenler olarak alıp ayrıklaşma hipotezini test eden çok az ampirik çalışma bulunmaktadır. Yine de, artan gelirler ile birlikte kişi başına düşen yaşam alanının ve böylece kullanıma sokulan toprağın yüz ölçümünün arttığını gösteren kanıtlar literatürde bolca bulunmaktadır. Bu bölüm, GSMH ile toprak kullanımı arasındaki genel ilişkiye odaklanmaktadır.

Toprak kullanımını ifade etmek için literatürde farklı tanımlar kullanılmaktadır. Weinzettel et al. (2013, p. 433), bunu, “son tüketime kadar toprak ve okyanus alanının uluslararası tedarik zincirleri tarafından kullanılması” olarak tanımlamaktadır. Model-

lerine “tarım, gıda ve orman ürünlerini” dahil etmektedirler ve kişi başına toprak kullanımı (gha/capita) veya küresel toplam ayak izinin bir kısmı (%5) olarak ölçmektedirler. Bir diğer ölçü İnsanın El Koyduğu Net İlksel Üretim’dir (*HANPP – Human Appropriation of Net Primary Production.*) Net ilksel üretim bitkilerin yıllık ürettiği net karbon miktarıdır. İnsanın el koymasından kasıt ise hasat edilen biyokütlenin miktarı ve toprak kullanımının insan kaynaklı değişimidir (Krausmann et al., 2013). Diğer ölçüler, örneğin, ekolojik ayak izidir (Bagliani et al., 2008; Borucke et al., 2013; Caviglia-Harris et al., 2009). Diğer çalışmalar ekili alanlar (Sandström et al., 2017; Tilman et al., 2011) ya da ormanlar (Kumar and Aggarwal, 2003) gibi tekil değişkenlere atıf yapmaktadırlar.

Mevcut literatür, ekonomik faaliyetin toprak kullanımından mutlak bir şekilde ayrıklaştığına dair hiçbir kanıt sunmamaktadır. Söz konusu olan yalnızca görece ayrıklaşmadır. Conrad ve Casser (2014), 1995 ve 2012 arasında Malta’da GSMH’nin büyümesi ile etkilenen toprak alanı arasında görece bir ayrıklaşma bulmaktadır. Küresel anlamda, ekolojik ayak izi ekonomik büyüme ile birlikte artmaktadır ve ayrıklaşmaya dair herhangi bir kanıt yoktur (Bagliani et al., 2008; Caviglia-Harris et al., 2009). Krausmann et al. (2013), insan

nüfusu dört kat artarken ve ekonomik çıktı 17 kat artarken, küresel anlamda İnsanın El Koyduğu Net İksel Üretim'in 1960 ila 2005 arasındaki önemli verimlilik artışı sayesinde yalnızca iki kat arttığını söylemektedir. Farklı ölçüler ve bölgeler için bu görece eğilimler başka çalışmalar tarafından da desteklenmektedir (Conrad and Casser, 2014; Kastner et al., 2014; Tilman et al., 2011; Weinzettel et al., 2013). Fakat mutlak ayırıklaşmaya dair herhangi bir kanıt yoktur.¹² Ekili alanları örnek olarak inceleyelim. Küresel düzeyde gıda üretimi için kullanılan ekili alan 1963-2005 arasında %32 artmıştır (Kastner et al., 2014). Bu artışın büyük kısmı hayvansal kaloriye olan talebin artmasından kaynaklanmaktadır. Hayvansal kaloriye olan talep ise kişi başına gelir ile yakından bağlantılıdır (Tilman et al., 2011). Weinzettel et al. (2013)'e göre gelirden gerçekleşen her iki kat artış toprak ayak izini % 35 artırmaktadır.

¹² Ülkelerin ekolojik ayak izlerine ve sahip oldukları biyokapasiteye daha yakından bakmak Finlandiya örneğinde ilginç bir durumu ortaya çıkarmaktadır. Finlandiya'da ekolojik ayak izi 2002-2005 arasında %6,5 oranında düşerken aynı dönemde GSMH %9,5 oranında artmıştır ve aynı zamanda Finlandiya ekonomisi, elde olan biyokapasitenin sınırları içerisinde kalmaya devam etmiştir (Mattila, 2012). Fakat bu yalnızca, Mattila'nın da gösterdiği gibi, yanlış hesaplama yüzünden böyle gözükmektedir.

Gelir yalnızca toprak kullanımı ile bağlantılı değildir, toprağın net yer değiştirmesi ile de bağlantılıdır. Bu sebeple ayak izi göstergeleri ekonomik faaliyet ile toprak kullanımı arasındaki ilişkiyi anlamakta oldukça önemlidir. Ticaret dikkate alındığında yüksek gelirli ülkeler düşük gelirli ülkelere göre biyolojik açıdan daha üretken toprakları kullanmaktadırlar (Weinzettel et al., 2013). AB'nin toprak ayak izi kişi başına 2,5 global hektar (gha) iken, küresel ortalama 1,2 gha'dır; toplam biyokapasite ise 1,8 gha'dır. Kişi başına gelirin her 10,000 \$ artışında, kişi başına 0,1 ila 0,4 gha toprak tüketici ülkenin sınırları dışında yer değiştirmektedir (Weinzettel vd, 2013). Bu sonuç başka çalışmalar tarafından da doğrulanmaktadır (Kastner et al., 2014; Yu et al., 2013). Toplam toprağın %60'ı ihracat için kullanılırken (Weinzettel et al., 2013), yüksek gelirli ülkeler en fazla net ithalat yapan ülkelerdir. Örneğin ABD'deki tüketim için yapılan toprak kullanımının %33'ü başka ülkelerde gerçekleşmektedir—bu oran AB için %50'den fazla ve Japonya için %92 olup, ABD'deki orandan çok daha fazladır (Yu et al., 2013). Ortalama her AB yurttaşı 2004'te 2,53 gha kullanıma sebep olmuşken, küresel ortalama 1,23 gha'dır (Steven-Olsen et al., 2012).

Tarımsal üretimin uluslararası ticaret üzerinden çevresel baskılar ve toprağın yer değiştirmesi ile bağlanması, ekolojik maliyetlerin de yer değiştirmesi anlamına gelir (Lambin and Meyfroidt, 2011; Tukker et al., 2106; Weinzettel et al., 2013; Yu et al., 2013). AB'nin mahsul ve hayvan ithalatı, 1990-2008 arasında gerçekleşen küresel ormansızlaşmanın önemli bir sebebidir. Örneğin Finlandiya'nın biyoçeşitliliğe olan etkisinin %90'ı yaptığı ithalat üzerinden başka yerlerde gerçekleşmektedir (Sandström et al., 2017). Toprak kullanımı ile bağlantılı değişimlerin sera gazı emisyonlarını artıracakı beklenmektedir. Ki emisyonların dörtte biri toprak kullanımı ve toprak kullanımındaki değişimlerden kaynaklanmaktadır (Tilman et al., 2011). Schreinemachers ve Tipraqsa (2012)'ye göre kimyasal tarım ilaçlarının kullanımı ülkelerin yüksek gelir düzeylerine ulaşması ile azalmamaktadır ve tarımsal üretimin rekoltesi ile yakından bağlantılı olmaya devam etmektedir. Bunun anlamı, ekonomik faaliyet ile toprak kullanımı arasındaki ilişkinin biyoçeşitlilik kaybı, su kıtlığı, iklim değişikliği ve enerji tüketimi ile de bağlantılı olduğudur.

Su Kirliliğine Sebep Olan Maddeler

Yukarıda bahsedilen UNEP raporu, su kirliliğini açık bir şekilde dikkate almayan su ayrıklaştırması araştırmalarına dayanmaktadır (UNEP, 2015, p.2). Sanayi ve tarım üretimi kaynaklı su kirliliğini azaltmak konusunda büyük ilerlemeler kaydedilmesine rağmen su kirliliği, bu kirliliğin yoğunlaştığı küresel noktaların artmasına sebep olan küresel bir sorun olmaya devam etmektedir (Strokal et al., 2019). Küresel su kirliliğinin büyük bir kısmı, sanayi ve tarım üretiminin bölgesel ve küresel ticaret için üretilmesinden kaynaklanmaktadır (Liu et al., 2017; Mekonnen and Hoekstra, 2016; Vörösmarty et al., 2015; Zhao et al., 2016, 2015).

Çekilen su ile tüketilen su arasındaki farkı ifade eden geri akım kavramı su kirliliğini anlamak için oldukça önemlidir. Geri akım, suya bağlı üretimin oluşturduğu kirliliğin yoğunlaşmasına sebep olur. Geri akımın temizlenmesi daha temiz üretim teknolojilerinin kullanılması ile gerçekleştirilebilir. Bu teknolojilerin geliştirilmesini motive eden şey çevre regülasyonlarının oluşturulması ve uygulanmasıdır. Bu teknolojiler yüksek maliyetlere sahiptir. Bu da, üretimin su kirliliği ile ilgili çevre regülasyonlarının olmadığı ya da bu regülasyonların daha yumuşak uygulandığı alanlara yönelmesine sebep olabilir.

Schwerzenbach et al. (2010)'un insan sağlığı ve küresel su kirliliğini incelediği çalışmasında belirttiği gibi, gelişmekte olan ülkelerdeki ucuz üretim, yüksek seviyelerdeki su kirliliği ile bağlantılı olmaya devam etmektedir. Zehirli ya da su yoğun üretim başka ülkelere kaydırılması, ekonomik büyümenin yerel, bölgesel ya da ulusal bazda su kalitesinden ayrıklaşmasına sebep olabilir; ancak küresel düzeyde su kalitesi ile ilgili problemler aynı kalmaya hatta bazı durumlarda kötüleşmeye devam etmektedir (van Vliet et al., 2017).

Tarımsal retim için gerekli iki temel makro besin olan nitrojen ve fosforun sularda birikmesi su eko-sistemlerinde ötrofikasyona ve l bölgelerin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Bu l bölgeler 60'lı yıllardan beri üstel bir hızda yayılmaktadır (Diaz and Rosenberg, 2008). Nitrojen atmosfere de salınmaktadır ve buradaki reaktif formunun sera gazı etkisi karbondioksitten daha fazladır. Nitrojen ve fosfor gübrelerinin ekili alan başına kullanım miktarı 1961 yılından beri sırasıyla 8 ve 3 kat artmıştır (Lu and Tian, 2017). Lu ve Tian (2017)'ye göre gübre oranı 1961-2013 arasındaki her on yılda 0,8g N/g P artmıştır. Bu durumun iklim değişikliği, su kalitesi ve eko-sistemleri, gıda güvenliği ve geniş anlamda tarım eko-sistemleri üzerinde insan kaynaklı etkileri olmaktadır. Üstelik,

sunu gübre talebinin yakın dönemli eğilimi nitrojen gbrelerine yönelik talebin zengin ülkelerde dahi (Kuzey Amerika ve Avrupa) artmakta olduğunu göstermektedir. (FAO, 2017).

Nitrojen ve fosforun küresel çaptaki biyokimyasal akışları gezegensel sınırları aşmıştır (Steffen et al., 2015). Bu sonuç, oldukça yaygın hale gelmiş bulunan yüksek girdili tarım ve entansif hayvancılıktan kaynaklanmaktadır. Bunlar atmosferik nitrojen kirlenmesine, kıyı şeridinin trofikasyonuna ve l bölgelerin oluşmasına sebep olmaktadır (Bouwman et al., 2013). Tarım kaynaklı besin atıkları (gübre vb.) yer altı ve yer üstü su kaynaklarının kirlenmesinin en önemli faktörüdür. şehir kaynaklı kirlilikten çok daha büyük etkilere sahiptir (Billen et al., 2013). Hayvansal retim sebebiyle tarımdaki nitrojen ve fosfor evrimlerinin değişmesini inceleyen bir çalışma, 1900-2050 yılları arasında antropojenik nitrojen ve fosfor girdisinin sanayi öncesi dönemden beri beş kat arttığını söylemekte ve 2050 yılına kadar nitrojenin %20 ve fosforun da %50'den fazla artacağını öngörmektedir (Bouwman et al., 2013).

Biyoeçitliliğin Kaybı

Biyoeçitliliğin ölçülmesi zordur.¹³ Fakat biyoeçitlilik ile ilgili ne bireysel ne de toplumsal göstergelerde önemli iyileşmeler gözlenmektedir. Bazı göstergelerin tümünde eğilim artış yönündedir ve hiç birisinde anlamlı bir gerileme yoktur (Butchart et al., 2012). IPBES'in 2019 tarihle son raporu, biyoeçitlilik kaybına sebep olan tüm faktörlerin artmaya devam ettiğini, biyoeçitlilikteki tehlikeli düşüşün daha önce görülmemiş nitelikte olduğunu, türlerin yok olma oranının artmaya devam ettiğini ve mevcut küresel önlemlerin yetersiz olduğunu

¹³ Vackar et al. (2012), insan etkisinin biyoeçitlilik üzerindeki etkilerini gösteren farklı göstergelerin kapsamlı bir incelemesini sunmaktadır. Bunlardan en bilineni, türlerin bolluğundaki ve dağılımındaki değişimi gösteren Yaşayan Gezegen Endeksi'dir (*Living Planet Index*). Diğer göstergeler şunlardır: Yok olma riskindeki değişimleri ölçen Kırmızı Liste Endeksi (*Red List Index*) (IUCN tarafından derlenir), deniz biyoeçitliliğinde uzmanlaşan Deniz Trofik Endeksi (*Marine Trophic Index*), eko-sistem niteliği ve niceliğindeki değişimlerden oluşan Doğal Sermaye Endeksi (*Natural Capital Index*), tür zenginliğini ve nüfus bolluğunu ölçen Biyoeçitlilik Sağlamlık Endeksi (*Biodiversity Intactness Index*) ve eko-sistemleri çeşitli insan etkilerini referans ile karşılaştırmalı bir şekilde değerlendiren Biotik Bütünlük Endeksi (*Index of Biotic Integrity*) (Vackar et al., 2012). Bir diğer gösterge düzenli bir şekilde güncellenmeyen Ulusal Biyoeçitlilik Risk Değerlendirme Endeksidir (*National Biodiversity Risk Assessment Index*) (Reyers et al., 2018).

göstermiştir. Aynı şekilde, AB'nin 2030 eko-sistem koşulları projeksiyonu ve FAO, tür çeşitliliğindeki endişe verici düşüşten bahsetmektedir (EEA, 2018; FAO, 2019; p. 445). Ceballos et al. (2015) mevcut yok oluş oranlarını MS. 1500'den beri gerçekleşen arka plan oranlarla kıyaslayarak, günümüzdeki oranların doğal ortalamasının oldukça üzerinde olduğunu söylemekte ve kapımıza dayanmış bulunan altınca kitlesel yok oluştan bahsetmektedir (ayrıca bakınız: Barnosky et al., 2011).

Biyçeşitlilik ve ekonomik büyüme arasındaki EKC ilişkisi ile ilgili ampirik literatür oldukça dardır, ancak sonuçlar tutarlıdır. Bu konudaki ilk meta-analiz, 25 çalışma ve ormansızlaşmayı da içeren 11 çevresel göstereyi kapsayan 121 gözlem toplanarak yapılmıştır (Cavlovic et al., 2000). Çalışma, EKC ilişkilerini analiz etmiş ve gelir düzeyinin oluşturduğu varsayımsal dönüm noktalarını farklı modeller kullanarak tahmin etmiştir. Ormansızlaşma, biyçeşitlilik kaybının bir göstergesi olarak kullanılmıştır¹⁴ ve tahmin edilen gelir dönüm noktası, 1999 fiyatlarıyla, 5.000-20.000 \$ arasındadır.

¹⁴ Verilerden çıkarım yaparken ve onları yorumlarken dikkatli olmak gerekir. Örneğin, kişi başına düşen gelir devlet koruması altında olan alanların genişliği ile doğru orantılı gibi gözükmür, ancak bu yalnızca çeşitli sosyo-ekonomik göstergeler (top-

Koirala et al. (2011) yaptıkları meta-analiz için 103 çalışmadan 900'e yakın gözlemi kullanmış ve çevre ile ilgili göstergeleri 12 farklı değişkene ayırmıştır. Ne ormansızlaşma ne de habitat bozulması ile ilgili herhangi bir EKC gözlemlenmemişlerdir. Dietz ve Adger (2003), ormansızlaşma ve tür zenginliği için herhangi bir EKC bulamamıştır. Bu sonuç, Mills ve Waite (2009) tarafından doğrulanmıştır. Asafu-Adjaye (2003)'ün argümanı daha güçlüdür ve ekonomik büyüme ile tür çeşitliliği arasında ters bir orantı bulmuştur. Bu sonuç, Raymond (2004)'ün 142 ül-

lumsal, ekonomik, kültürel ve doğal) ile birlikte böyledir, tek başına değil (Dietz and Adger, 2003). Bununla birlikte, koruma altındaki bölgeler biyoçeşitliliğin daha iyi korunmasını garanti altına almaz (Bruner et al., 2001). EKC eğrileri bulan daha önceki bazı çalışmalarda (Bhattarai and Hammig, 2001) problem, biyoçeşitliliğin nasıl tanımlandığı ile ilgili olabilir. Ağaç plantasyonları yolu ile bir yerin tekrar ormanlaştırılması, el değmemiş yağmur ormanlarının orada yaşayan türler ile birlikte ortadan kalkmasını telafi edemez. Bununla birlikte, McPherson & Nieswiadomy (2005) tehdit altında olan kuş ve memeli türleri ile ilgili bir EKC eğrisi bulmuşlardır (113 ülke için 2000 yılındaki IUCN verisini kullanmışlardır). Buna göre, kişi başına 10.000 – 15.000 \$ seviyesi bir dönüm noktası olmakta ve bu noktadan sonra tehdit altındaki türlerin yüzdesi düşmektedir. Ancak IUCN verisi ile ilgili problem şudur ki, tehlike altındaki türlerin ya da ormansızlaşmanın oranı, geçmişte çok fazla yok oluş ve ormansızlaşma tecrübe eden ülkelerde zaten az olacaktır (McPherson and Nieswiadomy, 2005). Bu sebeple, türlerin sayısı yerine yüzde değerini kullanmak gibi veri setinde bazı düzeltmeler yapmışlardır.

keyi kapsayan çalışması ile doğrulanmıştır. Mozumder et al. (2006), EKC hipotezini gelir ve biyoçeşitlilik riski açısından reddetmektedir. Aynı modeli kullanan Tevie et al. (2011), 48 Amerikan eyaletini kapsayan çalışmalarında aynı sonuca varmaktadır. Naidoo & Adamowicz (2001), 100 ülkeyi kapsayan veriyi kullanarak, tehlikede olan türlerin sayısı ile kişi başına düşen gelirdeki artış arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Türleri yedi taksonomik gruba ayırmışlar (bitkiler, memeliler, kuşlar, amfibiler, sürüngenler, balıklar, omurgasızlar) ve sadece kuşlar için mutlak ayrıklaşmayı destekleyen veri bulmuşlardır. Bitkiler, amfibiler, sürüngenler ve omurgasızlar için durum tam tersidir. Tehlikede olan tür sayıları GSMH'nin artışı ile artmaktadır.

İkinci Bölümün Sonuçları

Mevcut çalışmanın ışığında güvenli bir şekilde söyleyebiliriz ki, bu raporun birinci bölümünde gerekli olarak tanımlanan (çevresel baskıların –hem kaynak hem de etkiler bazında– mutlak, küresel, sürekli ve yeterince hızlı ve kapsamlı olarak ekonomik büyümeden ayrıklaştırılması) ayrıklaşma türünde bir ayrıklaşmanın var olduğunu gösteren ampirik bir kanıt bulunmamaktadır. Sonuç olarak, güçlü bir

kanıt arayışımız başarısız olmuştur. Bulabildiğimiz bir avuç kanıt, metodolojik açıdan tuhaf istisnalardır ve çoğunlukla görece ayrıklaşmaya işaret etmektedirler. Mutlak ayrıklaşma gösterenler ise çoğunlukla geçici bir zaman için ve dar bir bölge ile sınırlı, yalnızca arazi bazlı göstergelere dayanan (yani alan anlamında tutarsız) veya spesifik bir takım yerel kısa vadeli kirleticiler ile alakalı örneklerdir. Tüm örneklerde çevresel baskılardaki azalma çevre ile ilgili mevcut hedeflerin gerisinde kalmaktadır. Bu kadar kapsamlı bir araştırmadan sonra, yeşil büyüme savunucularının övdüğü tarzda bir ayrıklaşmanın istatistiksel bir hayal olduğu gönül rahatlığı ile söylenebilir.

Yeşil büyüme stratejsinin başarısı hiçbir yerde gözükmemesine rağmen, ampirik kanıtın yokluğu ayrıklaştırma hipotezinin tamamen terk edilmesini meşru çıkarmaz. Ekonomik faaliyet ve çevresel baskıların uygun bir şekilde ayrıklaşması, kaynak üretkenliğinin GSMH'den tüm dünya çapında, sürekli bir şekilde ve yeteri kadar fazla artması halinde teorik olarak mümkündür. Bazıları bunun, emisyon ticaret sistemlerinin coğrafi büyüklüğünün artırılması (Stiglitz et al., 2017), fosil yakıtlara verilen sübvansiyonların devreden çıkarılması (Schwanitz et al., 2014), yatırımların sürdürülebilir altyapıya yönlendirilmesi (Guivarch and Hallegate, 2011) ve

bir dizi diğer ayrıklaşma politikasıyla (Smith et al., 2010); UNEP, 2014a) gerçekleştirilebileceğini iddia etmektedir. Tartışılan şey çeşitli faktör, eğilim ve fenomenin verimlilik temelli bu ayrıklaşmanın gerçekleşmesini engelleyip engellemeyeceğidir. Ayrıklaştırma hipotezinin bu faktörlerin potansiyel etkileri ile birlikte bir perspektife oturtulması bu raporun son bölümünün hedefidir.

III. Ayrıklaşmanın Gerçekleşmesi Olası Mıdır?

Kanıtlar, iklim değişikliğini efektif ve adaletli bir şekilde önleyecek ve diğer çevre krizlerini adreseleyecek nitelikte bir ayrıklaştırmanın hiçbir yerde gerçekleşmediğini göstermektedir. Ancak kanıtların yokluğu ayrıklaştırma hipotezinin tamamen gözden çıkarılması için yeterli değildir. Doğru politika değişiklikleri ile ayrıklaştırmanın gelecekte mümkün olabileceğini söyleyenler bulunmaktadır. Bu bölümün amacı bu iddianın gerçekliğini sorgulamaktır. Bizim iddiamız şudur: Gerekli nitelikte (mutlak, sürekli ve yeterli) ayrıklaştırmanın gelecekte gerçekleşme olasılığı aşırı derecede düşüktür. Bu iddiayı destekleyen yedi gerekçe sunuyoruz: 1) Artan enerji harcamaları, 2) Geri-tepme etkisi, 3) Problemin taşınması, 4) Hizmet sektörünün azımsanan etkisi,

5) Geri dönüşümün sınırlı potansiyeli, 6) Yetersiz ve uygunsuz teknolojik değişim, 7) Maliyetin yer değiştirmesi. Takip eden bölümde bu gerekçeleri açıklayacağız.

1. Artan Enerji Harcamaları

Doğal kaynakların mevcudiyeti yalnızca onların mutlak miktarına (“orada” ne kadar olduğu) bağlı değildir, aynı zamanda mevcut kaynakların kalitesi ve ulaşılabilirliğine de bağlıdır. (Bu kaynaklara ulaşmak için ne kadar çaba gereklidir?) Bir kaynak çıkarılırken genel olarak ilk önce daha ucuz seçenekler değerlendirilir. Bunun anlamı, bir ekonominin kullanabileceği en ulaşılabilir enerji ve malzeme kaynaklarının çoktan tüketilmiş olduğudur.¹ Bu sebeple, kalan stokların çıkarılması daha karmaşık, daha fazla teknoloji gerektiren, toplumsal açıdan daha yıkıcı ve bu yüzden genel olarak daha pahalı, daha fazla kaynak ve enerji yoğun ve birim başına çıkarılan kay-

¹ En kolay ve en ucuz erişilen kaynakların genellikle ilk önce kullanılacağı ile ilgili fikri ifade eden kavrama ekonomide “artan marjinal maliyetler kanunu” adı verilir. Bu kavram kaynaklara uygulandığında kimi zaman “ilk olan en iyidir prensibi” olarak da adlandırılır. Bu kuralın çok geniş bir kullanım alanı vardır ve kaynakların çıkarılması, verimlilikteki kazançlar ve kirliliğin önlenmesi gibi birden fazla alanda gözlemlenebilir.

nak bazında daha fazla çevre bozulmasına yol açan bir süreç haline gelmektedir. Daha düşük konsantrasyona sahip metal ve mineral rezervleri, katran kumulları, açık denizlerdeki petrol yatakları, kutup bölgelerinde ya da Paris gibi nüfus yoğunluğu yüksek olan yerlerin yakınında bulunan kaya gazı rezervlerinin durumu budur. Kaynakları çıkartmak için gerekli olan bu artan enerji maliyetleri² aynı miktarda ürün ve hizmeti üretmek için gerekli olan nihai kaynakların çıkarılması için daha fazla ara kaynağın kullanılması ve böylece ayrıklaştırmanın tam tersinin yaşanması anlamına gelmektedir.

Enerji harcaması ile ilgili argüman, enerjinin ekonomik faaliyetlerde yalnızca çok küçük bir rol oynadığını savunan kimselerce reddedilir. Parasal bir bakış açısından enerji sektörünün GSMH'nin genellikle küçük bir bölümünü oluşturduğu doğrudur. Fakat bu bakış açısı bazı bilim adamlarınca sorgulanmış-

² Bir doğal kaynağın maliyeti ile fiyatı arasında fark olduğunu vurgulamak gerekir. Enerjiyi örnek olarak alalım. Fiyat, meta haline getirilmiş belirli tür bir enerjinin pazardaki para cinsinden değerini ifade ediyor (örneğin bir varil petrol için 55 €, bir kWh elektrik için 0,2 €); maliyet, (bu ifadenin bu bölümde kullanıldığı şekli ile) ekstra bir birim enerjiyi (belirli litre petrol, belirli metre küp gaz, belirli kalori gıda, belirli kilovat-saat elektrik, belirli kilo kömür ya da biyokütle) elde etmek için harcanan enerjinin gerçek miktarını (parasal miktarını değil) ifade etmektedir.

tır (Ayres and Warr, 2009; Georgescu-Roegen, 1971; Giampietro et al., 2011; Hall and Klitgaard, 2012; Kümmel 2011). En güncel olarak Keen et al. (2019, p.41), enerjinin emek ve sermayenin yerine geçen bir şey değil, fakat tam da bu faktörlerin faydalı iş yapmasını sağlayan şey olduğunu söylemiştir—“enerji olmadan emek bir cesettir, enerji olmadan sermaye ise bir heykeldir” (Keen et al., 2019; p.41). Burada sağduyu belki ekonomiden daha faydalı olacaktır: Bir arabanın ortalama hızı (GSMH’nin büyümesi) onun benzin tüketimini (enerji kullanımını) belirliyor gibi görünür, fakat hiç kimse bir arabanın benzin olmadan çalışabileceğini iddia edemez (Fizaine and Court, 2016, p.173).

Enerji

Enerji meselesine geldiğimizde, enerji çıkarmasının verimliliği, harcanan enerji başına elde edilen enerjiyi ifade eden EROI [*Energy Return on Energy Invested*] (ya da EROEI) kavramı ile ifade edilir. EROI, bir kaynaktan elde edilen enerji miktarının bu kaynağı ilk başta elde etmek için harcanmak zorunda olan enerji miktarına oranıdır.³ EROI *net*

³ Hall et al. (2014) dört farklı EROI’dan bahsetmektedir. “Standart EROI,” enerji çıktısının, bu çıktıyı elde etmek için doğrudan veya dolaylı olarak harcanan enerjiye oranıdır. “Kullanım

enerji çıktısını ifade eden bir ölçüdür. Örnek olarak petrol için 1:1 oranı 1 varil petrol çıkarmak için 1 varil petrol harcanması gerektiğini ifade eder; 10:2 oranı ise 10 varil çıkarmanın enerji maliyetinin 2 varil olduğunu ifade eder. Bu kavram enerjinin *maliyet* ve *fazla* kısmını birbirinden ayırt eder. (Örneğin 50:1 oranında bir EROI %98 enerji fazlası elde etmek için %2 enerji harcanması gerektiğini ifade eder; 5:1 oranı ise %80 fazla enerji elde etmek için %20 enerji maliyetine katlanmak gerektiğini söyler.) EROI ne kadar düşük olursa *enerji maliyeti* ya da enerji harcaması o kadar fazla olur. Azalmakta olan EROI, enerji çıktısının artan miktarda bölümünün enerji elde etmekte kullanıldığı, yani kaynak kullanımı ve bunun sebep olduğu etkide bir artış gerçekleştiği anlamına gelir.

Bazı yazarlar, yüksek seviyedeki enerji harcamasının düşük büyüme oranları ile bağlantılı olduğunu, hatta GSMH'nin, belirli bir eşikteki görece enerji harcamasının aşılması halinde büyümeye devam

noktasındaki EROI," yakıtı işlemek ve taşımak için gerekli maliyetlerin eklenmesi ile bulunur. "Genişletilmiş EROI," yalnızca bir birim enerjiyi elde etmek için değil, onu kullanmak için gerekli olan enerjiyi de dikkate alır. Ve son olarak "toplumsal EROI," "bir ulusun ya da toplumun kullandığı tüm yakıtlar için bu yakıtlardan elde edilen toplam kazançlar ile bu yakıtları elde etmek için katlanılan toplam maliyetlerin bir oranı olarak ifade edilebilir."

edemeyeceğini söylemektedirler. Murphy and Hall (2011), 1970-2007 arasında ABD'ye bakarak, bu eşiği toplam GSMH'nin %5,5'i olarak tespit etmişlerdir. Bashmakov (2007) bu eşiği ABD için %8-10 ve OECD için %9-11; Fizaine ve Court (2016), 1850-2012 arasında ABD için %11 olarak bulmuştur. Mantık basittir: Enerji harcamaları belirli eşikleri aştıktan sonra emeğin ve sermayenin kullanımında sınırlayıcı bir etki yapmaya başlamaktadırlar.

Fosil yakıtlar için EROI ayrı bir öneme sahiptir. Çünkü enerji maliyetinin ve verimliliğinin ötesinde, fosil yakıt bazlı bir ekonomide bir birim daha fazla fosil enerji elde etmek için ne kadar sera gazı emisyonu üretilmesi gerektiğini de ifade etmektedir—hatta bu durumda bir varil fosil yakıt çıkarmanın *iklim maliyetinden* dahi bahsedebiliriz. Tüketimin karbon yoğunluğunun sabit olmasına rağmen (bir varil petrol tüketmek 120 kg karbon açığa çıkarır), azalmakta olan EROI kullanılan ilk enerji bazında emisyonların artması anlamına gelir. (Söz konusu varili çıkarmak için harcanan ek enerjinin sebep olduğu emisyon 120 kg'nin üzerine eklenir.) Çeşitli tahminlere göre, petrol ve gazın küresel üretimi ile ilgili EROI'lar 1992'deki 23:1'den 1999'da 33:1'e yükselmiş, 2005'de ise 18:1'e düşmüştür. Bu durum, teknik gelişmelerin getirdiği iyileşmenin kaynak tükenmesi ile zamanla

ortadan kalktığı tezini güçlendirmektedir (Hall et al., 2014). Margon (2016) gibi bazı yazarlar, enerjiye ulaşmak için gerekli olan zorunlu altyapı genişlemesini ve bu durumun GSMH'nin gittikçe daha fazla kısmını kapsayacak olmasını “enerji yayılması” olarak adlandırmaktadırlar. Capellan-Perez et al. (2018) fosil ve yenilenebilir enerji kaynaklarını beraber değerlendirerek, küresel enerji sisteminin EROI'sinin 1995'teki 7:1'den 2018'de 6:1'e düştüğünü söylemektedir.

Artan marjinal maliyetler ile ilgili bu sürecin en bariz örneği farklı türlerdeki geleneksel olmayan petrol kaynaklarının çıkarılmaya başlanmasıdır. Katran kumulları ve kaya petrolü ortalama 4:1 ve 7:1 EROI değerine sahiptirler (Lambert et al., 2014). Kaya petrolü, özellikle ABD'de, geleneksel petrolün bol bulunan bir alternatifi olarak gösterilmektedir (Moeller and Murphy, 2016). Fakat, kaya petrolü rezervlerini sondajlamak enerji ve finansal açıdan daha pahalı olduğu gibi, aynı zamanda bu rezervlerin tükenme oranları geleneksel petrol yataklarına göre çok daha hızlıdır (Morgan, 2016, p. 63).

Bir diğer örnek kömürdür. Kirlilik ile ilgili meseleyi bir anlık bir kenara bırakıp global kömür rezervlerine baktığımızda, bu rezervlerin hacim olarak hala bol miktarda olduğunu söyleyebiliriz. Fakat her kömür aynı kalitede değildir. Enerji içeriği baki-

mından en zengin kömür olan Antrasit, gittikçe kıtlaşmaktadır. Bu durum kömür firmalarını daha az enerji yoğunluğuna sahip bitümlü ya da alt-bitümlü kömüre yönelmeye zorlamaktadır (Kerr, 2009; Morgan, 2016; Schindler and Zittel, 2007).

Yeşil büyümenin yalnızca yenilenebilir enerjilerden faydalanacağı, bu sebeple fosil yakıtların EROI'sinin konuyla alakasız olduğu iddia edilebilir. Birazdan bunun böyle olmadığını iddia edeceğiz. Fakat yine de şimdilik, yenilenebilir enerjilerin fosil yakıtların tamamen yerine geçmesinin hem maddi açıdan (enerji altyapısını inşa etmek için gerekli mineral ve toprağın bulunması) hem de sosyoekonomik açıdan (yenilenebilir enerjilerin fosil yakıtların tamamen yerini almasını sağlayacak toplumsal kabulü ve yatırım kaynaklarını bulabilmesi) mümkün olduğunu varsayalım. Bu durumda dahi, Murphy ve Hall'a (2011) göre, yenilenebilir enerjinin EROI'si (20:1'in altında) fosil yakıtların kullanımlarının ilk zamanlarında sahip oldukları EROI değerlerinden oldukça düşüktür (Hall et al., 2014). Cappellan-Perez et al. (2018) yenilenebilir enerji kaynaklarının 2050 yılında %15'ten %30'a (birinci senaryo) ve %15'ten %50'ye (ikinci senaryo) çıkması durumunda ortalama EROI'nin ne olacağı ile ilgili tahminlerde bulunmaktadır. İlk senaryoya göre ortalama EROI mevcut 6:1'den 5:1'e, ikinci se-

naryoya göre 3:1'e düşmektedir. Enerji harcamaları ekonomik büyümenin dinamiklerinde önemli bir rol oynuyorsa, bunun anlamı, yenilenebilir enerjilerin ekonomik büyüme oluşturma kapasitesinin fosil yakıtlara kıyasla oldukça düşük olduğudur.

Malzemeler

Benzer şekilde ve aynı sebeplerden, artan marjinal maliyetler kuralı ya da *ilk olan en iyidir* prensibi malzeme çıkarılmasında da geçerlidir. Bir dizi çalışma temel mineral rezervlerinin kalitesinin düşmekte olduğunu göstermektedir (örnek: Calvo et al., 2016). Düşük cevher oranları daha fazla yük ve daha fazla çevresel tahribat anlamına gelmektedir.

Bakırın rezervlerdeki konsantrasyonu 1930'larda %1,8 seviyesinden günümüzde %0,5 seviyelerine düşmüştür (Arnsperger and Bourg, 2017, p. 87). Bu durum diğer mineraller için de geçerlidir. Minerallerin konsantrasyonunun düşmesi aynı miktar cevheri elde etmek için daha fazla miktarda malzemenin kazılıp çıkarılması ve bunun için daha fazla enerji harcanması gerektiği anlamına gelmektedir. Fischer-Kowalski et al. (2011b, p. 25), UNEP'in yayınladığı ilk ayrıklaştırma raporunda, günümüzde malzemelerin çıkarılmasının geçen yüzyıla göre ortalama ola-

rak üç kat daha fazla malzeme gerektirdiğini tahmin etmektedir.

Yeşil teknolojiler düşünüldüğünde bu durum özellikle problemlidir (Calvo et al., 2016; Valero et al., 2018). Çünkü yenilenebilir enerjilerin metal yoğunluğu fosil yakıtlardan daha fazladır—1 kWh yenilenebilir enerji 1 kWh fosil enerjiye göre 10 kat daha fazla metale gerek duymaktadır (Arnsperger and Bourg, 2017, p. 87). Buna artan üretimi de eklediğimizde fasit bir daire ortaya çıkmaktadır. Daha fazla mineral çıkarmak için gerekli olacak daha fazla enerjiyi elde etmek için gerekli olacak daha fazla enerji altyapısını inşa etmek için daha fazla mineral çıkarılması gerekecek ve bunun için daha fazla enerji gerekecektir ve bu döngü böylece sürüp gidecektir. Yenilenebilir enerjiler bazı çevre etkilerini azaltabilirler, fakat kaynak kıtlığını ortadan kaldıramazlar.

Genellikle unutulmuş şey kaynak kıtlığının artmasının *meta sınırının* (Moe, 2000) gittikçe daha fazla genişlemesine sebep olmasıdır. Ekonomik faaliyet daha önce dokunulmamış bakir bölgelere, yerel topluluklar ve eko-sistemlerin sağlığı hilafına genişlemektedir. Güncel örnekler Alberta Kanada'da katran işlenmesi, Peru yağmur ormanlarında ve en bilinen örnek olarak Ekvator'da bir milli parkta petrol çıkarılmasıdır. Bu örnekler fosil yakıtlar ile

ilgilidir. Fakat yenilenebilir enerji altyapısını inşa etmek için gerekli olan metallere ulaşmak sosyal ve biyolojik çeşitliliğe yönelik benzer bir tehdidi içermektedir.

Enerji ve malzeme, ekonominin işlemesi için hayati önemdedir. Büyüyen bir ekonomi için bu önem daha da büyüktür. Bir ekonomi, tıpkı yaşayan bir organizma gibi, yalnızca büyümek için değil, mevcut büyüklüğünü korumak için de enerji ve malzemeye ihtiyaç duyar. Elde olan tüm kanıtlar, hem malzeme hem enerji kaynakları için daha fazla çıkarılma maliyetine işaret etmektedir. Ekonomik büyüme daha fazla madde ve enerjiye ihtiyaç duyuyor ve enerji ve malzeme elde etmek için daha fazla malzeme ve enerji gerekiyorsa artan enerji harcamaları büyümenin ve *ayrıklaştırmanın* önünde bir sınır oluşturuyor ve ayrıklaştırmayı engelliyordur. Ayrıklaştırmanın mümkün olduğunu iddia edebilmek için enerji ve malzeme çıkarmanın artan marjinal maliyetleri ile nasıl başa çıkılacağına söylenmesi gerekir.

2. Geri-Tepme Etkisi

Kaynak verimliliğini artırmak ayrıklaşma lehine öne sürülen argümanlardan belki de en yaygın olanıdır. Ancak kaynakların tasarruf edilmesi sonucu

oluşan her tür faaliyet *geri-tepme* etkisine meyillidir. Bu, verim iyileştirilmesi ile gerçekleştirilen çevresel tasarrufların beklenen ve gerçekleşen miktarı arasındaki farktır. Steven Jevons bu fenomenden *The Coal Question* (1865, pp. 140-142) isimli makalesinde 19. yüzyılda bahsetmiştir: “Bir yakıtın ekonomik bir şekilde kullanılmasının kullanım miktarını azaltacağı düşüncesi bir kafa karışıklığından ibarettir. [...] Kömürün verimliliğini artıran ve böylece kömür kullanımının maliyetini düşüren her şey buhar motorunun değerini artırır ve buhar motorunun kullanım alanının daha fazla genişlemesine sebep olur.” Bu sebeple geri-tepme etkisine “Jevons Paradoksu” da denilmiştir. (Giampietri and Mayumi, 1998; Jevons, 1865).

Verimlilikte gerçekleşen değişimlerin daha fazla tüketime yol açacağı fikri enerji ekonomisi alanında 1970’lerde yaşanan petrol krizi kapsamında, özellikle Khazzoom (1980) ve Brookes (1990)’ın çalışmalarıyla ön plana çıkmıştır. Daha sonra buna “Khazzoom-Brookes Hipotezi” adı verilmiştir (Saunders, 1992). 40 yıllık bir araştırmanın sonunda, literatür, bir çok sebep ve etkiyi içerecek şekilde genişlemiştir.⁴ Bu etkinin ayrıklaşma fenomeni ile en fazla yakından ilişkili kavramı “çevresel geri-

⁴ Kavramın genişliğini gösteren birkaç örnek: Zamana bağlı geri-tepme etkisi (Jalas, 2002), toplumsal-psikolojik ya da zihinsel geri-tepme etkisi (de Haan et al., 2006; Girod and de Haan,

tepme etkisidir.” (İlk olarak Goedkoop et al. 1999 tarafından kullanılmış ve daha sonra bunu başkaları izlemiştir: Murray, 2013; Spielmann et al., 2008; Takahashi et al., 2004). “Çevresel geri-tepme etkisi,” enerji meselelerinin ötesinde çevresel meseleler ile ilgili daha geniş bir kapsama sahiptir.⁵

Geri-tepme etkisinin çeşitli türleri

Geri-tepme etkisinin; verimliliğin aynı ürün ve hizmetin tüketiminin artmasına sebep olması (*doğrudan geri-tepme etkisi*), tasarruf edilen kaynakların başka yerde kullanılması (*dolaylı geri-tepme etkisi*) ya da tüketimin ekonominin bütününde gerçekleşen değişimlerle tetiklenmesi şeklinde oluşan (*yapısal geri-tepme etkisi*) değişik türleri olabilir. Bu etkiler, tekil ya da birlikte, kaynak kullanımını etkilemeleri bakımından *kısmi* ya da *mutlak* olabilirler.

Birinci-derece: doğrudan geri-tepme etkisi

Doğrudan ya da birinci derece geri-tepme etkisi, verimlilik sonucu oluşan kazançların ayrı ürün ya

2009; Santarius and Soland, 2018), uluslararası geri-tepme etkileri (Bergh, 2017).

⁵ Çevresel geri-tepme etkisini çalışmak adına genel bir çerçeveye için bakınız: Font Vivanco et al. (2016).

da hizmetin daha fazla tüketilmesine yatırılmasıdır. Bu durum, özellikle, kullanıcıların düşen maliyetleri fark etmesinin daha fazla tüketime dönüştüğü normal ürünler için geçerlidir. Örneğin, daha az yakıt tüketen bir aracın daha sık, daha hızlı ve daha uzun mesafelerde kullanılması. Aracın verimliliği ile tasarruf edilen petrol aracın daha fazla kullanılmasına yol açar. Doğrudan geri-tepme etkisi üretimde de oluşabilir. Örneğin enerji açısından daha verimli bir makinenin elde edilmesi daha fazla üretim yapılmasını motive eder (*çıktı etkisi*).

İkinci derece: dolaylı geri-tepme etkisi

Dolaylı ya da ikinci dereceden geri-tepme etkisi, verimlilik ya da yeterlilik ile gerçekleştirilen iyileştirmenin farklı tür tüketime yönlendirildiği durumları ifade eder (*tekrar harcama etkisi*). Örneğin, daha verimli bir araç kullanmak (verimlilik) ya da araç kullanmayı daha az tercih etmek (*sobriety*) para tasarrufuna sebep olabilir (*gelir etkisi*) ve daha sonra tasarruf edilen bu para çevresel etkileri olan ürün ve hizmetlere harcanabilir (örneğin uzak bir lokasyona uçakla gidilen bir tatil) ya da bu para sorunlu finansal ürünlere yatırılabilir (örneğin fosil yakıt çıkarılması ile ilgili). Üreticiler için, üretim verimliliği

ile artan kar, üretim kapasitesinin artırılmasına harcanabilir (*tekrar yatırım etkisi*).

Wallenborn'un (2018) "yapısal geri-tepme etkisi" dediği şey bu tarz dolaylı geri-tepmelerin güzel bir örneğidir.⁶ Bu etkiler yapısaldır çünkü pazar, mülkiyet ve para gibi ekonomik yapılar ile ilgilidir. Paranın neredeyse her şeyi almakta kullanılabileceği küresel bir ekonomide (bu durumda *genel amaçlı para*'dan bahsedilebilir) her satın alma gücü potansiyel bir kirletme gücüdür. Para yeşil ürünler üzerinde harcansa dahi ve bu ürünleri satan satıcılar bu paraları sürdürülebilir şekilde harcansa dahi, zincirin sonunda bir yerde bu paraların kirletici bir şekilde harcanma ihtimali oldukça yüksektir. Harcanmayan paralar dahi bankalar tarafından yeni yatırımların finansmanı için kredi olarak verildiğinde, kaynak tüketimine ve kirlenmeye sebep olacaktır. Bu etkiyi önlemenin tek yolu bizzat ekonomik sistemin yapı-

⁶ Jevons'un *The Coal Question* (1865) makalesinde ifade ettiği şekli ile: "Birazcık çaba, yaratıcılık ve yatırımın büyük tasarruflar sağlayamayacağı bir yakıt tüketimi yoktur. Fakat bu şekilde tasarruf edilen kömürün hiç harcanmadığını kimse düşünmemelidir. Bir yerde tasarruf edilen miktar başka yerlerde kullanılır ve bu tasarruf sayesinde elde edilen karlar birçok başka türde yeni istihdamın yaratılmasına sebep olur. Sanayinin çeşitli dalları birbirleriyle oldukça sıkı bir bağ içerisinde ve birinde gerçekleşen gelişim neredeyse diğer hepsinde gelişime sebep olur" (Jevons, 1865: alıntılanan Missemmer, 2012, p.99).

sını değiştirmek olacaktır (ürünlerin meta olmaktan çıkarılması, yerelleşme, tamamlayıcı para birimleri şeklindeki özel amaçlı paralar vb.)

Üçüncü derece: ekonomi çapında geri-tepme etkileri*****

Kaynak kullanımında verimlilik makro düzeyde de geri-tepebilir (*ekonomi çapında ya da makro-ekonomik geri-tepme etkisi*). Örneğin, içten yanmalı motorlardaki verimlilik kazançları özel araçla ulaşımı daha efektif ve ucuz kılmış ve bu teknolojinin geniş bir şekilde yayılması sonucunu doğurmuştur. Özel araçla ulaşımın bu şekilde yaygınlaşması şehirlerin ve arazinin yüzey konfigürasyonunu değiştirmiş ve özel araçların kullanımına dayanan ve hatta onu zorunlu kılan bir hale getirmiştir. İhtiyaçlar sisteminin bu şekilde geniş ölçüde değişmesi ulaşım sektörünün çok daha fazla enerji tüketmesine sebep olmaktadır. Başka bir deyişle, yakıt verimliliği yüksek araçlar, tren ve bisiklet gibi daha sürdürülebilir ulaşım çeşitleri üzerindeki otomobil hegemonyasını güçlendirmektedir. Ayrıca kaynak verimliliği, ekonominin doğa-yoğun faaliyetler etrafında yeniden yapılanmasına sebep olabilir (*bileşim etkisi*). Örneğin terk edilmiş maden yatakları, daha etkili tekniklerin geliştirilmesi ile

bu yatakların daha karlı hale gelmesi sonucu tekrar işletmeye alınabilir. Bu durum günümüzde daha düşük konsantrasyona sahip cevherlerin (daha önceleri örtü tabakası olarak bırakılan kısım da dahil olmak üzere) işlendiği altın madenciliğinde yaşanmaktadır.

Kısmi ve mutlak geri-tepme

Geri-tepme etkisi, büyüklüğüne bağlı olarak, kaynak kullanımında ya toplamda bir düşüşe (*kısmi geri-tepme*) ya da artışa sebep olur (*toplam geri-tepme*, buna *taşma* ya da *geri-sekme* adı da verilir). İlk durumda tasarruf, geri-tepme ile oluşan tüketimden daha fazladır. (Örnek: Bir fırın %50 daha az tüketiyordur ve bu durum kullanım süresinin %90 artmasına sebep olabilir. Bu durumda net tasarruf %25'tir.) Mutlak geri-tepmede ise geri-tepen miktar tasarruflardan daha fazladır ve tasarrufu tamamen boşa çıkarmış olur. (Örneğin, %30 daha az enerji harcayan bir araç sayesinde tasarruf edilen para, çok daha fazla enerjiyi satın alabilecek ve benzin-den çok daha az vergilendirilen kerosen kullanan bir uçak seyahatine harcanırsa.)⁷ Ayırıklaştırma bağlamında bunun anlamı, geri-tepme etkisinin ya

⁷ Literatürde, Ehrhardt-Martinez and Laitner (2010)'un da söylediklerinden hareketle, bizim kısmi ve toplam geri tepme

beklenen ayrıklaştırma oranını azaltması (*kısmi geri-tepme*) ya da tamamen ortadan kaldırıp tersine çevirmesidir (*mutlak geri-tepme*).

Geri tepmenin ampirik kanıtları

Dolaylı ve yapısal geri-tepme etkileri o kadar karmaşıktır ki, ampirik araştırmaların çoğu ölçmesi daha kolay olan *doğrudan* geri-tepme etkilerine yoğunlaşır. Ackerman ve Stenton (2013, pp. 120-121) enerji kullanımının geri teptiği durumları inceledikleri çalışmalarında doğrudan mutlak geri-

olarak tanımladığımız kavramlara “tipik geri-tepme” ve “geriyansımaya” adı da verilir. Yazarlar bir üçüncü kategori daha eklemektedirler: Gerçekte gerçekleşen enerji tasarrufunun beklenenden daha yüksek olduğu durumları ifade eden “negatif geri-tepme” etkisi. (Örnek: “Enerji açısından verimli yeni bir su ısıtıcısı kullanan aile daha kısa duş almak, kıyafetlerini soğuk su ile yıkamak ya da bulaşık makinesini daha fazla doldurarak enerji tasarruf etmenin başka yollarına da başvurabilir”; negatif geri-tepme için daha iyi bir örnek doğrudan bir nedensellik bağının olduğu şu örnek olabilir: Duvarlara yalıtım yapılması ısıtıcı talebini düşürür ve mevcut ısıtıcıların daha büyük kapasitesini gereksiz hale getirir. Böylece yeni ve daha küçük ısıtıcılar yeterli hale gelir. Bunlar daha verimlidir ve böylece enerji talebi daha da düşer. Ya da üretici tarafında, yeni bir makinenin fiyatı operasyonel maliyetlerde sağladığı düşüştten daha fazla ise). Kafa karışıklığını önlemek için başka bazıları “süper-tasarruf” etkisinden (Saunders, 2005) ya da “büyütme” ve “kaldırma” (Spielmann et al., 2008) etkilerinden bahsederler.

tepme etkilerinin nadir olduğunu söylemektedirler: “Yüzde 10 ila 30 arasındaki tahminler yaygın gözükmemektedir. [...] Yüzde 100 ya da daha fazla oranda geri-tepme etkisine işaret eden kanıtlar bulunamamıştır.” Greening et al. (2000) ve Sorrell (2007) çalışmalarında benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Buldukları sonuçlar, aydınlatmada olduğu gibi düşük (%15’e kadar), havacılıkta olduğu gibi ortalama (%19) ya da motorlu taşımada olduğu gibi oldukça yüksektir (%96’ya kadar).⁸ Galvin (2014), 2000-2011 yılları arasında AB üyesi ülkelerde konutlarda kullanılan enerjinin tasarrufunun yüzde 0-50 arasında geri-tepmeye sebep olduğunu göstermektedir. Bazı ülkeler, özellikle Finlandiya ve Danimarka ile birlikte Doğu Avrupa ülkeleri, mutlak geri-tepme örnekleri sergilemektedirler. Grafton et al. (2018) verimli teknolojilerin daha yaygın kullanılmasının su tüketimini nadiren düşürdüğünü göstermektedir. Kyba et al. (2017) açık hava aydınlatmasında LED teknolojisi kullanılmasının tam tersi bir etki yarattığını söylemektedir. Antal

⁸ Okuyucular, verilen tüm rakamlar için, metodolojinin sonuçları etkileyeceğinin farkında olmalıdırlar. Örneğin, Hayat Döngüsü Analizi’ni çevresel geri-tepme etkisi kavramı ile birlikte kullanan çalışmalar daha yüksek bir geri-tepme olasılığı bulmaktadırlar. Durum, elektrikli araçları inceleyen Vivanco et al. (2016) için böyledir.

ve van den Bergh (2014) benzinden tasarruf edilen enerjinin tekrar harcanarak geri-tepmesinin Rusya, Çin ve Hindistan gibi büyük ekonomilerde %45 ile 60 arasında olduğunu tahmin etmektedirler.

Magee ve Devazas (2017), 69 farklı malzemenin 1960-2010 arasındaki tüketimini tahmin etmek için çeşitli istatistiksel kaynakları kullanmakta ve neredeyse her bir malzemede Jevons paradoksunun geçerli olduğunu iddia etmektedirler. İnceledikleri örneklerden yalnızca altısında mutlak düşüş bulmuşlardır. Bu malzemelerden dördü –asbest, berilyum, cıva ve talyum– zehirli oldukları için yasal önlemlerle kasıtlı olarak kullanımdan kaldırılmışlardır. Diğer ikisinden biri yündür. Yünün kullanımının düşmesi koyun ya da yün üretiminde kullanılan diğer hayvanların küresel popülasyonunu düşürmemektedir. Diğerleri, tellür, bakır işleminin bir yan ürünüdür ve bakırın güneş panellerinde kullanılması bu malzemenin de tüketiminin tekrar artacağı anlamına gelmektedir.

Makroekonomik geri-tepme etkilerini inceleyen ampirik çalışmalar mikro ölçekli çalışmalardan daha nadirdir. Literatürün genel bir incelemesini yaptığı çalışmasında van den Bergh (2017, p.4), “ekonomi genelindeki çalışmaların çoğunluğunun %50’den fazla ve hatta çok daha üstünde bir toplam geri-tepmeye işaret ettiğini” söylemektedir.

Hesaplanabilir genel denge (*computable general equilibrium*) çalışmalarını inceleyen bir araştırma [Dmitropolous (2007)] mutlak geri-tepmenin üç örneğini vermektedir. Diğer üç örnek %50 üzerinde, biri %30-50 arasında ve bir tanesi %15 civarında geri-tepme ile sonuçlanmıştır. İkinci ve üçüncü derece geri-tepme etkileri en belirleyici olanları olsa da bunların ampirik olarak ölçülmesi oldukça zordur.

Geri-tepme etkisi hipotezi ayırıklaştırma hipotezinin inandırıcılığını minimize etmektedir. Bu sebeple, ayırıklaştırma senaryoları değerlendirilirken geri-tepme etkilerinin dikkate alınması gerekir. Çünkü bu etkiler, kaynak kullanım oranlarını, kaynak tasarrufu yapan teknolojiler ve yeterlilik odaklı davranış değişikliklerine daha çok ya da az hassas hale getirebilirler. Bu uygulamalara karşı gelmeye çalışmıyoruz. Tasarruf odaklı bu uygulamalar geri-tepme etkileri sınırlı kaldığı müddetçe ve özellikle bu etkiler karar vericiler tarafından tahmin edildiğinde ve önleyici politikalar ile dengelendiğinde olumlu etkilere sahip olabilirler. Ancak genellikle olan şey, sürdürülebilirlik politikalarının tasarımında potansiyel geri-tepme etkilerinin derinlemesine ve sistematik bir şekilde değerlendirilmemesi ve tahmin edilmemesidir.

3. Problemin yer değiştirmesi

Geri-tepme etkisi ile birlikte değerlendirilmesi gereken bir diğer argüman bir çevre problemini çözmek için sarf edilen çabanın yeni problemler yaratabileceği ve/veya mevcut olanları kötüleştirebileceğidir. Başka şekilde ifade etmek gerekirse bir çevre faktörünün ayrıklaştırılması başka bir faktörün tekrar bağlanması pahasına gerçeleşebilir. Ward (2017)'ın bu argümanı açıklamak için vurguladığı gibi, GSMH'nin büyümesi şehir caddelerinde at gübresinin daha fazla yer kaplamasından ya da balina yağı kullanımından ayrıklaştırılmıştır. Fakat bunlar doğanın alternatif kullanımları sayesinde gerçeleşmiştir. Takip eden bölümde iklim değişikliğini önlemek için alınan önlemleri değerlendiriyoruz ve yeşil büyümenin yolunu açan çözümler olarak görülen dört farklı enerji kaynağının çevre üzerinde oluşan baskıların yalnızca şeklini değiştirdiğini ve genellikle istenmeyen yan etkiler oluşturduğunu açıklıyoruz.

Örnek 1: Yenilenebilir Enerji

Yenilenebilir enerji genellikle temiz ve sınırsız olarak tarif edilir, fakat çevresel baskılar oluşturmadığı iddiası gerçek olmaktan çok uzaktır. Yeni-

lenebilir enerjiler ve verimliliği yükselten bilgi işlem teknolojileri karbon emisyonlarını azaltır fakat toprak kullanımını (örnek olarak güneş enerjisi tarlaları ve biyokütle/biyoyakıtlar) ve hidroelektrikte olduğu gibi su anlaşmazlıklarını artırır (Capellan-Perez et al., 2017; Havlik et al., 2011; Scheidel and Sorman, 2012; Yang et al., 2012). Metallerle olan talebi ve onların çıkarılmasının tetiklediği yerel çatışmaları artırır (Ali, 2014; Chancerel et al., 2015; Kleijn et al., 2011; Vidat et al., 2013). Fotovoltaik altyapıda olduğu gibi çevresel kirlilik ve sera-gazı emisyonlarına sebep olur (Andersen, 2013; Hernandez et al., 2014; Zehner 2012). Rüzgar enerjisi gibi birçok yeşil teknoloji için vazgeçilmez olan nadir toprak elementlerinin çıkarılması Çin’de olduğu gibi devasa çevresel tahribatlara yol açar (Pitron and Vedrine, 2018).

Sayısız örnekten üç tanesini inceleyelim. Elektrikli arabalar için kullanılan bataryaların üretilmesi lityum, kobalt, nikel ve manganez madenciliğini teşvik eder (Bednik 2016, p. 101; Valero et al., 2018). Biyoyakıtlar için kullanılan ekinler koruma altındaki alanlara doğru yayılır ve monokültürlerin artışına sebep olur. Bu durum biyoçeşitlilik ve onun korunmasını olumsuz etkiler (IPBES, 2019). Bunun güzel bir örneği Endonezya yağmur ormanlarının palmiye yağı adına yok edilmesidir (Koh and Wilcove, 2008; Margono et. al., 2012). Hidroelektrik santrallerinin

sebepe olduğu alüvyon birikiminin tetiklediği yosun büyümesi metan gazı emisyonlarına sebepe olur ve bu bazen fosil yakıt ile çalışan enerji santrallerinden daha fazla sera gazı üretir (Deemer et al., 2016).

Örnek 2: Nükleer enerji

Nükleer enerji güzel bir örnektir. Görece olarak karbon nötr olduğu için⁹ Fransa, İsveç, Birleşik Krallık ve Almanya gibi ülkelerin enerji bağlantılı karbon emisyonlarını düşürmesinin temel faktörü olarak görülür. Fakat nükleer enerji yakıt olarak uranyum madenciliğine ve inşaat malzemesi olarak da titanyum, kobalt, tantal, zirkonyum, hafniyum, indiyum, gümüş, selenyum ve lityuma ihtiyaç duyar (Sersiron, 2018, p. 165.) Nükleer enerjiye doğru bir yönelim, ekonomik faaliyetin, uranyum başta olmak üzere çeşitli malzemeler ile olan bağının daha da yoğunlaşması anlamına gelir.¹⁰ Bu malzemelerin çıkarılması ve taşınmasının kendisi çevresel baskıları artıran fak-

⁹ Bu iddia tartışmalı olmaya devam etmektedir. Çünkü nükleer atık stoklamının belirsiz süresi ve kazalardan sonra gerçekleştirilmesi gereken potansiyel temizlik operasyonları ile birlikte bir nükleer santralin tüm yaşam döngüsünün karbon ayak izini hesaplamak oldukça zordur.

¹⁰ Yalnızca uranyum bağlamında, şu anda bilinen rezervler -260 \$/kgU'dan daha ucuza ticari olarak çıkarılabilir rezervlerin toplamı 2015 yılında 7,6 milyon tondu(OECD, 2016)- mevcut

törlerdir çünkü bu faaliyetlerin toprak kullanımında gerçekleştirdiği değişiklikler su kirliliği ve biyoçeşitlilikte kayba sebep olur (Conde and Kallis, 2012). Üstelik nükleer enerji farklı türde sosyal-ekolojik tehlikeler de içerir. Bunlar radyoaktif atıkların depolanması, nükleer kazalar ve nükleer silahların yayılması ile ilgilidir. Sonuç olarak, elektrik üretiminin nükleerleşmesi bağlantılanmayı bir etkiden (fosil yakıtlı kaynaklı CO₂ emisyonları) *diğerlerine* (biyoçeşitlilik kaybı, su kirliliği ve madencilik, taşıma ve radyoaktif atıklar ile bağlantılı diğer etkiler) ve *kaynak kullanımına* (uranyumun tükenmesi) doğru kaydırır.

Örnek 3: Doğal gaz

Kömürden doğal gaza geçilmesi problemlerin sera gazlarından diğer problemlere kaymasının iyi bir örneğidir. The World Resource Institute (2016), ABD sera gazı emisyonlarının 2000-2014 arasında %6 düşerken GSMH'nin %28 arttığını söylemektedir ve bu, geçici bir mutlak ayrıklaşma gibi gözükmektedir. Bunun sebebi kömürden doğa gaza büyük bir kayıştır (Fang et al., 2015). Yetkililer bu durumun sağladığı ekolojik faydaları övmektedir-

talep dahilinde yalnızca 13 yıllık bir enerji üretimine izin verecek (Brown et al., 2018, p. 840).

ler.¹¹ Buradaki problem, doğal gaz çıkarırken metan gazı emisyonları oluşmasıdır. Metan, yüz yıllık bir süreçte, CO₂'den 28 kat daha fazla ısı tutmaktadır (IPCC, 2013) ve doğal gaz çıkarma sürecinde kolay bir şekilde atmosfere karışmaktadır. Turner et al., (2016), 2002-2014 arasında ABD metan gazı salınımının %30 oranında arttığını söylemektedir. Bu, CO₂'de gerçekleşen düşüşün çoğunu ortadan kaldırmaktadır. Aynı sonuca Howerth et al. (2011) de ulaşmaktadır: Kaya gazı operasyonlarından ortaya çıkan metan gazının %3'ten fazlasının atmosfere karışması halinde kaya gazının iklim için kömürden daha zararlı hale geldiğini söylemektedirler. (Buldukları sızıntı oranları %3,6 ila 7,9 seviyesindedir.)¹² Metan sızıntıları görece yeni bir uygulama olan kaya gazı operasyonlarının daha ötesine gitmektedir ve geleneksel gaz faaliyetlerini, özellikle kusurlu altyapıya sahip gaz faaliyetlerini de kapsamaktadır.

¹¹ Dönemin Çevre Koruma Ajansı'nın yöneticisi olan Sott Pruitt, ABD başkanı Trump'ın Paris Antlaşması'ndan 1 Temmuz 2017'de çıkışının gerekçesini sunduğu konuşmasında şunları söylemiştir: "Paris Antlaşması imzalanmadan önce ABD, CO₂ ayak izini 1990 seviyelerine düşürmüştü. Hatta 2000-2014 arasında ABD karbon emisyonlarını yüzde 18'den fazla düşürmüştür.

¹² Sızıntı problemi hidrolik kırılmaya özgü değildir. Sızıntı, eskiyen altyapılarda ya da metanın aktif bir şekilde yakalanmadığı açık madenlerde de yaşanmaktadır.

Sera gazı emisyonları ile ilgili söylenen şeyler diğer çevre problemleri için de söylenebilir. Buradaki mesele, kısmi çözümlerin, birbirini etkileyen birçok faktörün söz konusu olduğu karmaşık, sistematik çevre krizini çözmekte yetersiz kalacak olmasıdır. İklim değişikliği gibi bir problemi biyoçeşitlilik kaybı gibi bir başka problemle değiştirmek problemin çözümü olarak görülemez. Ayırıklaştırmanın mümkün olduğunu söyleyebilmek için, belirli bir çevresel baskıda oluşan ayırıklaşmanın, başka tür bir baskının anlamlı ölçüde artması ile sonuçlanmadığını göstermek gerekir.

4. Hizmet sektörünün küçümsenen etkisi

Büyümenin çevre baskılarından ayırıklaştırılması ile ilgili bir diğer umut ekonominin hizmet sektörüne kaymasıdır. Yani madencilik, tarım ve sanayi sektörlerinden hizmetlere doğru ekonomik bir kayış olmasıdır. Bu, çevresel Kuznets Eğrileri'ni ilk kez açıklayan bilim adamlarının öne sürdüğü

argümanlardan bir tanesiydi: “Ekonomik büyüme, ekonominin ağırlık merkezinin düşük kirliliğe yol açan tarımdan yüksek kirliliğe yol açan sanayiye ve sonunda düşük kirliliğe yol açan hizmetlere doğru kaydığı yapısal değişimler oluşturur” (Panayotou et al., 2000). Gerçekten de hizmet sektörü, (yalnızca tüketimi düşündüğümüzde) tarım ve sanayi sektörüne göre daha az doğa yoğundur. Ekonomik büyüme, büyük oranda, ürünün çoğunlukla bilgi olduğu ekonomik faaliyetlerde (finans, sigorta, eğitim gibi) gerçekleşirse madde ve enerji tüketiminin ve bununla birlikte çevresel zararların da azalması beklenir. Hizmetler aracılığı ile demateryalizasyon ihtimalini çeşitli sebeplerle reddediyoruz.

Hizmet sektörüne görece ve mutlak kayış

Hizmetleşmenin ayrıklaşmaya katkı sağlayabilmesi için sanayi faaliyetlerinin yalnızca görece değil mutlak anlamda da azalmasına sebep olması gerekir. Hizmet sektörünün büyüdüğü ancak bununla birlikte diğer sektörlerde bir küçülmenin yaşanmadığı durumlar ekonominin “görece” anlamda hizmet sektörüne kaymasıdır. Sanayi faaliyetlerinin toplam ekonomi içindeki payı düşerken mutlak

hacmi yükselmeye devam eder. Bu durum gerçekte çevresel baskıları artırır.

Tarım ve üretim sektöründeki etkiler sabitken hizmet sektörünün büyümesi, avro başına ortalama enerji yoğunluğunu düşürse de, baskıları artırır. Ki bu durum, bir istisna olmaktan ziyade bir kuraldır.¹³ Yeni hizmetlerin ortaya çıkması diğer kirletici faaliyetleri ortadan kaldırmaz onların üzerine eklenir. Tüketiciler bir Netflix hesabını bir bilgisayar *yerine* değil bilgisayar ile *birlikte* alırlar. Ve çalışanlar hizmetleri ancak eğer beslenirlerse, bir yerden bir yere taşınırlarsa, başlarını sokacak bir evleri olursa üretebilirler. Dolayısı ile hizmetler gıda, taşıt ve ev ihtiyacını artırır. Maddi olmayan ürünler maddi olan bir altyapıya ihtiyaç duyarlar. Yazılım donanımına, bir masaj salonu ısıtılmış odalara ve bu kelimeleri yazdığımız platform bir bilgisayara ve İnternet'in çalışması için gerekli olan tüm ekipmana ve enerjiye ihtiyaç duyar. Hizmetler ham madde çıkarmadan, enerji sağlanmadan ve altyapı olmadan oluşturulamaz. Ve bunların tümü çevresel baskılar

¹³ Bir ülkede hizmet sektörüne kayışın diğer bir ülkedeki (yeniden) sanayileşme pahasına gerçekleştiği durumların aynı derecede problemlili olduğunu söylememiz gerekir. Çünkü çevresel problemlerin bir yerden başka bir yere taşınmasına sebep olmaktadır. (Bu noktayı Sebep 7: Maliyetlerin Taşınması'nda daha ayrıntılı olarak inceleyeceğiz.)

ile çok sıkı bağlantılıdır. Hizmet sektörünün genişlemesinin ayrıklaştırılması oldukça zordur çünkü hizmetler bütünlük bir şekilde büyüyen ekonominin bir parçasıdır.

“Daha büyük bir hizmet sektörüne sahip toplumlar demateriyalize olur mu?” sorusuna Fix (2019) kati bir şekilde “hayır” cevabını vermektedir. 1991-2017 arasında 217 ülkeyi inceleyerek “hizmet sektörüne geçişin mutlak bir karbon demateriyalizasyonuna sebep olmadığını” söylemektedir (ibid., 4). Benzer şekilde Suh (2006), 2004 yılında ABD’de görünürde maddi olmayan hizmetler için harcanan 1 doların üretimin, enerji ve ulaşım sektörlerinde 25 sentlik bir tüketimi gerektirdiğini hesaplamaktadır. Jaspers’in (1999) Danimarka örneğinde bulduğuna göre, dolaylı yoldan yapılan tüm enerji harcamaları dahil edildiğinde hizmet sektörü gerçekte üretim sektörü kadar enerji yoğun olmaktadır. Alcantara ve Padilla (2009) İspanya’da hizmet sektörünün emisyonlarda aslan payına sahip olduğunu ve bunun sebebinin hizmet sektörünün diğer kirlenici ekonomik faaliyetlere bağlı olmasından ileri geldiğini söylemektedirler.

Bununla birlikte, hizmet sektöründe çalışanlar maaş alırlar ve bu maaşları üretim sektöründe üretilen ürünleri satın almak için kullanırlar. Maddi olmayan bir ürünün değeri artarsa, bu ürünü satan kişilerin satın alma gücü de artar (potansiyel tekrar

harcama geri-tepme etkisi) ve o ürünü almak isteyen üreticiler daha fazla çalışmak zorunda kalabilir (potansiyel tekrar yatırım geri-tepme etkisi) ve bunların ikisinin de kaynaklar ile ilgili etkisi olur. İnternet reklamcılığı konusunda uzmanlaşan bir şirketin doğrudan ekolojik yoğunluğu görece olarak düşük olabilir, fakat çalışanlarına yüksek maaş verdiği için ve yaptığı reklamcılık arabalar, elbiseler, teknolojik aletler ve çok uzaklarda gerçekleştirilen tatiller gibi malzeme ve enerji açısından yoğun ürünlerin tüketimini artırdığı için doğrudan olmayan ekolojik etkileri göründüğünden daha yüksektir.

Çevresel bir perspektiften baktığımızda, hizmetlerin tümü aynı ölçüde arzu edilir değildir ve hizmetlerin bazı türleri diğerlerinden daha arzu edilir. Belirli bir sektördeki hizmetler genellikle diğer sektörlerde üretim ve tüketime sebep olurlar. Amaçları sanayi ürünlerinin satışını ve madencilik, tarım ve fosil yakıt üretimi gibi sektörlerdeki yatırımları artırmak olan finans ve pazarlama faaliyetlerini düşünün. Bilgi işlem hizmetleri ve yazılım geliştirmesi ile ilgili hizmetler de kar amacı güden şirketlerin planlı eskitme yapmalarına ve daha genel olarak donanımlarda daha hızlı geliştirmeler yapmalarına olanak sağlar. Ya da malzemelere ya da çevre üzerinde etkisi olan araçlara ihtiyaç duyan hizmetleri, mesela kayak yapmak için dağın tepesine sandalye üzerinde

taşınmak ya da bir uçaktan dalış yapmak gibi çevresel etkileri büyük olan malzeme ve araçlara ihtiyaç duyan hizmetleri düşünün. Buna nazaran yoga kulüpleri, çift terapileri ve dağcılık merkezleri doğa üzerinde daha az yoğun etkilere sahi olabilir. Fakat bu kesin olarak böyle değildir. (Aşağıda *Hizmetler de ayak izine sahiptir* bölümüne bakınız).

Hizmet sektörüne kayış potansiyelinin oldukça azalmış olması

Hizmet sektörüne kayış yalnızca kısmi bir ayrıklaşma getirir ve OECD ülkelerinin çoğunda bu zaten gerçekleşmiştir. Bu ekonomilerde hizmetlerin GSMH içindeki payı zaten oldukça yüksektir. Bu bir problemdir, çünkü tam da bu ülkeler kişi başına en yüksek ekolojik ayak izine sahip ülkelerdir ve dolayısı ile etkilerini en fazla azaltması gereken ülkeler bunlardır. Ekonomileri halihazırda büyük oranda hizmet sektörüne kaymış ülkeler (ekonomilerinin %70'ten fazlası hizmet sektöründe olan ülkeler) görece küçük miktarda sanayi sektörünü ellerinde tutmaktadırlar ve bunun daha fazla daralması oldukça zordur.

Bunun sebebi, basitçe, bazı sektörlerin demateriyalize edilememesidir. Tarım, ulaşım ve inşaat için bu böyledir. Bu sektörler emisyon ve malzeme kullanımı bakımından en tepelerde yer almaktadırlar. Çimento güzel bir örnektir. Çimento üretimi sera gazı emisyonlarının %5'ini oluşturmaktadır. Çimento üretim süreci yüksek emisyon ve enerji tüketimi ile gerçekleştirilir ve gittikçe kıt hale gelmekte olan deniz kumu tüketiminin önemli bir miktarını oluşturur (Rubenstein 2012; The Pembina Institute, 2014). İnşaat sektörü çimento yerine başka malzemeler kullanabilir. Fakat hizmet sektörü gıda, konaklama ve ulaşım gibi sanayi bazlı temel ürünlerin yerine ne koyabilir? (Eve pizza sipariş etmek yola, araca ve elbette maddi bileşenler ile üretilen pizzaya ihtiyaç duyar.) Dolayısı ile demateriyalizasyon küresel ekonominin yalnızca sınırlı bir bölümü için geçerlidir ve çevresel baskıların çoğunu çözemez.

Hizmetler de ayak izine sahiptir

Hizmet sektörünün ürünleri sanayi ürünlerine kıyasla daha az doğa yoğun olmasına rağmen maddi bir temele dayanırlar ve çevresel sonuçlara sebep olurlar. Dolayısı ile biyofizik anlamda sınırsız bir değer yaratma sürecinin gerçekleşmesi beklenemez.

UNEP (2014a, p. 70) ayrıklaştırma üzerine raporlarının bir tanesinde hizmetler üzerine yapılan harcamalar ile CO₂ emisyonları arasında doğrusal bir ilişki bulmaktadır. Daha fazla hizmet daha fazla emisyonla sebep olmaktadır.

Gadrey (2008) bu korelasyonu açıklayan 3 faktöre işaret etmektedir. Hizmetler insanların bir yerden bir yere gitmesini gerektirmektedir. Ya üreticiden müşteriye doğru (eve gönderilen kargolar) ya da tersi (okula servisle gitmek gibi). Bu ancak maddi bir altyapı, araçlar ve enerji kullanımı ile mümkündür. Üstelik hizmetler belirli tür maddi alanlar üzerinde kuruludur (üniversite binası, tren istasyonu, havaalanı, hastane, ofisler). Bunların inşası, işletilmesi ve bakımı için malzeme ve enerji gereklidir. Ayrıca maddi aletlere de ihtiyaç duyarlar. Bunların üretilmesi ve kullanımı çevresel anlamda nötr olmaktan çok uzaktır (bilgi işlem için kullanılan aletler, bilgisayarlar, kredi kartı okuyucuları, ekranlar ve monitörler, veri merkezlerindeki soğutma altyapıları).

Malzemeler açısından; bilgisayar, cep telefonları, LED ekranlar, bataryalar ve güneş pilleri gibi bilgi ve iletişim teknolojileri ürünlerini üretmek galyum, indiyum, kobalt, platin gibi kıt metalleri ve bunlarla birlikte nadir toprak elementlerini de içerir. Hizmetlerin genişlemesi daha fazla araçla daha fazla işlemin yapılması anlamına gelir, bu da, daha fazla made-

nin çıkarılması nedeniyle daha fazla çevresel etki demektir. Bu malzeme ihtiyaçları yalnızca daha fazla çevresel etki (bunları elde etmek için yapılan madencilik) anlamına gelmez, aynı zamanda bu malzemelerin sınırlı mevcudiyeti ve sınırlı geri dönüştürülebilirliği (Sebeup 5), malzeme temelli hizmetlerin büyümesi önünde mutlak sınırlar oluşturur. Ekipmanları üretmek için gerekli olan maddi ürünlerin sayısında düşüş olsa da, verimlilikte yaşanan bu kazançlar ekipmanların hacminde gerçekleşen büyüme ve bu ekipmanların kullanım yoğunluğunun artması (Sebeup 2) ile etkisiz hale getirilir çünkü planlı eskitme sebebiyle bu ekipmanların kullanım süreleri düşürülür (Sebeup 5).

Hizmetler enerjiye ihtiyaç duyarlar ve bu enerji yalnızca maddi altyapıyı oluşturmak için gerekli değildir, aynı zamanda hizmetlerin sağlanması için de gereklidir. Enerji yalnızca son kullanıcının kullandığı ekipmanlar için değil (diz üstü bilgisayarlar, akıllı telefonlar, yönlendiriciler), aynı zamanda veri merkezleri ve baz istasyonları gibi (veri taşıyan kablo ve antenler) altyapılar için de gereklidir. Malmodyn et al. (2010) bilgi işlem ekipmanlarının 2007 yılında küresel elektriğin %3,9'unu harcadığını hesaplamaktadır. Bu, küresel sera gazı emisyonlarının %1,3'üne tekabül etmektedir. Başka çalışmalar da benzer sayılara ulaşmaktadır. Örneğin, bilgi tek-

nolojileri sektörü 2007 yılında CO₂ emisyonlarının %2'sini oluşturmuştur (830 MtCO₂). Bunun yarısını bilgisayar ve cihazlar, diğer yarısını veri merkezleri ve telekomünikasyon altyapısı oluşturmaktadır (The Climate Group, 2008). Van Heddeglam et al. (2014)'ün bulduğuna göre, Malmodin et al. (2010)'un tespit ettiği bilgi işlem ekipmanlarının kullandığı %3,9'luk küresel elektrik kullanımı 2012 yılına gelindiğinde %4,6'ya çıkmıştır. Andrae ve Edler (2015)'in tahminlerine göre 2030 yılında bilgi işlem ekipmanları küresel elektriğin %51'ini tüketebilecek olabilir. Bu durumda küresel sera gazı emisyonlarının %23'ünü oluşturacaklardır.

İnternet tek başına dünya enerji tüketiminin %1,5 ila 2'sini oluşturmaktadır (CEET, 2013). Yalnızca tüketici tarafı düşünüldüğünde, Fransa'da en çok ziyaret edilen 100 İnternet sitesi 8,3 Gwh'a, yani 3077 hanenin enerji tüketimine ihtiyaç duymaktadır (WEA, 2014). Bitcoin kaynaklı enerji tüketimi yıllık 69 mTCO₂ emisyonu sebeptir. Bu teknolojinin daha geniş bir şekilde kutlanması ısınmayı 30 yılda tek başına 2°C'den fazla artıracak emisyonu sebeptir (Mora et al., 2018). Carr (2006), Second Life oyunundaki bir avatarın yıllık enerji harcamasının 1752 kWh civarında olduğunu söylemekte ve bunu ortalama bir insan için gerekli olan 2436 kWh ile karşılaştırmaktadır. ABD'deki

müzik endüstrisinin ekolojik maliyetini inceleyen Devine ve Brennan (2019), müzik neredeyse dijital hale gelmesine rağmen bu endüstrinin sera gazı bakımından her zamankinden daha kirletici olduğunu bulmuşlardır: Emisyonlar 1977 yılındaki 140 milyon kg'den 2000 yılındaki 157 milyon kg'ye çıkmıştır. 2016 yılında bu sayının 200 ila 350 kg arasında olduğu tahmin edilmektedir.

Veri merkezlerine sahip ülkelerin mevcut enerji dağılımında fosil yakıtların büyük bir yer kapladığı düşünüldüğünde, bilgi işlem teknolojileri emisyonlara büyük bir katkı yapmaktadır. Greenpeace'in "How Clean is Your Cloud?" (2012) raporuna göre, Facebook serverlarının kullandığı elektriğin %39,4'ü; Apple'ın kullandıklarının %49,7'si kömür santralleri tarafından üretilmektedir. Bu enerji tüketimi, halihazırda yüksek olan bir enerji talebinin üzerine gelmektedir ve enerji sektörünün çevresel etkilerini artırmaktadır. Ve evet, belki de iklim ile ilgili bu etkiler, tüm hizmetler yinelenebilir enerji ile karşılırsa ortadan kalkacaktır. Fakat bunun mümkün olduğunu varsaysak dahi (Sebeup 1), bu durum yine de bir dizi yeni çevresel problem yaratacaktır (Sebeup 3).

Sözde "hizmetler ekonomisi" düşünü-
lenden daha ağır bir biyofizik yük

oluşturmaktadır. Önleyici uygulamaların en acil bir şekilde devreye alındığı ülkelerde hizmet sektörü zaten maksimum düzeyde gelişmiştir. Fakat bu durum çevresel baskıları mutlak manada düşürmemiştir. Üretilen ürünlerden daha düşük olmakla birlikte hizmetlerin de ayak izi vardır. Ve hizmetlerin oluşturduğu ayak izi çok fazla ikame olmadan diğer çevresel baskıların üzerine eklenir. Bunu sebebi, hizmet ekonomisinin maddi ekonominin yerine değil, onun üzerine gelmesidir. Üstelik, reklamcılık ve finansal ürünler gibi hizmetler daha kirletici ürünleri aktif bir şekilde teşvik ederler, bu da, çevresel baskılarda genel bir artışa sebep olur. Tekrar etmek gerekirse, burada amacımız hizmetlere karşı gelmek değildir. Tam tersi, kaynak yoğun sektörlerdeki meslekleri daha emek yoğun işlerle değiştirmek çok önemlidir. Söylemeye çalıştığımız şey, problemlili sektörlerin çevresinde yeni faaliyetler yaratıp bunların bir şekilde diğerlerini ikame edeceğini ummaktansa problemlili

sektörlerin çıktısını doğrudan düşürmek gerektirir.

5. Geri dönüşümün sınırlı potansiyeli

Geri dönüşüm ayrıklaştırma için en fazla savunulan stratejilerden birisidir ve genellikle *döngüsel ekonomi* ile bağdaştırılır. Buna göre, yeni ürünlerin üretimi için gerekli malzemelerin doğadan değil atılmış olan eski ürünlerden elde edilmesi ile kaynak ayrıklaştırması başarılabilir. Geleneksel doğrusal üretim süreci “kapalı devre” (Stahel and Reday-Mulvey, 1981), “sıfır atık” (Palmer, 2005), “beşikten beşiğe” (McDonough and Braungart, 2010) ekonomiye dönüşecektir. Atık ve çıkarma arasındaki döngünün geri dönüşüm yolu ile kapatılması elbette mantıklı bir hedeftir ve teoride ekonominin olabildiğince döngüsel olması beklenir. Burada savunacağımız fikir geri dönüşümün önünde bazı sınırlar olduğu ve bu sınırların hızlıca büyüyen bir ekonomide çabukça aşılmasıdır.

Geri dönüşümün kendisi yeni malzeme ve enerjiye ihtiyaç duyar

Devri-i daim makineleri gerçekte yoktur. Daha iyi geri dönüşümün önemli kazançlar getirebileceği beklense de, geri dönüşüm sürecinin kendisi enerji ve çoğu zaman yeni malzemeye ihtiyaç duyar. Dolayısı ile bu malzemelerin de bir noktada geri dönüştürülmesi gerekir, bu da daha fazla yeni malzemeyi gerekli kılar ve bu böylece *ad infinitum* sürer gider. (Georgescu-Roegen, 1971, sayfa 132’de “ezeli geri çekilmeden” bahsetmektedir.) Bunun anlamı, üstesinden gelinemeyecek doğa yasaları sebebiyle (burada söz konusu olan entropi kanunudur) teknik olarak mümkün geri dönüşüm oranlarının teorik olarak mümkün oranların her zaman daha altında olmasıdır. Üstelik, ekonomik anlamda bir getirisi olacak oranlar teknik olarak mümkün oranların genellikle altındadır çünkü teorik maksimum noktasına yaklaştıkça bir sürecin marjinal maliyetleri artar (Sebeb 1).

Malzemeler zamanla bozulduğu için (entropinin 2. kanunu) aynı malzemeler aynı tür ürünleri üretmek için sınırlı sayıda geri dönüştürülebilirler. Sonrasında daha düşük kalite gereksinimlerine sahip başka ürünleri üretmekte kullanılabilirler. Başka bir şekilde ifade etmek gerekirse, her geri dönüşüm,

er ya da geç, aşığı yönlü geri dönüşümdür. Örneğin, plastik şişeler kıyafetlerde kullanılan plastik liflere dönüştürülebilir ancak tekrar plastik şişeye dönüştürülemezler. Son olarak otoyol kenarlarında gürültü önleyici olarak kullanılırlar. Kağıt selüloz lifleri ancak 3 ila 6 kez geri dönüştürülebilirler. Bu nedenle sürekli olarak yeni liflerle takviye edilmeleri gerekir. Sonrasında kağıt için kullanılmayacak kadar zayıf hale gelirler ve karton kutularda kullanılırlar. Sonrasında ise evlerde izolasyon malzemesi olarak ve en son biyoyakıt olarak kullanılırlar. Tıpkı enerjide olduğu gibi, malzemelerin bu şekilde bozulması bir ekonominin ne kadar döngüsel olabileceği ile ilgili mutlak sınırlar oluşturur.

Giampietro (2019), bu konu hakkında düşünmenin başka bir yolunu önermektedir. Doğa, mevcut kullanım oranlarına göre oldukça yavaş bir tempoda olsa da, bir anlamda bedelsiz olarak tüm malzemeleri geri dönüştürmektedir. Malzeme ve enerjinin ekonominin dışarısında değil içerisinde geri dönüşeceğini söylemek belirli bir enerji faturası anlamına gelir. Her zaman olduğu gibi üretim emek, araç-gereç ve enerji gerektirir. Fakat bu sefer üretilen şey bizzat geri dönüşüm hizmetleridir. Başka bir şekilde ifade etmek gerekirse, ikincil enerji ve malzemeyi ifade eden atıkları geri dönüştürmek için ilksel enerji ve malzeme kaynakları kullanılır.

Ekonominin çevresine oranla küçük olduğu ve ilk enerji ve malzeme akışlarının ikincil akışlardan daha fazla olduğu bir dünyada bir ekonomi gerçekten döngüsel olabilir. Fakat ikincil akım birincisi ile aynı boyuttaysa döngüsellik tehlikeye girer. Yazarın söylediği gibi, “geri dönüşümün potansiyelini belirleyen şey gerekli olan girdi akışları ile ekonomi (teknofer) tarafından oluşturulan atık akışlarının *büyükliğünün*, ilk kaynaklar ile ekolojik süreçlerin (biyosfer) sunduğu atık toplama kapasitesinin *büyükliğüne* oranıdır” (ibid., 149). Ekonomik büyüme ekonominin büyükliğünün çevresine oranla artması ise büyüyen ekonomiler er ya da geç döngüsellığın sınırlarına ulaşacaklardır.

Geri dönüşüm oranları %100 olmaktan uzaktır.

Tabii ki, geri dönüşüm oranlarının yüksek olduğu bir durumda entropi ile ilgili bu argümanların geçersiz olduğu söylenebilir. Geri dönüşüm oranlarının artırılması ile birlikte kaynak kullanımındaki artış miktarı yakalanabilir ve mutlak ayırıklaştırma mümkün olabilir. Fakat burada pratik bir endişe gündeme gelmektedir. Geri dönüşüm oranlarının bu oranda artması ne kadar mümkündür?

İlk olarak geri dönüşümün ekstra enerji gerektirmediğini ve tüm malzemelerin mükemmel bir şekilde geri dönüştürülebildiğini varsayalım. 2005 yılında yıllık 62 Gt malzeme işlenerek 41 Gt çıktı üretilmiştir (19 Gt biyokütle, yem ve besin için; 12 Gt fosil yakıt; 4,5 Gt maden cevheri) (UNEP, 2011). Bu sırada yalnızca 4 Gt malzeme geri dönüştürülmüştür. Bu şaşırtıcı bir sonuç değildir çünkü fosil yakıtlar ve enerji için yakılan biyokütle gibi kimi malzemeler geri dönüştürülemez.¹⁴ Dünya çapında kullanılan toplam kaynağın beşte biri fosil yakıtlardır ve neredeyse yarısı enerji taşıyıcılarıdır. Bir enerji kaynağı olarak yakılan fosil yakıtların ve yem ve gıda olarak kullanılan biyokütlenin %98'i tekrar kullanılamaz ya da geri dönüştürülemez. %100 yenilenebilir enerji tedarikine geçmek bu sorunu çözebilir (ancak elbette bu başka sorunlar yaratmak pahasına olur—Sebepler) fakat bu durumun oldukça uzağındayız.

Bir diğer problem birçok modern ürünün geri dönüştürmek için oldukça karmaşık olmasıdır. Ürünlerin küçültülmesi malzemedен tasarruf sağlayabilir fakat malzemelerin geri dönüşümünü zorlaştırmaktadır ve bu malzemeleri teknik olarak geri dönüş-

¹⁴ Malzemeleri geri dönüşüm çevriminden uzaklaştıran dağıtıcı kullanımlar için de aynı durum geçerlidir. (Örnek: Mürekkep ve boya pigmentlerinde kullanılan nadir metaller, cam ve plastikte kullanılan katkı maddeleri.)

türmenin mümkün olduğu durumlarda (ki bu her zaman mümkün değildir) geri dönüşüm daha maliyetli olmaktadır. Reuter et al. (2018) en modüler akıllı telefonlardan birini (Fairphone 2) incelemekte ve geri dönüşüm ile ilgili en iyi senaryonun ancak %30 oranında bir malzemeyi geri dönüştürebileceğini bulmaktadır. Bu durum yenilenebilir enerji üretmekte ve depolamakta kullanılan teknolojiler için de geçerlidir ve büyük bir problemdir. UNEP'in (2011) tahminine göre özel metallerin %1'den azı geri dönüştürülmektedir.

Üçüncü bir nokta, geri dönüşümde gerçekleştirilen iyileşmelerin yenileme oranlarındaki (planlı eskitme ile artırılan) artışlarla başa çıkıp çıkamayacağıdır. Geri dönüşüm oranları ürünlerin ortalama yaşam süresindeki düşüşten daha yavaş bir şekilde artıyorsa kaynak kullanımı artar. Eğer geri dönüşüm kabiliyeti üretme iradesinden daha düşükse bakiir kaynaklar kullanılmak zorundadır.

Geri dönüştürülecek yeterli atık bulunmamaktadır

Bu son argüman basit bir aritmetik meselesidir. Şimdilik yine geri dönüşüm oranlarının mevcut eğilimlerden çok daha hızlı bir şekilde artacağını varsayalım. (Hatta geri dönüşümün kendisinin enerji ve

yeni malzeme gerektireceği varsayımın gevşetelim.) Bunlar bile, kendi başına, büyüyen bir ekonominin çıktısının devam ettirilmesini garanti altına almaz. Çünkü kaynak kullanımı artan bir ekonomide geri dönüştürülebilir kullanılmış kaynak miktarı büyüme için gerekli olan malzeme miktarından her zaman için daha az olacaktır. Ekonomi genişlemeye devam ettikçe daha önceki dönemlerden elde kalan malzemelerden daha fazla malzemeye ihtiyaç duyulacaktır ve dolayısı ile böyle bir ekonomide geri dönüşüm için elde olacak malzemeler yeterli olmayacaktır. Bu durum, daha küçük olan eski derisiyle daha büyük bir deri yapmaya çalışan bir yılanı andıracaktır.

Grosse (2010)'un gösterdiği gibi malzeme tüketiminin arttığı bir ekonomide geri dönüşüm kaynak tükenişini yalnızca geciktirebilir. Yazar, dünya çapındaki en iyi geri dönüştürülebilir malzeme olan çelik örneğini incelemektedir. Mevcuttaki %62 geri dönüşüm oranıyla ve yıllık %3,5 oranında kullanım artışıyla geri dönüşüm tükenmeyi yalnızca 12 yıllık bir süre erteleyebilmektedir. Kullanım oranlarını aynı seviyede tuttuğumuzda geri dönüşüm oranlarımızı %90 oranlarına çıkarsak dahi bu durumda nihai tüketim ancak 7 yıl ertelenecektir

Arnsperger ve Bourg (2017, p. 73), Grosse (2010)'un hesaplamasını bakıra uyarlamaktadır. Bakırın ekonomi içinde geçirdiği süreyi 40 yıl

olarak varsaymaktadırlar ve bakırın %60'ının mevcut teknolojilerle geri dönüştürülebileceğini varsaymaktadırlar. 1975 yılında kullanılan 6 milyon ton bakırın 2015 yılında 4 milyon tonu geri dönüştürülebilir. Fakat yıllık bakır tüketimi son 40 yılda 16 milyon ton civarına çıkmıştır ve geri dönüşüme rağmen 12 milyon ton hiç kullanılmamış bakırın çıkarılması gerekmektedir. Bu durumda, hayali bir %100'lük geri dönüşüm oranı varsayıldığında dahi çıkarılan bakır miktarının bu süre zarfında iki kat artması gerekecekti.

Geri dönüştürülebilecek ürünlerin sınırlı miktarda bulunmasını daha da kötüleştiren şey tüm kaynakların önemli bir miktarının altyapıda kullanılması ve uzun süre orada kalmasıdır. De Decker (2018) basit bir hesaplama önermektedir. 2005 yılında dünyada 62 Gt doğal kaynak kullanılmıştır: 4 Gt; bir yıldan daha az süre dayanan tek kullanımlık ürünler ve 26 Gt; binalar, altyapı ve tüketim mallarında kullanılan ve bir yıldan fazla dayanan ürünler. Aynı yıl, 9 Gt kaynak, üretim sürecinde tüketilmiştir. Yazarın hesaplarına göre ikinci yılın başında elde olan geri dönüştürülebilir malzeme miktarı 13 Gt'dur (4 Gt tek kullanımlık ürünler + 9 Gt artık kaynaklar) ve bunların yalnızca üçte biri verimli bir şekilde geri dönüştürülebilir. Bu miktarın bir önceki yıldaki 62 Gt miktarı üretmeye

yetmeyecek olduğu açıktır. Büyüyen bir ekonomideki miktarlar için hiç yeterli olmayacağı daha da açıktır.

Sonsuza kadar büyüyen döngüsel bir ekonomi aritmetik olarak imkansızdır ve kavramsal anlamda çelişkilidir. Geri dönüşüm, tek başına, genişlemede olan maddi bir ekonominin kaynaklarını karşılamakta yetersizdir. Sonuç olarak, burada amacımız geri dönüşümün faydasını ve uygunluğunu tartışmak değildir. Geri dönüşüm, büyümeyen bir ekonomide hayati bir rol oynayabilir. Bizim vurgulamaya çalıştığımız şey ayrıklaştırma ile ilgili umutların geri dönüşüme bağlanmasının yanlışlığıdır. Gerçek, geri dönüşüm oranlarının halihazırda düşük olduğu ve oldukça yavaş bir şekilde yükseldiğidir. Geri dönüşüm süreçleri genel olarak hala büyük oranda enerji ve kullanılmamış ham madde gerektirmektedir. Üstelik geri dönüşümün artan bir tüketim bağlamında yenileme oranlarına yetişmesi matematiksel olarak mümkün değildir.

6. Yeterli ve uygun olmayan teknolojik değişim

Ayrıklaşmanın gelecekte gerçekleşmesinin mümkün olup olmadığına dair tartışma, temelde, teknolojik inovasyonun potansiyeline dair bir tartışmadır. Ayrıklaştırma henüz gerçekleşmemiş olabilir ve ekonomik büyüme biyofizik anlamda sınırlandırılmış olabilir çünkü yeni malzemeler elde etmenin maliyeti artmaktadır (Sebep 1), öngörülemeyen şekilde başka problemler ortaya çıkmaktadır (Sebep 3), ekonomik büyüme için maddi altyapı gereklidir (Sebep 4) ya da geri dönüşümün potansiyeli sınırlıdır (Sebep 5). Fakat yeşil büyüme ile ilgili söylem gelecekte gerçekleşecek inovasyonların tüm bu problemleri çözeceği varsayımına dayanmaktadır. Bize göre, bu varsayımsal argümanın teknolojik değişimin amaçları, ortaya çıkardığı beklenmeyen sonuçlar ve hızı ile ilgili bazı eksikleri bulunmaktadır. Basitçe söylemek gerekirse teknolojik gelişme (1) üretimin ekolojik sürdürülebilirlik ile ilgili faktörlerini hedeflememekte ve çevresel baskıları azaltan yeniliklere yol açmamaktadır; (2) diğer arzu edilmeyen teknolojileri ortadan kaldırmadığı için yeterince bozucu değildir ve (3) mutlak, küresel, sürekli ve yeterince büyük ve hızlı bir ayrıklaştırmayı gerçekleştirecek kadar hızlı değildir. Bu-

rada inovasyonun kendisine karşı çıkmıyoruz. Söylemek istediğimiz şey teknolojik yenilenmenin çevresel problemleri adreslemeye geldiğinde çoğunlukla etkisiz olduğu ve gelecekteki teknolojik yenilenmenin potansiyelinin büyük bir olasılıkla çok sınırlı ve her durumda belirsiz olduğudur. Teknolojik inovasyonun çevresel problemlerin her türlü çözümünü sunacağını beklemek çok yüksek ve makul olmayan bir risk gibi durmaktadır.

Gerekli inovasyonların ortaya çıkmaması

İnovasyon ekolojik sürdürülebilirlik açısından kendi başına iyi bir şey değildir. Arzu edilebilir inovasyon eko-inovasyondur ya da “ilgili alternatiflere nazaran çevresel risk, kirlilik ve diğer negatif etkilerde düşüşe sebep olan yeniliklerdir” (Kemp and Pearson, 2008, p. 5). Fakat bu, mümkün olan inovasyonlar içinden sadece bir tanesidir. Genellikle, firmalar karlarını maksimize etmek amacıyla üretim faktörlerinin en pahalı olanlarından tasarruf etmek adına inovasyona yönelirler. Emek ve sermaye doğal kaynaklara göre daha pahalı olduğundan, daha fazla teknolojik gelişme emek ve sermaye tasarrufu yapan yeniliklere gidecektir ve kaynak verimliliği açısından çok az gelişme kaydedilecektir.

Üstelik emek ve sermayede gerçekleşen tasarruf daha fazla üretime yol açarak mutlak etkilerde bir artış oluşturacaktır. Teknolojik inovasyon emek ve sermaye tasarrufuna katkıda bulunurken kaynak kullanımını ile çevresel bozulmada bir etki yapmazsa ayrıklaştırma gerçekleşmeyecektir.

Diğer bir konu, teknolojilerin yalnızca çevresel problemleri çözmemeleri aynı zamanda yeni problemler yaratmalarınıdır. Kaynak üretkenliğinin emek ve sermaye üretkenliğinin önüne koyulduğunu varsaydığımız bir durumda dahi teknolojik inovasyon daha fazla tahribat oluşturabilir. Örneğin, madencilik süreçleri üzerinde yapılan inovasyonlar kaynakların yerinin daha iyi tespit edilmesine (görüntüleme teknolojileri ve veri analizi), daha efektif bir şekilde çıkarılmalarına (yatay sondaj, hidrolik kırma ve otomatik sondaj işlemleri) ve taşınmalarına (Kuzey Kutbu'ndan geçen nakliye rotaları) yol açabilir. Bu inovasyonlar kaynak kullanımını hedefleyebilir fakat sonuçlar ayrıklaştırmanın hedeflerinin tam tersidir, yani daha fazla malzeme çıkarılmasıdır. Ve bu noktada yeni teknolojilerin geliştirilmesine genellikle eşlik eden (Grunwald, 2018) öngörülme yan etkilerden bahsetmiyoruz dahi.

Yeteri kadar bozucu değil

Bir diğer problem zararlı teknolojilerin yer değiştirmesi ile ilgilidir. Yeni teknolojilerin ortaya çıkması (inovasyon) yeterli değildir, aynı zamanda eski teknolojilerin de yerine geçmelidirler (Kimberly, 1981). Gereklili olan Şey bir “itme ve çekme stratejisidir” (Rockström et al., 2017). Yani, evre dostu teknolojiler topluma doğru itilmeli ve fosil tabanlı altyapılar gibi zararlı olanlar toplumun dışına çekilmelidir.

İlk olarak, böyle bir süreci tetiklemek gerçekte yavaş ve zordur. En kirletici altyapılar (enerji santralleri, binalar ve Şehir yapıları, ulaşım sistemleri) büyük yatırımlar gerektirir ve inşa edildikten sonra atalet ve kilitlenme yaratırlar (Antal and van den Bergh, 2014, p.3). rnek olarak dünya enerji tüke-timinin ve sera gazı emisyonlarının büyük kısmını oluşturan enerji, binalar ve ulaşım sektörünü ele alalım. Bir nükleer ya da kömür santralinin yaşam süresi 40 yıl civarındır. Binalar da bir o kadar yaşam süresine sahiptir. Bir otomobilin ortalama yaşam süresi 12-15 yıldır ve bu süre bir inovasyonun otomobil stokunda yayılması için gereklidir. Petrol istasyonlarının oldukça yaygın olması benzinle çalışan otomobillere altyapısal bir avantaj sağlar. Bu durum elektrik, gaz ya da hidrojenle çalışan araçlar için tam tersidir çünkü bu araçlar yeni ve farklı bir destekleyici

altyapı gerektirir. Bir otoyol ve nükleer güç santrali inşa etmek bu altyapılar ayakta kaldığı müddetçe emisyon üretmek için yapılan bir taahhüttür. Davis ve Socolow (2014) “taahhüt edilen emisyonlar”dan bahsetmektedir.

Enerji bu konuda iyi bir örnektir. Daha fazla yenilenebilir enerji kullanmak daha az fosil yakıt kullanmak demek değildir. Enerji kullanımının tarihi, yeni enerji türlerinin birbirinin yerini almasının değil, yeni enerji kaynaklarının birbirinin üzerine eklenmesinin tarihidir. Yeni enerji kaynakları keşfedilip, geliştirilip, kullanıldıkça kaynakların kullanımı azalmaz, bunun yerine toplam enerji kullanımı enerji karışımı pastasının üzerine yeni dilimlerin eklenmesiyle artar. York (2012)’nin hesaplamalarına göre, fosil olmayan kaynaklardan kullanılan her bir birim enerji bu enerjinin fosil kaynak karşılığında dörtte bir oranından daha az enerjiyi yerinden etmektedir. Bu durum, yenilenebilir kaynakların genişlemesinin fosil yakıt kullanımını azaltmanın çok uzağında olduğunun ampirik bir kanıtını sunmaktadır. Kömürün küresel enerji karışımındaki oranı petrolün gelişinden beri azalmıştır fakat bu, kömürün kullanımında gerçekleşen mutlak artışa rağmen gerçekleşmiştir (Krausmann et al., 2009).

Üstelik, tüm fosil enerjiler yerine yenilenebilir enerjilerin ikame edilmesi kararı gerçekleştirilse

dahi, bu sürecin yeteri kadar hızlı gerçekleşebileceği şüphelidir—maddi gereklilikler düşünüldüğünde gerçekleşebileceği dahi şüphelidir. (IRENA, 2018), yakın dönemli bir çalışmada, 2°C ısınma hedefi ile uyumlu sürekli bir GSMH büyümesinin 2050 yılına kadar ek olarak 12.200 GW güneş ve rüzgar kapasitesi gerektireceğini hesaplamaktadır. Bu, yenilenebilir enerji ekleme kapasitesinin 2,3 ila 4,6 kat artması anlamına gelmektedir. Çalışma, enerji yoğunluğunda yıllık %2,8 bir düşüş varsaydığı için (şu ana kadar gerçekleşenin iki katıdır) ve 2°C hedefine odaklandığı için (daha iddialı olan 1,5°C değil) yenilenebilir enerjinin yaygınlaşma hızının çok daha hızlı olması gerektiği düşünülebilir. Örneğin Garrett (2012), mevcut oranlarda istikrarlı bir şekilde büyümekte olan bir enerji talebinin karbondan arındırılması için her gün bir nükleer santral (ya da bunun yenilenebilir enerjideki karşılığının) inşa edilmesi gerektiğini hesaplamaktadır.

Yeni teknolojilerin mevcut teknolojileri yerinden etmediği fakat onların üzerine eklendiği bu süreç yalnızca enerjiye özgü değildir, başka birçok sektörde daha gözlenmektedir. Bilgisayarlar kağıtların olmadığı ofislere sebep olmamıştır çünkü kağıtlar ve bilgisayarlar birbirini tamamlamaktadırlar (York, 2016). İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra icat edilen yapay kauçuk, doğal kauçuğun üretim ve tüketiminin 20.

yüzyıl boyunca artmasını önleyememiştir (Cornish, 2001). Benzer şekilde, polyester ve naylon gibi sentetik kumaşlarda yaşanan patlama doğal kumaşların üretimini durdurmamıştır. Sentetik kumaşların yıllık üretimi, 1950'deki 2 Mt'nun altından günümüzde 60 Mt'dan daha yüksek bir sayıya çıkarırken, doğal kumaşların üretimi de üç katından fazla artarak, iklim koşullarındaki değişikliğe bağlı olmakla birlikte yıllık 10 Mt'nun altından yaklaşık 30 Mt'a çıkmıştır. (The Fiber Year, 2016). Tüketimdeki artış ikamenin çok üzerinde olmuştur.

Yeterince hızlı değil

Geçen on yıllarda gerçekleşen teknolojik değişim ışığında, yüksek gelirli ve büyük ayak izine sahip ekonomilerin mutlak anlamda ayrışması için gerekli olan gelişim oranının günümüzde ve geçmişte gerçekleşen teknik ilerlemeyle orantısız olduğu görülmektedir.

Karbon emisyonları örneğini inceleyelim. Jackson (2016, pp. 96-100) muhtelif birkaç basit ayrıştırma senaryosunu incelemektedir. İlk temel senaryo şu şekildedir: Yıllık küresel kişi başına ekonomik büyümenin %1,3 olarak devam etmesi, nüfusta artışın beklendiği gibi %0,8 olması ve karbon yoğunluğundaki yıllık ortalama düşüşün 1990 yılın-

dan beri gözleendiği şekilde %0,6 olarak gerçekleşmesi karbon emisyonlarının yıllık %1,5 artışı ile sonuçlanacaktır ($\%1,3 + \%0,8 - \%0,6 = \%1,5$). Günümüzdeki seviyeye kıyasla ve mevcut GSMH ve nüfus varsayımları içerisinde 2050 yılında emisyonları %90 oranında düşürmek için emisyon yoğunluğunun 2050 yılına kadar her yıl %8 oranında düşmesi gerekir. Bunun anlamı ekonomik çıktının karbon içeriğinin 20 gCO₂/US\$ seviyesine düşürölmesi gerekliliğidir. Bu sayı günümüzdeki sayının (497 g/CO₂/US\$) 1/26'sı demektir. Buna karşılık küresel ekonominin karbon yoğunluğu 1965 yılındaki 760 g/CO₂/US\$ seviyesinden 2015 yılındaki 500 g/CO₂/US\$ seviyesine düşmüştür. Yani yıllık bazda yalnızca %1'lik bir düşüş.

Daha iddialı birçok senaryo düşünölebilir¹⁵ fakat mesaj açıktır: İklim değişikliğini önlemek için

¹⁵ Yukarıda bahsedilen temel senaryoda karbon bütçesi 2025 yılında tamamen kullanıldığı için yazar ikinci bir senaryoda, her şey eşit kalmak şartıyla, %95'lik bir düşüş için gerekli olacak gereksinimleri hesaplamaktadır. İyileştirme oranı, karbon yoğunluğunda her yıl için %10'luk bir düşüşe yükselmektedir, ancak karbon bütçesi yine de 2020'lerin sonunda tükenmektedir. Bunu önlemek için üçüncü bir senaryo hedef yılı 2050 yerine 2035'e kaydırmaktadır ve bunu gerçekleştirmek için gerekli olan teknolojik değişimin hızı %90 düşüş için %13, %95 düşüş için %15 olmaktadır. 4. senaryo düşük gelirli ölkelerin yüksek gelirli ölkelere yetişmesini öngörmektedir. (Zengin ölkelerde gerçekleşecek %2 genişleme ile, iki gelir seviyesinin eşitlenmesi için fakir ölkelerin %7,6 oranında büyümesi gerekmektedir). Bu koşullar altında %95'lik

yalnızca teknolojiye bel bağlamak olağanüstü seviyelerde eko-inovasyon iyileştirmeleri gerektirmektedir. Mevcut trendler bu seviyelerde bir gelişmeye teka-bül etmemektedir ve bildiğimiz kadarıyla türümü-zün tarihinde böyle bir şey gerçekleşmemiştir. Teknolojik gelişmede bu tarz bir ivmelenme özellikle ta-kip eden faktörler düşünülüğünde pek mümkün gö-zükmemektedir:

İlk olarak, küresel karbon yoğunluğunda gerçek-leşen iyileşme yüzyıl dönümünden beri yavaşlamak-tadır. 1960-2000 arasında ortalama %1,28 olan bu iyileşme, 2000-2014 arasında %0'a düşmüştür (Hic-kel and Kallis, 2019; pp. 8-9). Bakış açımızı inovas-yonların çoğunlukla gerçekleştiği yüksek gelire sa-hip OECD ülkelerine daralttığımızda dahi, CO₂ yo-ğunluğundaki iyileşme oranı %1,91'den (1970-2000) %1,61'e düşmektedir. Bu oranlar bırakın 1,5°C hede-fini, 2°C hedefi için dahi gerçekleştirilmesi gereken emisyon azaltma oranlarının çok altındadır.

Bu ampirik gözlem teori anlamında bir sürpriz değildir. Teknolojik inovasyon sürdürülebilirlik problemlerinin uzun vadeli çözümü açısından

bir düşüş gerçekleştirmek için karbon yoğunluğunun 2 gCO₂/\$ olması gerekmektedir. Bu oran, günümüzdeki oranın 1/250'sidir. Bu hedeflerin 2035 yılında yakalanması için karbon yoğunlu-ğunun her yıl ortalama %18 oranında düşmesi gerekmektedir. Bu sayı günümüzdeki değişim oranının 100 katıdır.

sınırlıdır çünkü teknolojik gelişmenin kendisi azalan getiri eğilimine tabidir (Sebec 1). Strumsky et al., (2010), ABD’de 1970-2005 arasındaki mucit başına patent verilerini inceleyerek, inovasyon üretkenliğinin zamanla düştüğünü kanıtlamaktadır. Bu durum güneş ve rüzgar enerjisi sektörlerinde geçerli olduğu gibi inovasyon potansiyelleri sürekli övülen bilgi teknolojileri için de geçerlidir. “Erken çalışmalar ucuz fakat geniş bir uygulama alanına sahip problemleri çözerler. Daha sonra problemler artan oranda dar kapsamlı ve çözülmesi zor bir mahiyet kazanır. Araştırma gittikçe artan bir ölçüde karmaşık ve pahalı hale gelir [...]” (ibid., 506). Toplam faktör verimliliğinin 1750-2015 arasındaki değişimine dayanan Bonaiuti (2018), insanlığın inovasyon alanında düşen marjinal getiriler periyoduna girdiğini söylemektedir.

Özetlemek gerekirse, teknoloji her derde deva değildir. Gelecek günlerin uzun vadede inovasyon anlamında ne getireceğini tahmin etmek mümkün değildir. Fakat teknolojik değişimin gerekli olduğunu söylediğimiz tarzda bir ayrıklaştırmayı destekleyeceğine dair şüpheler ciddidir ve oldukça fazladır. İlk olarak, GSMH ve çevresel baskılar arasındaki bağı kopartabilecek birçok teknoloji birkaç on yıldır bulunmaktadır, fakat yalnızca oldukça küçük etkilere yol açmışlardır. Daha önemlisi, inovasyonların hepsi daha

fazla ekolojik sürdürülebilirlik yönünde olmamaktadır. Kapitalist ve büyüme odaklı bir ekonomide inovasyon, genellikle kar getirecek fırsatlara yönelir ve yalnızca kısmen sürdürülebilirliği hedefler. Bu bağlamda, inovasyonların çoğu GSMH'nin artmasına sebep olabilir fakat yalnızca bazıları çevresel baskıların azaltılmasını sağlar. Gelecekte gerçekleşecek teknolojik değişimler, geri-tepme etkisi ile etkileri ortadan kaldırılmazsa (bakınız sebep 2) ve problemin başka alana taşınmasına sebep olmazlarsa (Sebep 3) bazı iyileştirmelere yol açabilirler. Teknolojik evrimin geçmişteki ve şimdiki gidişatı, çevresel krizin gerekli kıldığı acil ve radikal değişimler ile uyumlu değildir ve iyileştirmelerin azalan marjinal faydaya (Sebep 1) sahip olması gelecek ile ilgili iyimser olmayı zorlaştırmaktadır.

7. Maliyetlerin yer değiştirmesi

Erken sanayileşmiş uluslarda gerçekleştiği söylenen ayrıklaşma yalnızca bu ülkeler biyofizik açıdan yoğun üretimlerini başka ülkelere kaydırduğunda gerçekleşmektedir. Bu sızıntı etkisi¹⁶ –bazen “yükün ta-

¹⁶ Çoğunlukla karbona odaklandığı için bu kavrama ampirik

şınması yoluyla ayrıklaştırma” (UNEP, 2014a) ya da “sanal ayrıklaştırma” (Moreau and Vuille, 2018) adıyla da anılır– bilinçli ya da bilinçsiz olarak gerçekleştirilebilir (Peters, 2018). Üretimde gerçekleşen coğrafi yer değiştirme daha az katı çevresel regülasyonlara sahip bölgelere doğru açık bir tercih ile gerçekleşiyorsa kasıtlı ya da doğrudan olduğu söylenir. Bu duruma “kirlilik cenneti hipotezi” adı verilir. Eğer yer değiştirme daha geniş faktörler (ücretlerdeki farklar, sanayi kapasitesi, kaynaklara erişim veya teknoloji vb.) sebebiyle oluyorsa kasıtsız ya da dolaylı olduğu söylenir. Bu önermeden hareketle, küreselleşmenin kirlilik yaratıcı faaliyetlerin en az regülasyona sahip ülkelerde (bunlar genelde düşük gelire sahip ülkelerdir) toplanmasına sebep olacağı varsayılır. Başka bir deyişle, ticaret, belirli bölgelerdeki ayrıklaşmanın başka bölgelerde çevresel baskıların artması pahasına gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Yani yüksek tüketime sahip ülkeler üretimin çevresel maliyetlerini düşük tüketime sahip ülkelere ihraç etmektedirler. (Bu sebeple ürünlerde içkin bulunan mali-

literatürde “karbon sızıntısı” adı verilir. “Sızıntı” terimi süreci depolitize ettiği için Kapp (1950) ve dünya-sistemi analizi ekolünü takip ederek bu sürece çevresel maliyet kaydırması adımı veriyoruz. Çünkü söz konusu süreçte zengin uluslar tüketimlerinin çevresel maliyetlerini sistematik bir şekilde fakir ülkelere yıkmaktadırlar.

yetlerden bahsedilmektedir. İçkin emisyonlar, içkin enerji gibi.)

Çevresel maliyetlerin yer değiştirmesinin ampirik kanıtları

Ticaretteki içkin çevresel baskılar üzerine ampirik literatür oldukça tutarlıdır. İçkin karbon üzerine yapılan çalışmaları inceleyen Sato (2014), uluslararası ticaret bünyesinde büyük ve gittikçe büyümekte olan içkin karbon bulmuştur. 2006 yılında küresel emisyonların dördte biri içkin karbondan oluşmuştur. Peters et al. (2011), 113 ülke hakkındaki verileri inceleyerek uluslararası ticaret yolu ile yüksek gelirli ülkelerden düşük gelirli ülkelere giden net emisyon transferlerinin 1990-2008 arasında dört kat arttığını bulmuştur.

Bu durum yalnızca emisyonlar için geçerli değildir, kaynaklar için de geçerlidir. 1997-2001 arasında küresel su ayak izinin %16’sı küresel ticarete içkin olarak gerçekleşmiştir (Hoekstra and Chapagain, 2007). Uluslararası ticarete içkin olan ham madde 1990-2010 arasında gerçekleşen küresel malzeme tüketimindeki artışın %30’unu oluşturmuştur. “Bu etki, malzeme verimliliği daha az olan ekonomilerin küresel üretime olan katkılarının artışı sebebiyle olmuştur” (Plank et al., 2018, p. 19). Ben-

zer şekilde, Schandl et al. (2018, p. 8) küresel malzeme verimliliğinin düştüğünü söylemektedir. Bunu sebebi “ekonomik faaliyetin Japonya, Güney Kore ve Avrupa gibi malzeme verimliliğinin oldukça yüksek olduğu bölgelerden Çin, Hindistan ve Güneydoğu Asya gibi oldukça düşük olduğu ülkelere kaymasıdır.”

Örneğin, 2011 tarihli bir OECD raporuna göre Almanya, Kanada, İtalya ve Japonya 1980 yılından itibaren malzeme tüketiminde mutlak ayrıklaştırma sağlamıştır (OECD, 2011). Fakat Bednik (2016, p. 107)’in de işaret ettiği gibi, raporun yazarları, bu ayrıklaştırmanın “bazı bölümlerinin” üretim faaliyetlerinin gelişmekte olan ülkelere ihraç edilmesi yolu ile gerçekleştirildiğini söylemektedirler (OECD, 2011, pp.15-16). Brüt kaynak kullanımı (üretim odaklı bir bakış ile ölçülür) ve net kaynak kullanımı (tüketim odaklı bir bakış ile ölçülür) arasındaki fark 2004 yılında Almanya için %27,7; İtalya için %24,7 olmuştur ve Fransa için %44 gibi oldukça yüksek bir oranda gerçekleşmiştir (Laurent, 2012).

Daha genel olarak, Davis ve Caldeira (2010) zengin ülkelerde üretim ve tüketim emisyonları arasındaki farkın %30’lar civarında olduğunu tahmin etmektedirler. Bazı çalışmalarda gerçekleştiği iddia edilen mutlak ayrıklaştırma oranları ile karşılaştırıl-

diğında, yalnızca maliyetlerin yer değiştirmesi dahi bu gözlemleri açıklamakta yeterlidir.¹⁷

Maliyetler neden yer değiştirmektedir?

Ampirik olarak gözlemlenen maliyetlerin yer değiştirmesi teorik açıklamasını dünya-sistemi analizinde ve bağımlılık teorisinde bulmaktadır (Amin, 1976; Emmanuel, 1972; Wallerstein, 1974). Bu geleneğe dayanan Hornborg (1998, p. 38) bu sürece “ekolojik olarak eşit olmayan alış-veriş” adını vermektedir. “Bir alış-veriş ilişkisi, gönüllü bir şekilde yürütüldüğünde dahi, bir tarafın kaynaklarının, bağımsızlığının ve gelişme potansiyelinin sistematik bir şekilde zarar görmesine sebep olabilir.” Bu perspektife göre dünya çekirdek, yarı-çevre ve çevre ülkelerine ayrılmaktadır. Çekirdek ülkeler diğerlerinden zenginlik ithal etmek ve olumsuzlukları diğerlerine ithal etmek gücüne sahiptir.

¹⁷ Druckman et al. (2008, p. 594) İngiliz ithalatında içkin bulunan emisyonları inceledikleri çalışmalarında şu sonuca varmaktadırlar: “Birleşik Krallık’ın karbon azaltma hedeflerine yönelik herhangi bir ilerleme (üretim perspektifinden bakıldığında böyle bir ilerleme var gibi gözükür) tüketim perspektifinden bakıldığında tamamen ortadan kalkmaktadır.”

Emmanuel (1972) emek ücretlerindeki farklılıkların *içkin emeğin* nasıl en fakir ülkelerden en zengin ülkelere net transferine sebep olduğunu göstermektedir. Ayırıklaştırma için önemli olan şey, aynı mekânın malzeme, enerji ve kirlilik için de geçerli olduğudur. Eğer en fazla kirliliğe sebep olan şeyi başka yerde üretmek mümkünse, bu durumda, çevresel zararın küresel Kuzey’den küresel Güney’e net bir transferi gerçekleşecektir. Ayırıklaştırma dilinde bunun anlamı *çekirdek* ülkelerin kendilerini *çevresel* ülkelere kıyasla ekolojik bir borç içinde bulmalarındır.

Dünyanın belirli bölgelerindeki ayırıklaştırma “yemel bir illüzyon” (Hornborg, 2016, p. 115) ya da “coğrafi bir illüzyondur” (Fischer-Kowalski an Amann, 2001). Bu sonuca sebep olan süreç “çevresel yükün yer değiştirmesi” (Muradian et al., 2001) ya da “malîyetlerin yer değiştirmesidir” (Kapp, 1950). Bu yer değiştirme bir yerden başka bir yere ya da günümüzden geleceğe doğru olabilir. Bu düşünce çizgisini takip eden Hornborg (2019, p. 5), modern teknolojinin “basit bir şekilde bir yaratıcılık olarak değil, emek ve toprağa el koymak ile alakalı toplumsal bir strateji” olarak düşünülmesi gerektiğini söylemektedir. Elektrik süpürgesi evi temizlerken bize zaman kazandırıyor olabilir, fakat bu , başka birilerinin o elektrik süpürgesini üretmek için zaman ve enerji harcaması

ve birçok insanın bu üretim için gerekli malzemeleri çıkarması ile mümkündür.

Bir ülkede gerçekleşen ayrıklaştırma başka bir ülkede gerçekleşen bağlanma sonucu oluşuyorsa, hele de bağlanmanın gerçekleştiği ülke ayrıklaşmanın gerçekleştiği ülkeden daha fakirse burada kutlanacak bir şey yoktur. Gerçekleştiği söylenen ve kutlanan birkaç yerel ayrıklaştırma örneği (ki zaten istisna örneklerdir) Bölüm 2’de gösterdiğimiz gibi çoğunlukla çevresel baskıların başka yerlere taşınmasıdır. Eğer durum buysa ekolojik sürdürülebilirlik ancak kirletici üretimin düşürülmesi yolu ile sağlanabilir. Bu sebep belki de en büyük sorunlardan birisidir. Bireyler, firmalar ve ülkeler maliyet rekabeti içerisinde buldukları sürece ekolojik maliyetleri halının altına süpürmek motivasyonunda olacaklardır. Bu durumda ayak izlerinin azalması istatistiksel bir numaradan ibaret olacaktır.

3. Bölümün sonuçları

Bu bölümde ayrıklaştırma konusunda şüphe duymamıza neden olan bazı sebepler öne sürdük: (1) Artan enerji harcamaları, (2) Geri-tepme etkisi, (3) Problemin yer değiştirmesi, (4) Hizmetlerin hafife alınan etkileri, (5) Büyüyen bir ekonomide geri dönü-

şümün sınırlı potansiyeli, (6) Yeterli ve uygun olmayan teknolojik değişim ve (7) Maliyetlerin yer değiştirmesi. Bunların hepsi tek başlarına dahi ayrıklaştırmanın ve “yeşil büyümenin” mümkün olup olmadığı hakkında şüpheler uyandırmaktadır. Hepsi birden düşünüldüğünde ayrıklaştırma hipotezi tamamen gerçek dışı değilse dahi oldukça şüpheli gözükmektedir. Politika oluştururken bu tablo düşünülmeli ve gerekli sonuçlar çıkarılmalıdır. Güvenli tarafta kalmak prensibinden hareketle yüksek gelirli ülkelerde, özellikle de AB’de, sürekli bir ekonomik büyüme anlayışı terk edilmelidir. Yukarıdaki argümanların her birine karşı uygun ve ikna edici cevaplar getirilmediği sürece ayrıklaştırma kavramı politika yapımı için pek bir anlamı olmayan dayanaksız bir inançtan başka bir şey değildir.

Sonuçlar: Yeşil Büyümeyle Elveda

Bu rapor bazı konulara açıklık getirmeye çalıştı. İlk olarak ayrıklaştırma hakkındaki bilimsel çalışmalar ve bilimsel tartışmalar tanımlamanın nasıl yapıldığı hakkında açık olmalıdır (*görece mi mutlak mı, kaynak kullanımıyla mı etkilerle mi ilgili, küresel mi yerel mi, geçici mi sürekli mi?*) ve mevcut çevresel eşikler ve politik hedefler ile ilgisi net olarak belirlenmelidir. Hedefe ulaşmak için *yeterli* büyüklükte midir? Yükümlülüklerin ve faydaların dağıtımında *adaletli* midir?

İkinci bölümde, yeşil büyümeyle politik bir strateji olarak meşrulaştıracak kanıtları araştırmak için ayrıklaştırma üzerine ampirik literatürü inceledik. Bulduğumuz şey açıktır: Ayrıklaştırma literatürü iğne olmayan bir samanlıktır. İncelediğimiz hiçbir çalışmada ayrıklaştırma stratejisine şu anda bağlanan umutları haklı çıkartacak bir şey bulamadık. Genel olarak, yeşil büyümenin mevcut çevre krizini

efektif bir şekilde çözeceğini gösteren ampirik kanıtlar kesinlikle yeterli değildir.

Burada vurgulanması gereken şey ayrıklaştırmanın yeni ve hiç denenmemiş bir strateji olmadığıdır. En azından OECD ve Avrupa Komisyonu ülkeleri için 2001 yılından beri temel sürdürülebilirlik planıdır ve 1990'dan beri bu iki kurumun üyelerinin çevre ve sanayi politikalarının anahtar unsurlarıdır. Ayrıklaştırma inovatif bir strateji değildir, Avrupa Birliği'nde son dönemde yapılanların bir devamıdır. Ayrıklaştırma stratejisinin 2. Bölümde sergilenen zayıf karnesi bu stratejinin yakın ve orta vadede gerçekleştirilecekleri ile ilgili ciddi şüpheler uyandırmaktadır. Son yirmi yıl bir deneme dönemi olarak alınırsa ayrıklaştırmanın, vadettiği ekolojik sürdürülebilirliği sağlayamadığı kabul edilmelidir.

Son olarak, ayrıklaştırmanın gelecekte oluşabileceğinden şüphe duymak için bazı sebepler olduğunu söyledik. (1) Artan enerji harcamaları, (2) Geri-tepme etkisi, (3) Problemin yer değiştirmesi, (4) Hizmetlerin hafife alınan etkisi, (5) Geri dönüşümün kısıtlı potansiyeli, (6) Yeterli ve uygun olmayan teknolojik gelişme ve (7) Maliyetlerin yer değiştirmesi. Bunların her biri tek başlarına ve birlikte çok daha güçlü bir şekilde “yeşil büyümeyi” imkansız hale getirmektedir. Buradaki fikir, verimlilikteki iyileştirmelerin gereksiz olduğu

değildir. Bu bağlamda UNEP'in 2014a raporundaki ayrıklaştırma hedefli politikaları destekliyoruz. Fakat bunların, sürekli büyümekte olan ekonomik bir metabolizmayı biyofizik temelinden mutlak, küresel ve ezeli olarak koparacağına dair teorik ve ampirik kanıtların olmadığını söylüyoruz. GSMH ile çevresel baskıların tarihsel korelasyonuna bakıldığında ve kaynak kullanımı ile çevresel bozulmanın gereken kapsamda ve hızda azaltılması için gerekli teknolojik gelişme düşünüldüğünde, çevresel problemlerin çözümü için yalnızca ayrıklaştırmaya bel bağlamak oldukça riskli ve sorumsuzca bir kumardır. Toplumsal-ekolojik adalet meselelerini ayrıklaştırma kavramı çerçevesine sokmak kaşıkla ağaç kesmeye çalışmak gibidir. Çok uzun süreli bir deneme olacaktır ve yüksek ihtimalle başarısızlıkla sonuçlanacaktır.

Daly'nin (1977, p. 115) 40 yıl önce söylediği gibi, karşı karşıya olduğumuz durum Pascal'ın İddiası'nı andırmaktadır. Ya bu yedi problemin bir şekilde ortadan kalkacağını umacak, mevcutta olduğu gibi büyümeye devam edecek ve çevresel ve toplumsal bir çöküş riski ile karşı karşıya geleceğiz ya da ayrıklaştırmanın çevre için geri dönüşü olmayan sonuçlar doğurarak başarısız olacağını kabul edecek ve ihtiyat prensibini izleyerek riskli yeşil büyüme stratejisinden uzaklaşacağız ve günümüz üretim ve tüke-

timinin problemlili biçimlerini doğrudan azaltacağız. Bu raporun gösterdiklerinin ışığında, ihtiyatlı olmak için sürdürülebilirliğin tek stratejisi olarak ayrıklaştırma ve yeşil büyümenin terk edilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Olağanüstü iddialar olağanüstü kanıtlar gerektirdiği için kanıtlama yükümlülüğü ayrıklaştırmayı savunulara düşmektedir. Bölüm 3'te söylediğimiz gibi, ayrıklaştırmaya yönelik her iddianın bazı argümanlara cevap vermesi gerekir. IPCC'nin 1,5°C'lik ısınma hedefine ve Sürdürülebilir Gelişme Hedefleri'ne uymaya çalışacak her politika bunlarla yüzleşmek durumundadır. Şimdiye kadar, konu ile ilgili yeşil büyüme literatürü bu yedi argüman hakkında ya bir şey söylememiştir ya da ikna edici değildir. Bu bulgular üzerine düşündüğümüzde tavsiye edeceğimiz şey şu olmaktadır: Politika yapıcılar, iklim ve biyoçeşitlilik krizi ile (ki bunlar karşı karşıya olduğumuz çevresel krizlerden yalnızca iki tanesidir) başa çıkmanın zengin ülkelerde ekonomik üretim ve tüketimin doğrudan düşürülmesini gerektireceğini kabul etmek zorundadırlar. Başka bir deyişle, önceliklerde *verimlilikten yeterliliğe* doğru bir geçişi savunuyoruz. Ayrıklaştırma stratejisi tüketim seviyelerini verili olarak kabul etmekte ve daha fazla ekonomik büyümenin bu tüketimin çevresel etkilerini (fazlasıyla) telafi edeceğini

beklemektedir. Bu tarz bir stratejinin politika yapıcılar için oldukça çekici geldiği açıktır. Çünkü ekonomik ve toplumsal yapıda yalnızca minimum oranda değişim gerektirmektedir. Ancak odak noktasının bu şekilde tedarike yöneltilmesi mantıksız görünmektedir ve bu yaklaşımın modası geçmiştir. Avrupa politikasında gözlemlediğimiz ayrıklaştırma ile ilgili bu takıntı, politika yapıcıların mevcut biçiminden farklı bir ekonomi hayal edememeleri ile birlikte, alternatif politikalar konusunda yaratıcılık ve hırstan yoksun olduklarını göstermektedir.

Buradaki problem şudur: Ayrıklaştırmanın imkansız olduğu kesin olarak kanıtlanırsa dahi, bunun ayrıklaştırmayı savunanları tatmin edecek açıklıkta gösterilmesi zaman alacaktır. Fletcher ve Rammel (2017)'nin söylediği gibi, ayrıklaştırma, başarı ile ilgili taahhüttün ve bu başarının imkansızlığına yönelik kanıtların sürekli olarak geleceğe ötelendiği, gittikçe artan yıkıcılıktaki bir ilerlemeyi meşrulaştıran dikkat dağıtıcı bir fantezi işlevi görmektedir. Fakat ayrıklaştırma gerçekleşmediği sürece doğal kaynaklar tükenmekte ve eko-sistemler çökmektedir. Bu bağlamda ayrıklaştırma bir fırsat değil bir tehlikedir. Sonuç olarak, GSMH gerçekten çevresel baskılardan ayrıklaştırılana kadar üretimde yaşanan her artış, kaynak çatışmalarından ve ekolojik çöküşten kaçınmak amacıyla kaynak ve etki yoğunluğunun

azaltılması adına daha fazla çabayı zorunlu kılacaktır. Bu bağlamda, büyümeye devam ederken etkileri azaltmaya çalışmak bir engele doğru hızla yaklaşırken gaza basıp yavaşlamayı ummak kadar saçmadır.

Etkisi en az olan üretim ve tüketim gerçekleşmeyen üretim ve tüketimdir. Ayırıklaştırma üzerine raporlarından bir tanesinde UNEP (2014a, p. 48), kamyon ve tırların yakıt verimliliğini artırmak üzere tam bir sayfa bazı teknolojilerden bahsetmektedir. Bunlar çatıyı tamamen saran yansıtıcılardan, eğimli kaputlara, havalı tamponlardan, eğimli ön camlara kadar çeşitli teknolojilerdir. Fakat UNEP bu opsiyonlar arasında basit bir şekilde kamyonların hızını düşürmeyi ya da kara yolu taşımacılığı yerine demir yolu kullanmayı, hatta daha verimli olacak bir şekilde üretim ve tüketimi yerleştirerek taşımaya olan ihtiyacı azaltmayı saymamaktadır. Bu tarz sağduyulu çözümlerin politika seçeneklerine odaklanan böylesine kapsamlı bir raporda yer almaması ekoverimliliğe yönelik tek boyutlu vurgunun ne ölçüde egemen hale geldiğinin bariz bir kanıtı olmaktadır.

Hidrojen ile çalışan otomobiller, tüm bir bölgeyi kapsayan akıllı elektrik şebekeleri ve iyi işleyen karbon pazarlarına kıyasla üretim ve tüketimi azaltmak soyut bir anlatı değildir. Son yirmi yılda küresel Kuzey'deki hareketler (geçiş şehirleri, küçülme, ekoköyler, yavaş şehirler, toplumsal dayanışma ekono-

mileriyle ortak iyiliği hedef alan ekonomiler) yeterlilik kavramı çerçevesinde organize olmaya başlamıştır ve bu durum birçok sektörü etkileyen bir politika yaklaşımının açığa çıkmasına sebep olabilir. Bu yaklaşımların söylediği şey daha fazlanın her zaman için daha iyi olmadığı ve iklim değişikliğinin kısıtladığı bir dünyada yeterli olanın aynı zamanda bol olabileceğidir. Bu aktörlerin pek çoğunun söylediği gibi yeterliliği tercih etmek fedakarlık, işsizlik, artan eşitsizlik, fakirlik ve refah devletinin daralması demek değildir. Tam tersine, biyosferin taşıma kapasitesinin içinde kalan adil bir ekonomiyi tercih etmektir. Ya da AB 7. Çevre Faaliyet Programı'nın söylediği gibi, “gezegenin ekolojik sınırları içerisinde iyi yaşamak” anlamına gelmektedir. Bu alternatif opsiyonları dinleyerek tartışmayı tamamıyla yeniden kurgulamalıyız: Ekonomik büyümeyi çevresel baskılardan değil, refah ve “iyi yaşamı” ekonomik büyümeden ayırarak tartışmamız gerekir.

Bu çalışma çevresel politikaları bilgilendirecek yeni bir kavramsal alet kutusu ihtiyacını vurgulamaktadır. Bu bağlamda, politika yapımcıların derhal, yeşil büyüme haricindeki alternatiflere daha fazla dikkat göstermesi ve bunları desteklemesi gerekmektedir. Alternatif yaşam şekillerini hayat etmeye çalışan farklı insanlardan ve onların projelerinden dersler çıkarmak politik bir hayal gücü krizi olarak gör-

düğümüz şeyin çözümü için faydalı olacaktır. Söz konusu olan şey çocuklarımızın ve torunlarımın geleceği ve hatta insan medeniyetinin kendisi olduğu için bu inisiyatifin başarısı oldukça önemlidir.

Kaynakça

Ackerman, F., Stanton, E.A., 2013. Climate Economics : The State of the Art. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203066317>

Aden, N., 2016. The Roads to Decoupling: 21 Countries Are Reducing Carbon Emissions While Growing GDP. World Resour. Inst. URL <https://www.wri.org/blog/2016/04/roads-decoupling-21-countries-are-reducing-carbonemissions-while-growing-gdp> (accessed 6.4.19).

AghaKouchak, A., Feldman, D., Hoerling, M., Huxman, T., Lund, J., 2015. Water and climate: Recognize anthropogenic drought. Nat. News 524, 409. <https://doi.org/10.1038/524409a>

Akizu-Gardoki, O., Bueno, G., Wiedmann, T., Lopez-Guede, J.M., Arto, I., Hernandez, P., Moran, D., 2018. Decoupling between human development and energy consumption within footprint accounts. J. Clean. Prod. 202, 1145–1157. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.235>

Alcántara, V., Padilla, E., 2009. Input–output subsystems and pollution: An application to the service sector and CO2 emissions in Spain. *Ecol. Econ.* 68, 905–914. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.07.010>

Ali, S.H., 2014. Social and Environmental Impact of the Rare Earth Industries. *Resources* 3, 123–134. <https://doi.org/10.3390/resources3010123>

Allan, J.A., 1998. Virtual Water: A Strategic Resource Global Solutions to Regional Deficits. *Groundwater* 36, 545–546. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6584.1998.tb02825.x>

Amin, S., 1976. *Unequal Development*. Monthly Review Press, New York.

Andersen, O., 2013. *Unintended Consequences of Renewable Energy: Problems to be Solved*. Springer Science & Business Media, London.

Andrae, A.S.G., Edler, T., 2015. On Global Electricity Usage of Communication Technology: Trends to 2030. *Challenges* 6, 117–157. <https://doi.org/10.3390/challe6010117>

Antal, M., van den Bergh, J.C.J.M., 2014. Responding rebound: A macro-level assessment for OECD countries and emerging economies. *Energy Policy* 68, 585–590. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.11.016>

Arnsperger, C., Bourg, D., 2017. *Écologie intégrale. Pour une société permacirculaire*. Presses Universitaires de France, Paris.

Asafu-Adjaye, J., 2003. Biodiversity Loss and Economic Growth: A Cross-Country Analysis. *Contemp. Econ. Policy* 21, 173–185. <https://doi.org/10.1093/cep/byg003>

Ashraf, B., AghaKouchak, A., Alizadeh, A., Baygi, M.M., Moftakhari, H.R., Mirchi, A., Anjileli, H., Madani, K., 2017. Quantifying Anthropogenic Stress on Groundwater Resources. *Sci. Rep.* 7, 12910. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-12877-4>

Ayres, R.U., Warr, B., 2009. *The Economic Growth Engine: How Energy and Work Drive Material Prosperity*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham.

Azam, M., Khan, A.Q., 2016. Testing the Environmental Kuznets Curve hypothesis: A comparative empirical study for low, lower middle, upper middle and high income countries. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 63, 556–567. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.052>

Baeumler, A., Chen, M., Dastur, A., Zhang, Y., Filewood, R., Al-Jamal, K., Peterson, C., Randale, M., Pinnoi, N., 2009. *Sino Singapore Tianjin Eco-City (SSTEC) : a case study of an emerging eco-city in China (No. 59012)*. The World Bank.

Bagliani, M., Bravo, G., Dalmazzone, S., 2008. A consumption-based approach to environmental Kuznets curves using the ecological footprint indicator. *Ecol. Econ.* 65, 650–661. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.01.010>

Barnosky, A.D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G.O.U., Swartz, B., Quental, T.B., Marshall, C., McGuire, J.L., Lindsey, E.L., Maguire, K.C., Mersey, B., Ferrer, E.A., 2011. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature* 471, 51–57. <https://doi.org/10.1038/nature09678>

Bashmakov, I., 2007. Three laws of energy transitions. *Energy Policy* 35, 3583–3594. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.12.023>

Beça, P., Santos, R., 2014. A comparison between GDP and ISEW in decoupling analysis. *Ecol. Indic.* 46, 167–176. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.06.010>

Bednik, A., 2016. *Extractivisme. Exploitation industrielle de la nature : logiques, conséquences, résistances. Le passager clandestin*, Neuvy-en-Champagne.

Behrens, A., Giljum, S., Kovanda, J., Niza, S., 2007. The material basis of the global economy: Worldwide patterns of natural resource extraction and their implications for sustainable resource use policies. *Ecol. Econ.*, Special Section - Ecosystem

Services and Agriculture 64, 444–453. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.02.034>

Bhattarai, M., Hammig, M., 2001. Institutions and the Environmental Kuznets Curve for Deforestation: A Crosscountry Analysis for Latin America, Africa and Asia. *World Dev.* 29, 995–1010. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(01\)00019-5](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(01)00019-5)

Billen, G., Garnier, J., Lassaletta, L., 2013. The nitrogen cascade from agricultural soils to the sea: modelling nitrogen transfers at regional watershed and global scales. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 368, 20130123. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0123>

Bithas, K., Kalimeris, P., 2018. Unmasking decoupling: Redefining the Resource Intensity of the Economy. *Sci. Total Environ.* 619–620, 338–351. <https://doi.org/10.1016/j.Scitotenv.2017.11.061>

Bonaiuti, M., 2018. Are we entering the age of involuntary degrowth? Prometheantechnologies and declining returns of innovation. *J. Clean. Prod., Technology and Degrowth* 197, 1800–1809. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.196>

Borucke, M., Moore, D., Cranston, G., Gracey, K., Iha, K., Larson, J., Lazarus, E., Morales, J.C., Wackernagel, M., Galli, A., 2013. Accounting for demand and supply of the biosphere's regenerative capacity: The National Footprint

Accounts' underlying methodology and framework. *Ecol. Indic.* 24, 518–533. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.08.005>

Bouwman, A.F., Beusen, A.H.W., Griffioen, J., Van Groenigen, J., Hefting M., M., Oenema, O., Van Puijenbroek P. J. T., M., Seitzinger, S., Slomp C., P., Stehfest, E., 2013. Global trends and uncertainties in terrestrial denitrification and N₂O emissions. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 368, 20130112. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0112>

Bringezu, S., 2015. Possible Target Corridor for Sustainable Use of Global Material Resources. *Resources* 4, 25–54. <https://doi.org/10.3390/resources4010025>

Brookes, L., 1990. The greenhouse effect: the fallacies in the energy efficiency solution. *Energy Policy* 18, 199–201. [https://doi.org/10.1016/0301-4215\(90\)90145-T](https://doi.org/10.1016/0301-4215(90)90145-T)

Brown, T.W., Bischof-Niemz, T., Blok, K., Breyer, C., Lund, H., Mathiesen, B.V., 2018. Response to 'Burden of proof: A comprehensive review of the feasibility of 100% renewable-electricity systems.' *Renew. Sustain. Energy Rev.* 92, 834–847. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.113>

Bruner, A.G., Gullison, R.E., Rice, R.E., Fonseca, G.A.B. da, 2001. Effectiveness of Parks in Pro-

tecting Tropical Biodiversity. *Science* 291, 125–128. <https://doi.org/10.1126/science.291.5501.125>

Butchart, S.H.M., Scharlemann, J.P.W., Evans, M.I., Quader, S., Aricò, S., Arinaitwe, J., Balman, M., Bennun, L.A., Bertzky, B., Besançon, C., Boucher, T.M., Brooks, T.M., Burfield, I.J., Burgess, N.D., Chan, S., Clay, R.P., Crosby, M.J., Davidson, N.C., Silva, N.D., Devenish, C., Dutson, G.C.L., Fernández, D.F.D., Fishpool, L.D.C., Fitzgerald, C., Foster, M., Heath, M.F., Hockings, M., Hoffmann, M., Knox, D., Larsen, F.W., Lamoreux, J.F., Loucks, C., May, I., Millett, J., Molloy, D., Morling, P., Parr, M., Ricketts, T.H., Seddon, N., Skolnik, B., Stuart, S.N., Upgren, A., Woodley, S., 2012. Protecting Important Sites for Biodiversity Contributes to Meeting Global Conservation Targets. *PLOS ONE* 7, e32529. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032529>

Calvo, G., Mudd, G., Valero, Alicia, Valero, Antonio, 2016. Decreasing Ore Grades in Global Metallic Mining: A Theoretical Issue or a Global Reality? *Resources* 5, 36. <https://doi.org/10.3390/resources5040036>

Cansino, J.M., Moreno, R., 2018. Does forest matter regarding Chilean CO2 international abatement commitments? A multilevel decomposition

approach. *Carbon Manag.* 9, 9–24. <https://doi.org/10.1080/17583004.2017.1409027>

Capellán-Pérez, I., de Castro, C., Arto, I., 2017. Assessing vulnerabilities and limits in the transition to renewable energies: Land requirements under 100% solar energy scenarios. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 77, 760–782. <https://doi.org/10.1016/j.Rser.2017.03.137>

Capellán-Pérez, I., de Castro, C., Salamanca, A., González, L.J.M., 2018. Dynamic EROI of the global energy system in future scenarios of transition to renewable energies. Presented at the South-East European Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, Novi Sad.

Caviglia-Harris, J.L., Chambers, D., Kahn, J.R., 2009. Taking the “U” out of Kuznets: A comprehensive analysis of the EKC and environmental degradation. *Ecol. Econ., Participation and Evaluation for Sustainable River Basin Governance* 68, 1149–1159. <https://doi.org/10.1016/j.Ecolecon.2008.08.006>

Cavlovic, T.A., Baker, K.H., Berrens, R.P., Gawande, K., 2000. A Meta-Analysis of Environmental Kuznets Curve Studies. *Agric. Resour. Econ. Rev.* 29, 32–42. <https://doi.org/10.1017/S1068280500001416>

Ceballos, G., Ehrlich, P.R., Barnosky, A.D., García, A., Pringle, R.M., Palmer, T.M., 2015. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Sci. Adv.* 1, e1400253. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1400253>

CEET, 2013. Annual Report 2013. Centre for Energy-Efficient Telecommunications, Bell Labs and University of Melbourne.

Chancerel, P., Marwede, M., Nissen, N.F., Lang, K.-D., 2015. Estimating the quantities of critical metals embedded in ICT and consumer equipment. *Resour. Conserv. Recycl.* 98, 9–18. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.03.003>

Chen, J., Wang, P., Cui, L., Huang, S., Song, M., 2018. Decomposition and decoupling analysis of CO₂ emissions in OECD. *Appl. Energy* 231, 937–950. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.09.179>

Cohen, G., Jalles, J.T., Loungani, P., Marto, R., 2018. The long-run decoupling of emissions and output: Evidence from the largest emitters. *Energy Policy* 118, 58–68. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.03.028>

Conde, M., Kallis, G., 2012. The global uranium rush and its Africa frontier. Effects, reactions and social movements in Namibia. *Glob. Environ. Change, Global transformations, social metabo-*

lism and the dynamics of socio-environmental conflicts 22, 596–610. <https://doi.org/10.1016/j.Gloenvcha.2012.03.007>

Conrad, E., Cassar, L.F., 2014. Decoupling Economic Growth and Environmental Degradation: Reviewing Progress to Date in the Small Island State of Malta. *Sustainability* 6, 6729–6750. <https://doi.org/10.3390/su6106729>

Cornish, K., 2001. Biochemistry of natural rubber, a vital raw material, emphasizing biosynthetic rate, molecular weight and compartmentalization, in evolutionarily divergent plant species. *Nat. Prod. Rep.* 18, 182–189. <https://doi.org/10.1039/A902191D>

Csereklyei, Z., Rubio, M., Stern, D.I., 2016. Energy and Economic Growth: The Stylized Facts. *Energy J.* 37, 223–255.

Daly, H.E., 1977. *Steady-State Economics: The Economics of Biophysical Equilibrium and Moral Growth*. W.H. Freeman, San Francisco.

Davis, S.J., Caldeira, K., 2010. Consumption-based accounting of CO₂ emissions. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 107, 5687–5692. <https://doi.org/10.1073/pnas.0906974107>

Davis, S.J., Socolow, R.H., 2014. Commitment accounting of CO₂ emissions. *Environ. Res. Lett.* 9,

084018. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/8/084018>

de Bruyn, S.M., Opschoor, J.B., 1997. Developments in the throughput-income relationship: theoretical and empirical observations. *Ecol. Econ.* 20, 255–268. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(96\)00086-9](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(96)00086-9)

De Decker, K., 2018. How Circular is the Circular Economy? *LOW-TECH Mag.* URL <http://www.lowtechmagazine.com/> (accessed 6.29.18).

de Haan, P., Mueller, M.G., Peters, A., 2006. Does the hybrid Toyota Prius lead to rebound effects? Analysis of size and number of cars previously owned by Swiss Prius buyers. *Ecol. Econ.* 58, 592–605. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.08.009>

Declercq, B., Delarue, E., D'haeseleer, W., 2011. Impact of the economic recession on the European power sector's CO2 emissions. *Energy Policy* 39, 1677–1686. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.12.043>

Deemer, B.R., Harrison, J.A., Li, S., Beaulieu, J.J., DelSontro, T., Barros, N., Bezerra-Neto, J.F., Powers, S.M., dos Santos, M.A., Vonk, J.A., 2016. Greenhouse Gas Emissions from Reservoir Water Surfaces: A New Global Synthesis. *BioScience* 66, 949–964. <https://doi.org/10.1093/biosci/biw117>

Devine, K., Brennan, M., 2019. Music streaming has a far worse carbon footprint than the heyday of records and CDs – new findings [WWW Document]. The Conversation. URL <http://theconversation.com/music-streaming-has-a-far-worse-carbon-footprint-than-theheyday-ofrecords-and-cds-new-findings-114944> (accessed 6.3.19).

Diaz, R.J., Rosenberg, R., 2008. Spreading Dead Zones and Consequences for Marine Ecosystems. *Science* 321, 926–929. <https://doi.org/10.1126/science.1156401>

Dietz, S., Adger, W.N., 2003. Economic growth, biodiversity loss and conservation effort. *J. Environ. Manage.* 68, 23–35. [https://doi.org/10.1016/S0301-4797\(02\)00231-1](https://doi.org/10.1016/S0301-4797(02)00231-1)

Dimitropoulos, J., 2007. Energy productivity improvements and the rebound effect: An overview of the state of knowledge. *Energy Policy* 35, 6354–6363. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.07.028>

Dittrich, M., Giljum, S., Lutter, S., Polzin, C., 2012. Green economies around the world: implications of resource use for development and the environment. SERI, Vienna.

Dobbs, R., Smit, S., Remes, J., Manyika, J., Roxburgh, C., Restrepo, A., 2011. Urban world: Mapping the economic power of cities. McKinsey Global Institute.

Druckman, A., Bradley, P., Papathanasopoulou, E., Jackson, T., 2008. Measuring progress towards carbon reduction in the UK. *Ecol. Econ.* 66, 594–604. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.10.020>

EASA-EEA-EUROCONTROL, 2016. European Aviation Environmental Report 2016.

EEA, 2018. Trends and Projections in Europe 2018. Tracking Progress towards Europe's Climate and Energy Targets (No. 16/2018). European Environment Agency, Copenhagen.

Ehrhardt-Martinez, K., Laitner, J.A., 2010. Rebound, technology and people: mitigating the rebound effect with energy-resource management and people-centered initiatives. *ACEEE Summer Study Energy Effic. Build.* 7–76.

Emmanuel, A., 1972. *Unequal Exchange: A Study of the Imperialism of Trade*. Monthly Press Review, New York.

EU Commission, 2001. *Environment 2010: Our Future, Our Choice*. Commun. Comm. Sixth Environ. Action Programme Eur. Community Adopt. Comm. On.

European Commission, 2018. *A Clean Planet for All. A European Strategic Long-Term Vision for a Prosperous, Modern, Competitive and Climate Neutral (COM No.773)*. European Commission.

European Commission, 2013. Living well, within the limits of our planet : 7th EAP – the new general Union environment action programme to 2020. <https://doi.org/doi:10.2779/57220>

European Commission, 2011. Roadmap to a Resource Efficient Europe. COM(2011) 571 final.

European Parliament, 2019. Annual strategic report on the implementation and delivery of the Sustainable Development Goals.

Evans, S., Yeo, S., 2016. The 35 countries cutting the link between economic growth and emissions [WWW Document]. Carbon Brief. URL <https://www.carbonbrief.org/the-35-countries-cutting-the-linkbetween-economic-growth-and-emissions> (accessed 6.10.19).

FAO, 2019. The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture. Rome.

FAO, 2017. World fertilizer trends and outlook to2020. FAO, Rome.

FAO, 2016. AQUASTAT [WWW Document]. URL http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use

Fedrigo-Fazio, D., Schweitzer, J.-P., Ten Brink, P., Mazza, L., Ratliff, A., Watkins, E., 2016. Evidence of Absolute Decoupling from Real World Policy Mixes in Europe. Sustainability 8, 517. <https://doi.org/10.3390/su8060517>

Feng, K., Davis, S.J., Sun, L., Hubacek, K., 2015. Drivers of the US CO₂ emissions 1997–2013. *Nat. Commun.* 6, 7714. <https://doi.org/10.1038/ncomms8714>

Feng, K., Hubacek, K., 2015. A multi-region input-output analysis of global virtual water flows, in: *Handbook of Research Methods and Applications in Environmental Studies*. Edward Elgar Publishing.

Fischer-Kowalski, M., Amann, C., 2001. Beyond IPAT and Kuznets Curves: Globalization as a Vital Factor in Analysing the Environmental Impact of Socio-Economic Metabolism. *Popul. Environ.* 23, 7–47. <https://doi.org/10.1023/A:1017560208742>

Fischer-Kowalski, M., Krausmann, F., Giljum, S., Lutter, S., Mayer, A., Bringezu, S., Moriguchi, Y., Schütz, H., Schandl, H., Weisz, H., 2011. Methodology and Indicators of Economy-wide Material Flow Accounting. *J. Ind. Ecol.* 15, 855–876. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2011.00366.x>

Fix, B., 2019. Dematerialization Through Services: Evaluating the Evidence. *Biophys. Econ. Resour. Qual.* 4, 6. <https://doi.org/10.1007/s41247-019-0054-y>

Fizaine, F., Court, V., 2016. Energy expenditure, economic growth, and the minimum EROI of society. *Energy Policy* 95, 172–186. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.04.039>

Fletcher, R., Rammelt, C., 2017. Decoupling: A Key Fantasy of the Post-2015 Sustainable Development Agenda. *Globalizations* 14, 450–467. <https://doi.org/10.1080/14747731.2016.1263077>

Font Vivanco, D., McDowall, W., Freire-González, J., Kemp, R., van der Voet, E., 2016. The foundations of the environmental rebound effect and its contribution towards a general framework. *Ecol. Econ.* 125, 60–69. <https://doi.org/10.1016/j.Ecolecon.2016.02.006>

Fosten, J., Morley, B., Taylor, T., 2012. Dynamic misspecification in the environmental Kuznets curve: Evidence from CO₂ and SO₂ emissions in the United Kingdom. *Ecol. Econ.* 76, 25–33. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.01.023>

Fulton, J., Cooley, H., Gleick, P.H., 2014. Water Footprint Outcomes and Policy Relevance Change with Scale Considered: Evidence from California. *Water Resour. Manag.* 28, 3637–3649. <https://doi.org/10.1007/s11269-014-0692-1>

Fulton, J., Cooley, H., Gleick, P.H., 2012. California's Water Footprint. Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security, Oakland CA.

Gadrey, J., 2008. Les services ne sont pas “la” solution à la crise écologique. Presented at the First in-

ternational conference on Economic De-Growth for Ecological Sustainability and Social Equity, Paris.

Galeotti, M., Lanza, A., Pauli, F., 2006. Reassessing the environmental Kuznets curve for CO2 emissions: A robustness exercise. *Ecol. Econ.* 57, 152–163. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.03.031>

Galvin, R., 2014. Estimating broad-brush rebound effects for household energy consumption in the EU 28 countries and Norway: some policy implications of Odyssee data. *Energy Policy* 73, 323–332. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.02.033>

Garrett, T.J., 2012. No way out? The double-bind in seeking global prosperity alongside mitigated climate change. *Earth Syst. Dyn.* 3, 1–17. <https://doi.org/10.5194/esd-3-1-2012>

Georgescu-Roegen, N., 1971. *The Entropy Law and the Economic Process*. Harvard University Press, Cambridge. Mass.

Giampietro, M., 2019. On the Circular Bioeconomy and Decoupling: Implications for Sustainable Growth. *Ecol. Econ.* 162, 143–156. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.05.001>

Giampietro, M., Mayumi, K., 1998. Another View of Development, Ecological Degradation, and North-South Trade. *Rev. Soc. Econ.* 56, 20–36. <https://doi.org/10.1080/00346769800000002>

Giampietro, M., Mayumi, K., Sorman, A.H., 2011. *The Metabolic Pattern of Societies: Where Economists Fall Short*. Routledge, London; New York.

Giljum, S., Dittrich, M., Lieber, M., Lutter, S., 2014. Global Patterns of Material Flows and their Socio-Economic and Environmental Implications: A MFA Study on All Countries World-Wide from 1980 to 2009. *Resources* 3, 319–339. <https://doi.org/10.3390/resources3010319>

Girod, B., de Haan, P., 2009. GHG reduction potential of changes in consumption patterns and higher quality levels: Evidence from Swiss household consumption survey. *Energy Policy* 37,5650–5661. <https://doi.org/10.1016/j.Enpol.2009.08.026>

Gleick, P.H., 2003. Global Freshwater Resources:Soft-Path Solutions for the 21st Century. *Science* 302, 1524–1528. <https://doi.org/10.1126/science.1089967>

Goedkoop, M., Van Halen, C., te Riele, H., Rommens, P., 1999. *Product service systems, ecological and economic basics*.Ministry of Housing, Spatial Planningand the Environment, Communications Directorate.

Grafton, R.Q., Williams, J., Perry, C.J., Molle, F., Ringler, C., Steduto, P., Udall, B., Wheeler, S.A., Wang, Y., Garrick, D., Allen, R.G., 2018. The pa-

radox of irrigation efficiency. *Science* 361, 748–750. <https://doi.org/10.1126/science.aat9314>

Greening, L.A., Greene, D.L., Difiglio, C., 2000. Energy efficiency and consumption— the rebound effect — a survey. *Energy Policy* 28, 389–401. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(00\)00021-5](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00021-5)

Greenpeace, 2012. *How Clean is Your Air*. Amsterdam.

Grosse, F., 2010. Is recycling “part of the solution”? The role of recycling in an expanding society and a world of finite resources. *SAPIENS Surv. Perspect. Integrating Environ. Soc.*

Grossman, G.M., Krueger, A.B., 1995. Economic Growth and the Environment. *Q. J. Econ.* 110, 353–377. <https://doi.org/10.2307/2118443>

Grossman, G.M., Krueger, A.B., 1991. Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement (Working Paper No. 3914). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w3914>

Grunwald, A., 2018. Diverging pathways to overcoming the environmental crisis: a critique of eco-modernism from a technology assessment perspective. *J. Clean. Prod.* 197, 1854–1862. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.212>

Guivarch, C., Hallegatte, S., 2011. Existing infrastructure and the 2°C target. *Clim. Change*

109, 801–805. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0268-5>

Hall, C.A., Klitgaard, K., A., 2012. Energy and the wealth of nations: understanding the biophysical economy. Springer Science & Business Media, New York.

Hall, C.A.S., Lambert, J.G., Balogh, S.B., 2014. EROI of different fuels and the implications for society. *Energy Policy* 64, 141–152. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.05.049>

Hardt, L., Owen, A., Brockway, P., Heun, M.K., Barrett, J., Taylor, P.G., Foxon, T.J., 2018. Untangling the drivers of energy reduction in the UK productive sectors: Efficiency or offshoring? *Appl. Energy* 223, 124–133. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.127>

Havlík, P., Schneider, U.A., Schmid, E., Böttcher, H., Fritz, S., Skalský, R., Aoki, K., Cara, S.D., Kindermann, G., Kraxner, F., Leduc, S., McCallum, I., Mosnier, A., Sauer, T., Obersteiner, M., 2011. Global landuse implications of first and second generation biofuel targets. *Energy Policy, Sustainability of biofuels* 39, 5690–5702. <https://doi.org/10.1016/j.Enpol.2010.03.030>

Hernandez, R.R., Easter, S.B., Murphy-Mariscal, M.L., Maestre, F.T., Tavassoli, M., Allen, E.B., Barrows, C.W., Belnap, J., OchoaHueso, R.,

Ravi, S., Allen, M.F., 2014. Environmental impacts of utility-scale solar energy. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 29, 766–779. <https://doi.org/10.1016/j.Rser.2013.08.041>

Hickel, J., Kallis, G., 2019. Is Green Growth Possible? *New Polit. Econ.* 0, 1–18. <https://doi.org/10.1080/13563467.2019.1598964>

Hoekstra, A.Y., 2017. Water Footprint Assessment: Evolvement of a New Research Field. *Water Resour. Manag.* 31, 3061–3081. <https://doi.org/10.1007/s11269-017-1618-5>

Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., 2007. The water footprints of Morocco and the Netherlands: Global water use as a result of domestic consumption of agricultural commodities. *Ecol. Econ.* 64, 143–151. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.02.023>

Hoekstra, A.Y., Wiedmann, T.O., 2014. Humanity's unsustainable environmental footprint. *Science* 344, 1114–1117. <https://doi.org/10.1126/science.1248365>

Hornborg, A., 2019. Colonialism in the Anthropocene: the political ecology of the moneyenergy-technology complex. *J. Hum. Rights Environ.* 10, 7–21.

Hornborg, A., 2016. *Global Magic – Technologies of Appropriation from Ancient Rome to Wall Street.* Palgrave Macmillan Ltd.

Hornborg, A., 1998. Towards an ecological theory of unequal exchange: articulating world system theory and ecological economics. *Ecol. Econ.* 25, 127–136. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(97\)00100-6](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00100-6)

Howarth, R.W., Santoro, R., Ingraffea, A., 2011. Methane and the greenhouse-gas footprint of natural gas from shale formations. *Clim. Change* 106, 679. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0061-5>

Hubacek, K., Baiocchi, G., Feng, K., Muñoz Castillo, R., Sun, L., Xue, J., 2017. Global carbon inequality. *Energy Ecol. Environ.* 2, 361–369. <https://doi.org/10.1007/s40974-017-0072-9>

IEA, 2016. Recent Trends in the OECD: Energy and CO₂ Emissions. IEA.

IEA, 2015. Decoupling of global emissions and economic growth confirmed. International Energy Agency – News (online). Available at: <https://www.iea.org/newsroom/news/2016/march/decoupling-of-global-emissions-andeconomic-growthconfirmed.html>.

IPBES, 2019. Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES, Bonn.

IPCC, 2018. Global warming of 1.5°C.

IPCC, 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Cambridge University Press, New York.

IRENA, 2018. Global energy transformation: a roadmap to 2050. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

Itkonen, J.V.A., 2012. Problems estimating the carbon Kuznets curve. *Energy, Sustainable Energy and Environmental Protection* 2010 39, 274–280. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.01.018>

Jackson, T., 2016. Prosperity without Growth : Foundations for the Economy of Tomorrow. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315677453>

Jalas, M., 2002. A time use perspective on the materials intensity of consumption. *Ecol. Econ.* 41, 109–123. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00018-6](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00018-6)

Jänicke, M., Mönch, H., Ranneberg, T., Simonis, U.E., 1989. Economic structure and environmental impacts: East-west comparisons. *Environmentalist* 9, 171–183. <https://doi.org/10.1007/BF02240467>

Jespersen, J., 1999. Reconciling environment and employment by switching from goods to services? A review of danish experience. *Eur. Environ.* 9, 17–23. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0976\(199901/02\)9:1<17::AIDEET180>3.0.CO;2-J](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0976(199901/02)9:1<17::AIDEET180>3.0.CO;2-J)

Jevons, S.W., 1865. *The Coal Question; An Inquiry concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of our Coalmines.* Macmillan and Co., London.

Jiang, X.-T., Dong, J.-F., Wang, X.-M., Li, R.-R., 2016. The Multilevel Index Decomposition of Energy-Related Carbon Emission and Its Decoupling with Economic Growth in USA. *Sustainability* 8, 857. <https://doi.org/10.3390/su8090857>

Jiang, X.-T., Li, R., 2017. Decoupling and Decomposition Analysis of Carbon Emissions from Electric Output in the United States. *Sustainability* 9, 886. <https://doi.org/10.3390/su9060886>

Jiborn, M., Kander, A., Kulionis, V., Nielsen, H., Moran, D.D., 2018. Decoupling or delusion? Measuring emissions displacement in foreign trade. *Glob. Environ. Change* 49, 27–34. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.12.006>

Kapp, K.W., 1950. *Social Costs of Private Enterprise.* Harvard University Press, Cambridge MA.

Kastner, T., Schaffartzik, A., Eisenmenger, N., Erb, K.-H., Haberl, H., Krausmann, F., 2014. Cropland area embodied in international trade: Contradictory results from different approaches. *Ecol. Econ.* 104, 140–144. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.12.003>

Katz, D.L., 2008. Water, Economic Growth, and Conflict: Three Studies. Universtiy of Michigan, Michigan.

Keen, S., Ayres, R.U., Standish, R., 2019. A Note on the Role of Energy in Production. *Ecol. Econ.* 157, 40–46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.11.002>

Kemp, R., Pearson, P., 2008. Final report MEI project about measuring eco-innovation. Maastricht University, Maastricht.

Kerr, R.A., 2009. How Much Coal Remains? *Science* 323, 1420–1421.

Khazzoom, J.D., 1980. Economic Implications of Mandated Efficiency in Standards for Household Appliances. *Energy J.* 1, 21–40.

Kimberly, J.R., 1981. Managerial Innovation, in: *Handbook of Organizational Design*. Elsevier, Amsterdam.

Kleijn, R., van der Voet, E., Kramer, G.J., van Oers, L., van der Giesen, C., 2011. Metal requirements of low-carbon power generation. *Energy* 36, 5640–5648. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.07.003>

Koh, L.P., Wilcove, D.S., 2008. Is oil palm agriculture really destroying tropical biodiversity? *Conserv. Lett.* 1, 60–64. <https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2008.00011.x>

Koirala, B.S., Li, H., Berrens, R.P., 2011. Further Investigation of Environmental Kuznets Curve Studies Using Meta-Analysis. *J. Ecol. Econ. Stat.* 22, 13–32.

Kovacic, Z., Spanò, M., Piano, S.L., Sorman, A.H., 2018. Finance, energy and the decoupling: an empirical study. *J. Evol. Econ.*

28, 565–590. <https://doi.org/10.1007/s00191-017-0514-8>

Krausmann, F., Erb, K.-H., Gingrich, S., Haberl, H., Bondeau, A., Gaube, V., Lauk, C., Plutzar, C., Searchinger, T.D., 2013. Global human appropriation of net primary production doubled in the 20th century. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 110, 10324–10329. <https://doi.org/10.1073/pnas.1211349110>

Krausmann, F., Gingrich, S., Eisenmenger, N., Erb, K., Haberl, H., Fridolin, K., Gingrich, S., Eisenmenger, N., Erb, K., Haberl, H., 2009. Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. *Ecol. Econ.* 2696–2705.

Krausmann, F., Lauk, C., Haas, W., Wiedenhofer, D., 2018. From resource extraction to outflows of wastes and emissions: The socioeconomic metabolism of the global economy, 1900–2015. *Glob. Environ. Change* 52, 131–140. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.07.003>

Kumar, P., Aggarwal, S.C., 2003. The Environmental Kuznets Curve for Changing Land Use: Empirical Evidence from Major States of India (SSRN Scholarly Paper No. ID 991080). Social Science Research Network, Rochester, NY.

Kümmel, R., 2011. The Second Law of Economics: Energy, Entropy, and the Origins of Wealth. Springer Science & Business Media, New York.

Kyba, C.C.M., Kuester, T., Miguel, A.S. de, Baugh, K., Jechow, A., Hölker, F., Bennie, J., Elvidge, C.D., Gaston, K.J., Guanter, L., 2017. Artificially lit surface of Earth at night increasing in radiance and extent. *Sci. Adv.* 3, e1701528. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1701528>

Lambert, J.G., Hall, C.A.S., Balogh, S., Gupta, A., Arnold, M., 2014. Energy, EROI and quality of life. *Energy Policy* 64, 153–167. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.07.001>

Lambin, E.F., Meyfroidt, P., 2011. Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 108, 3465–3472. <https://doi.org/10.1073/pnas.1100480108>

Laurent, É., 2012. Faut-il décourager le découplage ? *Rev. OFCE* n° 120, 235–257.

Lean, H.H., Smyth, R., 2010. CO2 emissions, electricity consumption and output in ASEAN.

Appl. Energy 87, 1858–1864. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.02.003>

Li, H., Berrens, R., Grijalva, T., 2007. Economic growth and environmental quality: a meta-analysis of environmental Kuznets curve studies. *Econ. Bull.* 17, 1–11.

Liu, J., Yang, H., Gosling, S.N., Kumm, M., Flörke, M., Pfister, S., Hanasaki, N., Wada, Y., Zhang, X., Zheng, C., Alcamo, J., Oki, T., 2017. Water scarcity assessments in the past, present, and future. *Earth's Future* 5, 545–559. <https://doi.org/10.1002/2016EF000518>

Loch, A., Adamson, D., 2015. Drought and the rebound effect: a Murray–Darling Basin example. *Nat. Hazards* 79, 1429–1449. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-1705-y>

Longhofer, W., Jorgenson, A., 2017. Decoupling reconsidered: Does world society integration influence the relationship between the environment and economic development? *Soc. Sci. Res.* 65, 17–29. <https://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2017.02.002>

Lu, C., Tian, H., 2017. Global nitrogen and phosphorus fertilizer use for agriculture production in the past half century: shifted hot spots and nutrient imbalance. *Earth Syst. Sci. Data* 9, 181. <https://doi.org/10.5194/essd-9-181-2017>

Luzzati, T., Orsini, M., 2009. Investigating the energy-environmental Kuznets curve. *Energy*, WESC 2006 34, 291–300. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2008.07.006>

Madaleno, M., Moutinho, V., 2018. Effects decomposition: separation of carbon emissions decoupling and decoupling effort in aggregated EU-15. *Environ. Dev. Sustain.* 20, 181–198. <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0238-4>

Magee, C.L., Devezas, T.C., 2017. A simple extension of dematerialization theory: Incorporation of technical progress and the rebound effect. *Technol. Forecast. Soc. Change* 117, 196–205. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.12.001>

Malmodin, J., Moberg, Å., Lundén, D., Finnveden, G., Lövehagen, N., 2010. Greenhouse Gas Emissions and Operational Electricity Use in the ICT and Entertainment & Media Sectors. *J. Ind. Ecol.* 14, 770–790. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2010.00278.x>

Mardani, A., Streimikiene, D., Cavallaro, F., Loganathan, N., Khoshnoudi, M., 2019. Carbon dioxide (CO₂) emissions and economic growth: A systematic review of two decades of research from 1995 to 2017. *Sci. Total Environ.* 649, 31–49. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.229>

Margono, B.A., Turubanova, S., Zhuravleva, I., Potapov, P., Tyukavina, A., Baccini, A., Goetz, S., Hansen, M.C., 2012. Mapping and monitoring deforestation and forest degradation in Sumatra (Indonesia) using Landsat time series data sets from 1990 to 2010. *Environ. Res. Lett.* 7, 034010. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/3/034010>

Marques, A.C., Fuinhas, J.A., Leal, P.A., 2018. The impact of economic growth on CO2 emissions in Australia: the environmental Kuznets curve and the decoupling index. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 25, 27283–27296. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2768-6>

Mattila, T., 2012. Any sustainable decoupling in the Finnish economy? A comparison of the pathways and sensitivities of GDP and ecological footprint 2002–2005. *Ecol. Indic.*, *The State of the Art in Ecological Footprint: Theory and Applications* 16, 128–134. <https://doi.org/10.1016/j.Ecolind.2011.03.010>

McDonough, W., Braungart, M., 2010. *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. Farrar, Straus and Giroux.

McPherson, M.A., Nieswiadomy, M.L., 2005. Environmental Kuznets curve: threatened species and spatial effects. *Ecol. Econ.* 55, 395–407. <https://doi.org/10.1016/j.Ecolecon.2004.12.00>

Mekonnen, M.M., Hoekstra, A.Y., 2016. Four billion people facing severe water scarcity. *Sci. Adv.* 2, e1500323. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500323>

Meyer-Ohlendorf N., VoB P., Velten E., Görlach B., 2018. EU Greenhouse Gas Emission Budget: Implications for EU Climate Policies (online). Available at: https://www.ecologic.eu/sites/files/publication/2018/2120_eu_emission_budgets_ecologic_report2 [Accessed 21 June 2019].

Mills, J.H., Waite, T.A., 2009. Economic prosperity, biodiversity conservation, and the environmental Kuznets curve. *Ecol. Econ., Methodological Advancements in the Footprint Analysis* 68, 2087–2095. <https://doi.org/10.1016/j.Ecolecon.2009.01.017>

Missemer, A., 2012. William Stanley Jevons' The Coal Question (1865), beyond the rebound effect. *Ecol. Econ.* 82, 97–103. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.07.010>

Moeller, D., Murphy, D., 2016. Net Energy Analysis of Gas Production from the Marcellus Shale. *Biophys. Econ. Resour. Qual.* 1, 5. <https://doi.org/10.1007/s41247-016-0006-8>

Moore, J.W., 2000. Sugar and the Expansion of the Early Modern World-Economy: Commodity Frontiers, Ecological Transformation, and Industrialization. *Rev.Fernand Braudel Cent.* 23, 409–433.

Mora, C., Rollins, R.L., Taladay, K., Kantar, M.B., Chock, M.K., Shimada, M., Franklin, E.C., 2018. Bitcoin emissions alone could push global warming above 2°C. *Nat. Clim. Change* 8, 931. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0321-8>

Moreau, V., Vuille, F., 2018. Decoupling energy use and economic growth: Counter evidence from structural effects and embodied energy in trade. *Appl. Energy* 215, 54–62. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.01.044>

Morgan, T., 2016. *Life After Growth (2nd): How the global economy really works – and why 200 years of growth are over.* Harriman House Limited, Petersfield.

Mozumder, P., Berrens, R.P., Bohara, A.K., 2006. Is There an Environmental Kuznets Curve for the Risk of Biodiversity Loss? *J. Dev. Areas* 39, 175–190.

Muñoz, P., Giljum, S., Roca, J., 2009. The Raw Material Equivalents of International Trade. *J. Ind. Ecol.* 13, 881–897. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2009.00154.x>

Muradian, R., O’Connor, M., Martinez-Alier, J., 2001. Embodied Pollution in Trade: Estimating the “Environmental Load Displacement” of Industrialised Countries (SSRN Scholarly Paper

No. ID 278809). Social Science Research Network, Rochester, NY.

Murphy, D.J., Hall, C.A.S., 2011. Energy return on investment, peak oil, and the end of economic growth: EROI, peak oil, and the end of economic growth. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1219, 52–72. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05940.x>

Murray, C.K., 2013. What if consumers decided to all ‘go green’? Environmental rebound effects from consumption decisions. *Energy Policy, Decades of Diesel* 54, 240–256. <https://doi.org/10.1016/j.Enpol.2012.11.025>

Naidoo, R., Adamowicz, W.L., 2001. Effects of Economic Prosperity on Numbers of Threatened Species. *Conserv. Biol.* 15, 1021–1029. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2001.0150041021.x>

Naqvi, A., Zwickl, K., 2017. Fifty shades of green: Revisiting decoupling by economic sectors and air pollutants. *Ecol. Econ.* 133, 111–126. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.09.017>

OECD, 2016. Uranium, 2016. Resources, Production and Demand (No. 7301), NEA. Nuclear Energy Agency and International Atomic Energy Agency.

OECD 2011. Resource Productivity in the G8 and the OECD. Available at: <https://www.oecd.org/env/waste/47944428.pdf>.

OECD, 2011. Towards Green Growth.

OECD, 2002. Indicators to measure decoupling of environmental pressure from economic growth [WWW Document]. URL https://www.oecd-ilibrary.org/environment/decoupling-the-environmental-impacts-of-transport-from-economic-growth/decouplingindicators_9789264027138-6-en (accessed 6.14.19).

Oki, T., Yano, S., Hanasaki, N., 2017. Economic aspects of virtual water trade. *Environ. Res. Lett.* 12, 044002. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa625f>

O'Neill, D.W., Fanning, A.L., Lamb, W.F., Steinberger, J.K., 2018. A good life for all within planetary boundaries. *Nat. Sustain.* 1, 88. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0021-4>

Palmer, P., 2005. *Getting to Zero Waste. Universal recycling as a practical alternative to endless attempts to "clean up pollution."* Purple Sky Press, Portland.

Panayotou, T., 1993. Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development (No. 992927783402676), ILO Working Papers. International Labour Organization.

Panayotou, T., Peterson, A., Sachs, J.D., 2000. *Is the Environmental Kuznets Curve Driven by Structural Change? What Extended Time Series*

May Imply for Developing Countries. <https://doi.org/10.7916/D8CV4QJF>

Peters, G., 2008. Reassessing Carbon Leakage
12.

Peters, G.P., Minx, J.C., Weber, C.C., Edenhofer, O., 2011. Growth in emission transfers via international trade from 1990 to 2008. *PNAS* 108, 8903–8908.

Piłatowska, M., Włodarczyk, A., 2018. Decoupling Economic Growth From Carbon Dioxide Emissions in the EU Countries. *Montenegrin J. Econ.* 14, 7–26. <https://doi.Org/10.14254/1800-5845/2018.14-1.1>

Pitron, G., Védérine, H., 2018. La guerre des métaux rares : La face cachée de la transition énergétique et numérique. Liens qui libèrent, Paris.

Plank, B., Eisenmenger, N., Schaffartzik, A., Wiedenhofer, D., 2018. International Trade Drives Global Resource Use: A Structural Decomposition Analysis of Raw Material Consumption from 1990–2010. *Environ. Sci. Technol.* 52, 4190–4198. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b06133>

Raymond, L., 2004. Economic Growth as Environmental Policy? Reconsidering the Environmental Kuznets Curve. *J. Public Policy* 24, 327–348. <https://doi.org/10.1017/S0143814X04000145>

Reuter, M., Schaik, A., Ballester, M., 2018. Limits of the Circular Economy: Fairphone Modular Design Pushing the Limits. *World Metall.* - ERZ-METALL 71.

Reyers, B., Folke, C., Moore, M.-L., Biggs, R., Galaz, V., 2018. Social-Ecological Systems Insights for Navigating the Dynamics of the Anthropocene. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 43, 267–289. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-110615-085349>

Rockström, J., Gaffney, O., Rogelj, J., Meinshausen, M., Nakicenovic, N., Schellnhuber, H.J., 2017. A roadmap for rapid decarbonization. *Science* 355, 1269–1271. <https://doi.org/10.1126/science.aah3443>

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin Iii, F.S., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., de Wit, C.A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., Foley, J.A., 2009. A safe operating space for humanity. *Nature* 461, 472–475. <https://doi.org/10.1038/461472a>

Roinioti, A., Koroneos, C., 2017. The decomposition of CO₂ emissions from energy use in Greece before and during the economic crisis and their

decoupling from economic growth. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 76, 448–459. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.026>

Rubenstein, M., 2012. Emissions from the Cement Industry. State Planet. URL <https://blogs.ei.columbia.edu/2012/05/09/emissions-from-the-cement-industry/> (accessed 6.3.19).

Sandström, V., Kauppi, P.E., Scherer, L., Kastner, T., 2017. Linking country level food supply to global land and water use and biodiversity impacts: The case of Finland. *Sci. Total Environ.* 575, 33–40. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.002>

Santarius, T., Soland, M., 2018. How Technological Efficiency Improvements Change Consumer Preferences: Towards a Psychological Theory of Rebound Effects. *Ecol. Econ.* 146, 414–424. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.12.009>

Sato, M., 2014. Embodied Carbon in Trade: A Survey of the Empirical Literature. *J. Econ. Surv.* 28, 831–861. <https://doi.org/10.1111/joes.12027>

Saunders, H.D., 2005. A Calculator for Energy Consumption Changes Arising from New Technologies 5, 35.

Saunders, H.D., 1992. The Khazzoom-Brookes Postulate and Neoclassical Growth. *Energy J.* 13, 131–148.

Schandl, H., Fischer-Kowalski, M., West, J., Giljum, S., Dittrich, M., Eisenmenger, N., Geschke, A., Lieber, M., Wieland, H., Schaffartzik, A., Krausmann, F., Gierlinger, S., Hosking, K., Lenzen, M., Tanikawa, H., Miatto, A., Fishman, T., 2018. Global Material Flows and Resource Productivity: Forty Years of Evidence. *J. Ind. Ecol.* 22, 827–838. <https://doi.org/10.1111/jiec.12626>

Scheidel, A., Sorman, A.H., 2012. Energy transitions and the global land rush: Ultimate drivers and persistent consequences. *Glob. Environ. Change, Global transformations, social metabolism and the dynamics of socio-environmental conflicts* 22, 588–595. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.12.005>

Schindler, J., Zittel, W., 2007. Alternative World Energy Outlook 2006, in: Goswami, D.Y. (Ed.), *Advances in Solar Energy*. American Solar Energy Society, Earthscan, London, pp. 1–44.

Schreinemachers, P., Tipraqsa, P., 2012. Agricultural pesticides and land use intensification in high, middle and low income countries. *Food Policy* 37, 616–626. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.06.003>

Schulz, N.B., 2010. Delving into the carbon footprints of Singapore—comparing direct and indirect greenhouse gas emissions of a small and open

economic system. *Energy Policy*, Special Section on Carbon Emissions and Carbon Management in Cities with Regular Papers 38, 4848–4855. <https://doi.org/10.1016/j.Enpol.2009.08.066>

Schwanitz, V.J., Piontek, F., Bertram, C., Luderer, G., 2014. Long-term climate policy implications of phasing out fossil fuel subsidies. *Energy Policy* 67, 882–894. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.12.015>

Schwarzenbach, R.P., Egli, T., Hofstetter, T.B., von Gunten, U., Wehrli, B., 2010. Global Water Pollution and Human Health. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 35, 109–136. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-100809-125342>

Semeniuk, G., 2018. Energy in Economic Growth: Is Faster Growth Greener? SOAS Dep. Econ. Work. Pap. Univ. Lond.

Sersiron, N., 2018. Dette et extractivisme: La résistible ascension d'un duo destructeur. Les Éditions Utopia.

Shafik, N., Bandyopadhyay, S., 1992. Economic Growth and Environmental Quality: Time-series and Cross-country Evidence. World Bank Publications.

Smith, M., 2011. Water Efficiency and Opportunities Best Practice Guides. ANU Fenner School of Environmental and Society/ Commonwealth

Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities., Canberra.

Smith, M.H., Hargroves, K. “Charlie”, Desha, C., 2010. *Cents and Sustainability : Securing Our Common Future by Decoupling Economic Growth from Environmental Pressures.* Earthscan/Routledge, London.

Sorrell, S., 2007. *Global oil depletion: an assessment of the evidence for a near-term peak in global oil production.* UKERC, London.

Spielmann, M., de Haan, P., Scholz, R.W., 2008. Environmental rebound effects of high-speed transport technologies: a case study of climate change rebound effects of a future underground maglev train system. *J. Clean. Prod.* 16, 1388–1398. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.08.001>

Stahel, W.R., Reday-Mulvey, G., 1981. *Jobs for tomorrow : the potential for substituting manpower for energy,* 1st ed. ed. New York : Vantage Press.

Steen-Olsen, K., Weinzettel, J., Cranston, G., Ercin, A.E., Hertwich, E.G., 2012. Carbon, Land, and Water Footprint Accounts for the European Union: Consumption, Production, and Displacements through International Trade. *Environ. Sci. Technol.* 46, 10883–10891. <https://doi.org/10.1021/es301949t>

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S.E., Fetzer, I., Bennett, E.M., Biggs, R., Carpenter, S.R., Vries, W. de, Wit, C.A. de, Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G.M., Persson, L.M., Ramanathan, V., Reyers, B., Sörlin, S., 2015. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* 347, 1259855. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>

Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T.M., Folke, C., Liverman, D., Summerhayes, C.P., Barnosky, A.D., Cornell, S.E., Crucifix, M., Donges, J.F., Fetzer, I., Lade, S.J., Scheffer, M., Winkelmann, R., Schellnhuber, H.J., 2018. Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 115, 8252–8259. <https://doi.org/10.1073/pnas.1810141115>

Stern, D.I., 2004. The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve. *World Dev.* 32, 1419–1439. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2004.03.004>

Stiglitz, J.E., Stern, N., Duan, M., Edenhofer, O., Giraud, G., Heal, G., Lèbre la Rovere, E., Morris, A., Moyer, E., Pangestu, M., Shukla, P., Sokona, Y., Winkler, H., 2017. Report of the High-Level Commission on Carbon Prices. Carbon Pricing Leadership Coalition.

Storm, S., Schröder, E., 2018. Economic Growth and Carbon Emissions: The Road to ‘Hothouse Earth’ is Paved with Good Intentions (SSRN Scholarly Paper No. ID 3306271). Social Science Research Network, Rochester, NY.

Strokal, M., Spanier, J.E., Kroeze, C., Koelmans, A.A., Flörke, M., Franssen, W., Hofstra, N., Langan, S., Tang, T., van Vliet, M.T., Wada, Y., Wang, M., van Wijnen, J., Williams, R., 2019. Global multi-pollutant modelling of water quality: scientific challenges and future directions. *Curr. Opin. Environ. Sustain., Environmental Change Assessment* 36, 116–125. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2018.11.004>

Strumsky, D., Lobo, J., Tainter, J.A., 2010. Complexity and the productivity of innovation. *Syst. Res. Behav. Sci.* 27, 496–509. <https://doi.org/10.1002/sres.1057>

Suh, S., 2006. Are Services Better for Climate Change? *Environ. Sci. Technol.* 40,6555–6560. <https://doi.org/10.1021/es0609351>

Szlavik, J., Szép, T.S., 2017. Delinking of Energy Consumption and Economic Growth in the Visegard Group. *Geogr. Tech.* 12, 139–49.

Takahashi, K.I., Tatemichi, H., Tanaka, T., Nishi, S., Kunioka, T., 2004. Environmental impact of information and communication technologies

including rebound effects, in: IEEE International Symposium on Electronics and the Environment, 2004. Conference Record. 2004. Presented at the IEEE International Symposium on Electronics and the Environment, 2004. Conference Record. 2004, pp. 13–16. <https://doi.org/10.1109/ISEE.2004.1299680>

Tevie, J., Grimsrud, K.M., Berrens, R.P., 2011. Testing the Environmental Kuznets Curve Hypothesis for Biodiversity Risk in the US: A Spatial Econometric Approach. *Sustainability* 3, 2182–2199. <https://doi.org/10.3390/su3112182>

The Fiber Year, 2016. The Fiber Year 2016. World Survey on Textiles and Nonwovens (No. Issue 16). Speicher, Switzerland.

The Material Flow Analysis Portal [WWW Document], 2015. . Materialflows. URL <http://www.materialflow> (accessed 5.23.19).

The Pembina Institute, 2014. Alternative Fuel Use in Cement Manufacturing: Implications, opportunities and barriers in Ontario. Pembina Institute.

Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., Befort, B.L., 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 108, 20260–20264. <https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108>

Tukker, A., Bulavskaya, T., Giljum, S., de Koning, A., Lutter, S., Simas, M., Stadler, K., Wood, R., 2016. Environmental and resource footprints in a global context: Europe's structural deficit in resource endowments. *Glob. Environ. Change* 40, 171–181. <https://doi.org/10.1016/j.Gloenvcha.2016.07.002>

Turner, A.J., Jacob, D.J., Benmergui, J., Wofsy, S.C., Maasakkers, J.D., Butz, A., Hasekamp, O., Biraud, S.C., 2016. A large increase in U.S. methane emissions over the past decade inferred from satellite data and surface observations. *Geophys. Res. Lett.* 43, 2218–2224. <https://doi.org/10.1002/2016GL067987>

UNEP, 2015. Options for decoupling economic growth from water use and water pollution. Report of the International Resource Panel Working Group on Sustainable Water Management.

UNEP, 2014a. Decoupling 2: technologies, opportunities and policy options. A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel. UNEP.

UNEP, 2014b. Managing and conserving the natural resource base for sustained economic and social development. UNEP, Nairobi.

UNEP, 2011a. Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty

Eradication ∴ Sustainable Development Knowledge Platform.

UNEP, 2011b. Decoupling Natural Resource Use and Environmental Impacts from Economic Growth. UNEP/Earthprint.

UNEP, 2011c. Recycling Rates of Metals – A Status Report. Working Group on the Global Metal Flows to the International Resource Panel.

UN-Water, 2009. Water in a Changing World. Earthscan.

EK

Vačkář, D., ten Brink, B., Loh, J., Baillie, J.E.M., Reyers, B., 2012. Review of multispecies indices for monitoring human impacts on biodiversity. *Ecol. Indic.*, Indicators of environmental sustainability: From concept to applications 17, 58–67. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.04.024>

Valero, Alicia, Valero, Antonio, Calvo, G., Ortego, A., 2018. Material bottlenecks in the future development of green technologies. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 93, 178–200. <https://doi.org/10.1016/j.Rser.2018.05.041>

Van Alstine, J., Neumayer, E., 2010. The environmental Kuznets curve, in: *Handbook on Trade and the Environment*. Edward Elgar Publishing.

Van Caneghem, J., Block, C., Van Hooste, H., Vandecasteele, C., 2010. Eco-efficiency trends of the Flemish industry: decoupling of environmental impact from economic growth. *J. Clean. Prod.* 18, 1349–1357. <https://doi.org/10.1016/j.Jclepro.2010.05.019>

van de Lindt, M., Emmert, S., Tukker, A., AngerKraavi, A., Neuhof, K., Blachowicz, A., Derwent, H., Carr, A., Canzi, G., Crawford Brown, D., 2017. Report: CarbonCAP Findings. *Clim. Strateg.* URL <https://climatestrategies.org/publication/carbon-cap-final-report/> (accessed 6.15.19).

van den Bergh, J.C.J.M. van den, 2017. Rebound policy in the Paris Agreement: instrument comparison and climate-club revenue offsets. *Clim. Policy* 17, 801–813. <https://doi.org/10.1080/14693062.2016.1169499>

Van Heddeghem, W., Lambert, S., Lannoo, B., Colle, D., Pickavet, M., Demeester, P., 2014. Trends in worldwide ICT electricity consumption from 2007 to 2012. *Comput. Commun., Green Networking* 50, 64–76. <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2014.02.008>

van Vliet, M.T., Flörke, M., Wada, Y., 2017. Quality matters for water scarcity. *Nat Geosci* 10, 800. <https://doi.org/10.1038/ngeo3047>

Vidal, O., Goffé, B., Arndt, N., 2013. Metals for a low-carbon society. *Nat. Geosci.* 6, 894–896. <https://doi.org/10.1038/ngeo1993>

Vörösmarty, C.J., Hoekstra, A.Y., Bunn, S.E., Conway, D., Gupta, J., 2015. Fresh water goes global. *Science* 349, 478–479. <https://doi.org/10.1126/science.aac6009>

Wada, Y., Bierkens, M.F.P., 2014. Sustainability of global water use: past reconstruction and future projections. *Environ. Res. Lett.* 9, 104003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/10/104003>

Wagner, M., 2008. The carbon Kuznets curve: A cloudy picture emitted by bad econometrics? *Resour. Energy Econ.* 30, 388–408. <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2007.11.001>

Wallenborn, G., 2018. Rebounds Are Structural Effects of Infrastructures and Markets. *Front. Energy Res.* 6. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2018.00099>

Wallerstein, I., 1974. *The Modern World-System I: Capitalist Agriculture and the Origins of the European World-Economy in the Sixteenth Century*. Academic Press, New York.

Wang, H., Zhao, S., Wei, Y., Yue, Q., Du, T., 2018. Measuring the Decoupling Progress in Developed and Developing Countries. Presented at the 8th International Conference on Management and Computer Science (ICMCS 2018), Atlantis Press. <https://doi.org/icmcs-18.2018.77>

Wang, Q., Jiang, R., Zhan, L., 2019. Is decoupling economic growth from fuel consumption possible in developing countries? – A comparison of China and India. *J. Clean. Prod.* 229, 806–817. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.403>

Wang, R., Hertwich, E., Zimmerman, J.B., 2016. (Virtual) Water Flows Uphill toward Money. *Env. Sci Technol* 50, 12320–12330. <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b03343>

Wang, S., Li, R., 2018. Toward the Coordinated Sustainable Development of Urban Water Resource Use and Economic Growth: An Empirical Analysis of Tianjin City, China. *Sustainability* 10, 1323. <https://doi.org/10.3390/su10051323>

Ward, F.A., Pulido-Velazquez, M., 2008. Water conservation in irrigation can increase water use. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 105, 18215–18220. <https://doi.org/10.1073/pnas.0805554105>

Ward, J.D., Sutton, P.C., Werner, A.D., Costanza, R., Mohr, S.H., Simmons, C.T., 2016. Is Decoupling GDP Growth from Environmental Impact Possible? *PLOS ONE* 11, e0164733. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164733>

WEA, 2014. Etude Web Energy Archive: La Consommation Énergétique Des Sites Web, Côté Utilisateur [WWW Document]. Green Code Lab. URL <https://www.greencodelab.org/vie-du-green-codelab/etude-web-energy-archive-la-consommation-energetique-des-sites-webcote-utilisateur/> (accessed 11.15.18).

Weinzettel, J., Hertwich, E.G., Peters, G.P., SteenOlsen, K., Galli, A., 2013. Affluence drives

the global displacement of land use. *Glob. Environ. Change* 23, 433–438. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.12.010>

Wiedmann, T.O., Schandl, H., Lenzen, M., Moran, D., Suh, S., West, J., Kanemoto, K., 2015. The material footprint of nations. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 112, 6271–6276. <https://doi.org/10.1073/pnas.1220362110>

Wood, R., Stadler, K., Simas, M., Bulavskaya, T., Giljum, S., Lutter, S., Tukker, A., 2018. Growth in Environmental Footprints and Environmental Impacts Embodied in Trade: Resource Efficiency Indicators from EXIOBASE3. *J. Ind. Ecol.* 22, 553–564. <https://doi.org/10.1111/jiec.12735>

World Bank, 2012. Inclusive Green Growth: The Pathway to Sustainable Development. The World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-9551-6>

Wu, Y., Zhu, Q., Zhu, B., 2018. Comparisons of decoupling trends of global economic growth and energy consumption between developed and developing countries. *Energy Policy* 116, 30–38. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.01.047>

Yang, Y., Bae, J., Kim, J., Suh, S., 2012. Replacing Gasoline with Corn Ethanol Results in Significant Environmental Problem Shifting. *Environ. Sci. Technol.* 46, 3671–3678. <https://doi.org/10.1021/es203641p>

York, R., 2012. Do alternative energy sources displace fossil fuels? *Nat. Clim. Change* 2, 441–443. <https://doi.org/10.1038/nclimate1451>

York, R., 2006. Ecological Paradoxes: William Stanley Jevons and the Paperless Office. *Hum. Ecol. Rev.* 13, 143–147.

Yu, Y., Feng, K., Hubacek, K., 2013. Tele-connecting local consumption to global land use. *Glob. Environ. Change* 23, 1178–1186. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.04.006>

Zehner, O., 2012. *Green Illusions: The Dirty Secrets of Clean Energy and the Future of Environmentalism*. University of Nebraska Press, Lincoln.

Zhang, C., Chen, W.-Q., Liu, G., Zhu, D.-J., 2017. Economic Growth and the Evolution of Material Cycles: An Analytical Framework Integrating Material Flow and Stock Indicators. *Ecol. Econ.* 140, 265–274. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.04.021>

Zhao, X., Liu, J., Liu, Q., Tillotson, M.R., Guan, D., Hubacek, K., 2015. Physical and virtual water transfers for regional water stress alleviation in China. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 112, 1031–1035. <https://doi.org/10.1073/pnas.1404130112>

Zhao, X., Liu, J., Yang, H., Duarte, R., Tillotson, M.R., Hubacek, K., 2016. Burden shifting of water quantity and quality stress from megacity

Shanghai: BURDEN SHIFTING OF WATER STRESS FROM MEGACITY SHANGHAI. *Water Resour. Res.* 52, 6916–6927. <https://doi.org/10.1002/2016WR018595>

Anarşist Kütüphane



Naturaleza Indómita, Por T. Parrique, J. Barth, F.
Briens, C. Kerschner, A. Kraus-Polk, A.
Kuokkanen y J.H. Spangenberg
Yeşil Büyümenin Çürütülmesi
Yeşil büyümenin sürdürülebilirliğin tek stratejisi
olarak kabul edilmesine karşı kanıtlar ve
argümanlar
08.07.2019

17.10.2023 tarihinde şuradan alındı:
vahsikaracam.blogspot.com

Çeviri: Karaçam

İspanyolca Aslı: Desmintiendo el desacoplamiento:
evidencias y argumentos en contra del crecimiento
verde como única estrategia para la sostenibilidad

İngilizce Değiştirilmemiş Aslı: Decoupling
debunked: Evidence and arguments against green
growth as a sole strategy for sustainability

tr.anarchistlibraries.net