

Hassas müdahale noktaları: iklim eylemine stratejik bir yaklaşım

Penny Mealy,* Pete Barbrook-Johnson,,,** ** Matthew C. Ives*** Sugandha Srivastavve Cameron Hepburn****

*Yeni Ekonomik Düşünce Enstitüsü ve Smith İşletme ve Çevre Okulu, Oxford Üniversitesi, Birleşik Krallık; Monash Üniversitesi, SoDa Labs, Monash İşletme Okulu ve Santa Fe Enstitüsü, ABD, e-posta: penny.mealy@inet.ox.ac.uk

**Yeni Ekonomik Düşünce Enstitüsü, Smith İşletme ve Çevre Okulu ve Çevresel Değişim Enstitüsü, Oxford Üniversitesi, Birleşik Krallık, e-posta: peter.barbrook-johnson@ouce.ox.ac.uk

***Institute for New Economic Thinking ve Smith School of Enterprise and the Environment, Oxford Üniversitesi, Birleşik Krallık, e-posta: matthew.ives@smithschool.ox.ac.uk

****Institute for New Economic Thinking ve Smith School of Enterprise and the Environment, Oxford Üniversitesi, Birleşik Krallık, e-posta: sugandha.srivastav@ouce.ox.ac.uk

*****Institute for New Economic Thinking ve Smith School of Enterprise and the Environment, Oxford Üniversitesi, Birleşik Krallık, e-posta: cameron.hepburn@smithschool.ox.ac.uk

Bu makale Oxford Martin School'un 'Karbon Sonrası Geçiş ve Enerji İnovasyonu ve Sistem Ekonomisi' projesinden sağlanan fonla desteklenmiştir. Sugandha Srivastav, İklim Uyumlu Büyüme programının desteğine teşekkür eder. Ayrıca Gilbert Metcalf, Pontus Braunerhjelm, J. Doyne Farmer, Ryan Rafaty, Samuel Loni, Samuel Fankhauser, Stockholm Üniversitesi'ndeki katılımcılara teşekkür ederiz. İsveç Kraliyet Mühendislik Bilimleri Akademisi'ndeki +50 çalıştayına ve anlayışlı yorumları ve geri bildirimleri için Bezos Earth Foundation'a teşekkür ederiz.

Özet

Bazı ülkeler sera gazı emisyonlarını azaltma konusunda ilerleme kaydederken, çok azı yüzünlü ortalarında net sıfır emisyonu ulaşma yolunda yeterince hızlı ilerlemektedir. Net sıfıra geçiş, küresel ekonominin ve buna bağlı karmaşık sosyo-tekniik sistemlerin derin yapısal dönüşümünü gerektirmektedir. Burada, küçük veya orta ölçekli bir müdahalenin büyük etkiler ve dönüşümsel değişim yaratabileceği sistemlerdeki 'hassas müdahale noktaları' (SIP'ler) belirlemek için kavramsal bir çerçeve ortaya koyuyoruz. Bu noktalar üç şekilde ortaya çıkmaktadır: (i) kritik bir fiyat eşiği gibi kritik devrilme noktaları, (ii) bir sosyal ağdaki etkili bir aktör gibi ağlardaki kritik düğümler ve (iii) değişim için fırsat pencerelerinin açıldığı zaman içindeki kritik noktalar. Ayrıca müdahalelerin potansiyel etkileri, riskleri ve uygulama kolaylığı açısından önceliklendirilmesi için bir değerlendirme metodolojisi öneriyoruz. Çerçevemizi ve değerlendirme metodolojimizi, küresel dekarbonizasyonu hızlandırmak için önerilen müdahalelerin bir listesini değerlendirmek için uyguluyoruz. Umud vaat eden müdahaleler arasında, tutarlı maliyet düşüşleri ile temel temiz enerji teknolojilerine yatırım yapmak, kirlenici teminatların değerini düşürmek için merkez bankası politikaları uygulamak ve iklimle ilgili finansal risk açıklamasını geliştirmek yer almaktadır.

Anhtar Kelimeler: hassas müdahale noktaları, iklim politikası, sosyal devrilme noktaları, iklim değişikliği

JEL sınıflandırması: Q50, Q54, Q58

I. Giriş

Yüzyılın ortasına kadar net sıfır emisyonu ulaşmak için küresel enerji, endüstriyel ve tarımsal sistemlerde ve bunlarla ilişkili sosyo-ekonomik sistemlerde büyük değişiklikler yapılması gerekecektir (IEA, 2021). Bazı başarılar elde olsa da, mevcut karbonsuzlaştırma çabalarının hızının şu anda yolunda gittiğine inanan çok az kişi var. Paris Anlaşması'nın hedeflerine ulaşmak ve 1,5°C'lik bir patikaya geçiş yapmak için, küresel yıllık emisyonların 2030 yılına kadar bugünkü politikalarla desteklenen mevcut yörüngeye kıyasla yüzde 45 oranında düşmesi gerekecektir (UNEP, 2022). Bu zorluk çok büyük. Ve bunlar

politikaları şu anda yüzyılın sonuna kadar 2,8°C'lik bir ısınmayı taahhüt etmektedir. 2021'deki COP26'dan bu yana güncellenen ülke taahhütlerinin bunu en iyi ihtimalle 2,4°C'ye düşürmesi muhtemeldir.

Böylesine büyük ölçekli bir değişimin gerekli olduğu ve politikaların uygulanması için küresel iştahın bu kadar sınırlı olduğu bir ortamda, Paris hedeflerinin ulaşılabilirliği konusunda doğal olarak ciddi sorular ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, son yıllarda, değişimin nasıl hızlandırılacağı veya sistemlerin daha sürdürülebilir yörüngelere doğru nasıl 'yönlendirileceği' konusunda yeni içgörüler sunan daha umutlu bir karmaşık sistemler literatürü ortaya çıkmıştır (Geels, 2002; Farmer vd., 2019; Lenton, 2020; Otto vd., 2022; Sharpe ve , 2021;). Bu çalışmadan yola çıkarak, politika müdahalelerinin stratejik olarak bir sosyoekonomik sistemin *hassas müdahale noktalarına*, yani küçük veya ılımlı bir değişikliğin büyük bir etkiye sahip olabileceği *noktalara* hedeflenebilmesi halinde, sistem çapında değişimi teşvik etmek için politika çabasının bu kadar büyük olması gerekemeyeceğini savunuyoruz. Bu, Paris hedeflerine ulaşmanın basit ya da kolay olacağı anlamına gelmemektedir, ancak Aşıl'in topuğu gibi, başarı şansının en yüksek olduğu alanlara işaret etmektedir.

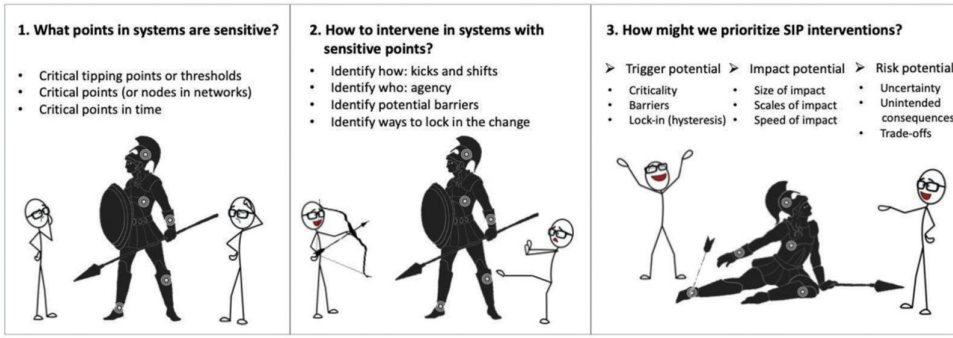
Bölüm II'de, sistemlerdeki hangi noktaların hassas olduğunu belirlemek için bir taksonomi sunuyoruz. Farmer ve diğerlerinde (2019) . özetlenen ilk fikirlerden yola çıkarak, üç hassas müdahale noktası (SIP) kategorisi belirleyen kavramsal bir çerçeveye ortaya koyuyoruz. Literatürde büyük ilgi gören ilk kategori, kritik devrilme noktaları veya ektirlerdir. Bu noktalar, bir sistemi mevcut durumunda tutan sönümleyici güçler, sistemi farklı bir duruma veya yörüngeye iten pozitif güçlendirici güçler tarafından dengelendiğinde ortaya çıkar. Düşük karbon teknolojilerinin fosil yakıtlardan daha ucuz hale geldiği kritik fiyat eşiği buna bir örnektir. İkinci kategori, ağlardaki kritik noktalardır (veya düğümlerdir); noktalar ağdaki konumları nedeniyle içinde buldukları sistem üzerinde büyük bir etkiye sahip olabilirler. Bu düğümler bir tedarik zinciri ağındaki kritik firmalar ya sosyal, siyasi veya kurumsal bir ağdaki etkili aktörler, hatta üretim ağlarındaki kritik teknolojiler veya sektörler olabilir. Üçüncü kategori, sistemleri değişim için daha 'olgun' ya da hazır hale getiren fırsat pencerelerinin açıldığı kritik zaman noktalarıdır. Bu tür pencereler, Covid-19 pandemisinin büyük yeşil teşvik paketleri için imkan yaratması dşsal şoklar sistemi vurdüğunda açılabilir (Heburn vd., 2020). Zamanın bu noktalarında, normalde uygulanması çok zor olan yapısal değişiklikler çok daha kolay hale gelebilir. Bu kategorilere dayanarak, sistemlerin (i) pozitif (veya güçlendirici geri bildirimlerin mevcut olduğu), (ii) firmaların, insanların, teknolojilerin veya kuruluşların eylemlerinin birkaç kilit oyuncuya büyük ölçüde bağımlı olduğu ve (iii) mevcut sistemi istikrarsızlaştıran şoklar meydana geldiğinde hassasiyet noktaları gösterme olasılığının daha yüksek olduğunu savunuyoruz.

Bölüm III'te, SIP'lere sahip sistemlere nasıl müdahale edileceğine dair genel bir metodoloji öneriyoruz. Yaklaşımımız dört temel adım içermektedir. İlk olarak, bir müdahalenin sistemi 'tekmeleyip tekmelemeyeceğini', sistemi 'değiştirip değiştirmeyeceğini' ya da bu ikisinin bir kombinasyonu olup olmadığını belirliyoruz. Sistemi tekmelemek, mevcut sistemi verili olarak kabul etmek ve kritik bir devrilme noktası üzerinde kilit bir değişkeni tekmelemeye çalışmak için müdahaleleri kullanmak veya büyük etkiler yaratmak için kilit ağlardaki kritik düğümleri hedeflemek anlamına gelir. Sistemi değiştirmek, sistemin işleyişini temelden değiştiren kurumsal veya düzenleyici değişimleri içerir. İkinci olarak, sistemi kimin değiştirebileceğini belirleriz - belirli bir müdahaleyi tetikleyebilecek yetkiye sahip kilit aktörler veya kuruluşlar kimlerdir? Üçüncü olarak, belirli bir politika müdahalesini engelleyebilecek veya buna karşı direnç yaratabilecek potansiyel engelleri tespit ediyoruz. Belirlendikten sonra, bu engellerin nasıl hafifletilebileceğini araştırıyoruz. Dördüncü olarak, değişimin gelecekte başkaları tarafından kolayca tersine çevrilmesi olasılığını azaltmak için belirli bir değişikliği 'kilitlemenin' yollarını belirliyoruz.

Bölüm IV'te, zaman ve kaynak sıkıntısını göz önünde bulundurarak, başarılı olma ve büyük etki yaratma olasılığı daha yüksek olan müdahaleleri önceliklendirmek için basit bir yaklaşım ortaya koyuyoruz. Her bir müdahalenin belirli özelliklerini üç temel aksiyom açısından ele alıyoruz: (i) belirli bir müdahalenin uygulanma kolaylığı ve tersine çevrilmesinin zor olup olmayacağı ile ilgili tetikleme potansiyeli; (ii) belirli bir müdahalenin olası boyutu, ölçeği ve hızı ile ilgili olan etki potansiyeli; ve (iii) bir müdahale ile ilgili belirsizlik derecesi, istenmeyen sonuçlar ve ödünleşimler ile ilgili olan risk potansiyeli. Yüksek öncelikli müdahaleler, yüksek tetikleme ve etki potansiyeline ve düşük risk potansiyeline sahip olanlardır. SIPs politika çerçevemizin bir özeti Şekil 1'de gösterilmektedir.

Son olarak, Bölüm V'te çerçevemizi, küresel karbonsuzlaştırmayı hızlandırma potansiyeline sahip olduğu öne sürülen 20 politika müdahalesinden oluşan bir listeye uygulayarak gösteriyoruz. Bu müdahaleler akademi, sanayi, hükümet ve sivil toplumdaki önde gelen uzmanlardan oluşan bir gruptan toplanmıştır. Her bir müdahale için (i) bir kilit kritik noktalarda çalışıp çalışmadığını belirledik, (ii) sisteme nasıl müdahale ettiğini ve değişimi nasıl yönlendirdiğini değerlendirdik ve (iii) tetikleyicisini, etkisini ve risk potansiyelini değerlendirdik. Bu süreçte belirlenen en yüksek önceliğe sahip üç müdahale arasında, istikrarlı maliyet düşüşleri ile temiz enerji teknolojilerine yatırım yapmak, kahverengi teminatların değerini düşürmek için merkez bankası politikalarını yürürlüğe koymak ve iklimle ilgili finansal risk açıklamasını geliştirmek yer almaktadır.

Çalışmamız, Milkoreit ., 2018 sosyo-ekonomik sistemlerde 'pozitif' değişimin devrilmesine ilişkin son literatürle yakından ilgilidir (vdOtto .2020; Lenton2020, Sharpe ve , 2021; vdLentonLenton .2022., vd, vd, 2022; ; Winkelmann). Bu çalışmada, sistemleri hassas hale getirebilecek temel özellikler olarak devrilme noktaları ve pozitif (veya güçlendirici) geri bildirim döngüleri . Çalışmamızın ayrıca şu konulardaki literatürle de güçlü bağlantıları vardır



Şekil 1: SIPs politika çerçevesinin diyagramı. Not: Bu şeklin unsurları Storyboard That ile oluşturulmuştur <https://www.storyboardthat.com/>

sosyo-teknik geçişler (Geels *vd.*, 2017; Sovacool ve Hess2017, , Schot, 2007) ve sürdürülebilirlik geçişlerinin anlaşılması için çok düzeyli perspektif (Geels2002, 2004; Geels ve). Bu tür teoriler ve çerçeveler, daha geniş sosyo-teknik rejim gerilimler veya fırsat pencereleri gibi hassasiyetler yaşadığında, nişlerdeki inovasyonun daha büyük sistem değişikliği yaratmak için kırılabilirliği süreci anlamak için değerli yollar sağlar.

Çalışmamız, Meadows'un (1999) büyük ölçekli dönüştürücü değişimi teşvik etmek için bir sisteme müdahale edilecek yerlerin bir listesini ortaya koyan 'kaldıraç noktaları' kavramsal çerçevesine ruh olarak benzetmektedir. Bununla birlikte, Meadows'un en üst sıradaki kaldıraç noktalarının çoğu, gerçekleştirilmesi çok zor olan eylemlerle ilgiliyken (örneğin, sistemin hedeflerini veya paradigmasını değiştirmek), bizim yaklaşımımız, sistemlerdeki hassas noktaları hedefleyen ve kullanan pragmatik eylemlere daha fazla öncelik vermektedir. Bu nedenle yaklaşımımız, sistem hedeflerini veya amaçlarını şekillendirmeyi amaçlayan misyon odaklı politika çerçevelerinden biraz farklıdır (Mazzucato2018, Robinson ve Mazzucato, 2019;) ve bu çerçeveleri tamamlayıcı olarak görülebilir. Aradığımız nihai sonuç büyük veya çok büyük etkiler olsa da, bu makalede orantılı olarak büyük çaba gerektirmeyen müdahaleleri belirlemeyi amaçlıyoruz.

Çalışmamız, ekonomiyi mevcut kahverengi, sürdürülemez dengeden daha yeşil ve daha sürdürülebilir bir dengeye kaydırmaya yardımcı olmak için 'büyük itme' tarzı politikaları savunan literatürle de ilgilidir (van der Ploeg ve Venables, 2022). Yoksulluk tuzakları literatürüne benzer şekilde (Rosenstein-Rodan1943, Murphy ve diğerleri1989; , ; Collier, 2006; Sachs, 2006; Kraay ve McKenzie, 2014; Ghatak, 2015; Barbier ve Hochard, 2019), bu araştırmanın savunucuları ekonomiyi kahverengi, karbon yoğun bir tuzakta tutan güçlü geri bildirim mekanizmalarının varlığını vurgulamaktadır. Tanımlanan güçler arasında fosil yakıtların düşük fiyatlandırılması (açık ve örtülü sübvansiyonlar yoluyla (Barbier, 2010, 2020, 2023, bu sayı; Helm2015, ; Parry *vd.*2021, ; Black *vd.* 2022), kurumsal atalet (Geels, 2014) ve geçişten kaybetmeyi bekleyen güçlü, iyi kaynaklara sahip kazanılmış siyasi çıkarlar (Moe, 2010; Ohlendorf, Jakob ve Steckel, 2022) yer almaktadır. Dolayısıyla, politikalar ekonomiyi bir yeşil bir yörüngeye itmede etkili olmadıkça, ekonomi kahverengi dengesine geri kaymaya devam edecektir. Ekonomileri kendi kendini güçlendiren daha yeşil bir yola itmek için yeterince ileri gitmeyen politikaların olası bir örneği olarak 2009 finansal krizine yanıt olarak sunulan yeşil teşvik paketlerinin sessiz etkisi vurgulanmıştır (Barbier, 2010). Bu nedenle, van der Ploeg ve Venables'e (2022) benzer şekilde bizim çalışmamız da -sosyo-ekonomik sistemdeki mevcut hassasiyetlerden yararlanma kabiliyetleri nedeniyle- sistemik ataletin üstesinden gelebilecek ve yeşil bir dengeye doğru büyük kazanımlar sağlayabilecek politikaların önemini vurgulamaktadır.

II. Sistemlerdeki hangi noktalar hassastır?

(i) Kritik devrilme noktaları veya eşikler

Devrilme noktaları, sistemlerde küçük bir değişimin veya pertürbasyonun büyük bir etkiye sahip olabileceği en belirgin noktalardır. Devrilme noktaları çeşitli şekillerde ortaya çıkar, ancak genellikle bir durum değişkeninin veya parametrenin değerinde sistemin kararsız hale geldiği ve bir dengeden diğerine veya tamamen farklı bir yörüngeye yönelebileceği kritik bir eşik içerir. Bir devrilme noktasında, sistemi mevcut durumunda tutan sönümleyici (veya negatif geri besleme) güçler, onu başka bir duruma veya yörüngeye iten güçlendirici (veya pozitif geri besleme) güçlerle dengelenir (Lenton ve ark., 2022).

Devrilme noktasının önemli bir örneği 'kritik kitle' eşigidir (Centola *vd.*, 2018). Bir davranışı, ürünü veya teknolojiyi benimsemenin faydaları genellikle benimseyen kişi sayısı ile birlikte artar, öyle ki bir kez kritik bir

benimseyen bir kitleye ulaşıldığında, çoğunluk kısa sürede onu takip eder. Örneğin, daha fazla ülke katıldıkça uluslararası iklim anlaşmalarına katılmak genellikle daha avantajlı hale gelir ve çalışmalar, kritik sayıda ülke tarafından benimsenmenin ('devrilme kümesi') tüm ülkelerin kaydolmasını sağlayabileceğini öne sürmüştür (Heal ve Kunreuther, 2011; Helm ve Ruta, 2012; Hale, 2020). Benzer şekilde, akran etkilerinin çatı-güneş enerjisi ve diğer çevre dostu davranışların benimsenmesinde önemli bir rol oynadığı gösterilmiştir (Bollinger ve Gillingham, 2012). Bu kritik kitlenin büyüklüğü muhtemelen ilgili bağlam ve ülkelere bağlı olsa da, deneysel kanıtlar, grup büyüklüğünün yaklaşık yüzde 25'ine sahip kararlı bir azınlığın, daha geniş çoğunluğun görüşlerini 'değiştirmek' için yeterli olabileceğini öne sürmüştür (Centola ark., 2018 ve). Iacopini ve diğerleri (2022), biraz sezgisel olarak, nüfusun adanmış olmayan üyelerinin sosyal etkiye daha az duyarlı olduğu durumlarda, çok daha küçük boyutlardaki (nüfusun yüzde 0,3'ü) adanmış azınlıkların çoğunluğun fikir birliği görüşünü tersine çevirmede etkili olabileceğini göstermiştir.

Düşük karbonlu teknolojilerin emisyon yoğun teknolojilerden daha ucuz hale geldiği fiyat noktası, kritik eşğin bir diğer örneğidir. Bir kez geçildiğinde, daha temiz teknolojilere geçişin çok daha hızlı ve yaygın hale gelmesi muhtemeldir. Son yıllarda birçok yenilenebilir enerji teknolojisinde yaşanan etkileyici maliyet düşüşleri sayesinde, temiz enerji (ve depolama) artık dünyanın büyük bir bölümünde fosil yakıtlarla fiyat eşitliğine yakındır (Way vd., 2022). Ulaşım, elektrikli araçların (EV'ler) sahip olma maliyeti de artık birçok önde gelen otomobil pazarında içten yanmalı motorlu araçlarınkine yakındır (Lam ve Mercure, 2022). Bu nedenle, düşük karbon teknolojilerini daha da uygun fiyatlı hale getirmek için yapılacak nispeten küçük müdahaleler, emisyon yoğun teknolojilerden kitlesel geçişi sağlamada büyük bir etkiye sahip olabilir (Sharpe ve Lenton, 2021). Teknoloji maliyetlerindeki düşüşler gerekli olmakla birlikte, tek başlarına her zaman yeterli değildir - net sıfır enerji sistemine ulaşmak veya kişisel ulaşımın elektrifikasyonu şebeke ve şarj altyapısının de gerekmektedir. Bununla birlikte, panellerin ve elektrikli araçların maliyetlerinin düşmesi, hükümetlerin ve firmaların ilgili altyapıyı sağlama olasılığını büyük ölçüde artırmaktadır.

(ii) Ağlardaki kritik noktalar

Sosyo-ekonomik sistemlerde insanlar, firmalar ve kuruluşlar arasındaki etkileşimlerin çoğu rastgele gerçekleşmez. İster mal ve hizmet alışverişi, ister fon, bilgi veya fikir akışı olsun, etkileşim kalıpları nispeten kalıcı olma eğilimindedir ve farklı ağ yapıları içinde gerçekleşir. Sosyo-ekonomik sistemlerdeki birçok ağ, birkaç kilit düğümün (veya aktörün) diğer birçok düğümle bağlantılı olduğu birkaç merkeze sahiptir. Bu ağ yapıları genellikle rastgele düğümlerdeki bozulmalara karşı dayanıklıdır, ancak kilit düğümlerdeki hedefli müdahalelere karşı oldukça savunmasızdır (veya hassastır).

Ağ kırılabilirliğine ilişkin literatürün büyük bir kısmı, kritik düğümlerin varlığının, oldukça küçük olumsuz şokların ağlar üzerinden kademeli olarak ilerlemesine ve çok daha büyük sistem çapında etkilere neden olmasına nasıl izin verebileceğine odaklanmıştır. Temel örnekler arasında güç sistemlerinde veya iletişim ya da altyapı ağlarında basamaklı arızaların meydana gelme olasılığı (Korkali vd., 2017; Schäfer vd.2018, Chakraborty vd.,) ve küresel tedarik zinciri ağlarındaki kritik firmaları vuran yerel şokların neden olabileceği yaygın ekonomik bozulma potansiyeli (Inoue ve Todo, 2019; 2021) yer almaktadır. Ağlar arasındaki bağlantılar da (üretim ağları ve ulaşım ağları gibi) felaketle sonuçlanma riskini önemli ölçüde artırabilir (Colon vd., 2021).

Bununla birlikte, ağlardaki kritik noktalara ilişkin içgörüler, belirli müdahalelerin etkinliğini ve etkililiğini artırmak için çeşitli alanlarda da kullanılmıştır. Epidemiyolojide, aşılardan yüksek derecede bağlantılı bireylere (veya 'süper yayıcılar') yönelik olarak hedeflenmesinin, virüs salgınlarını sınırlandırmada insanları rastgele aşılamaktan daha etkili olduğu gösterilmiştir (Pastor-Satorras ve Vespignani, 2001; Dezső ve Barabási, 2002; Chen vd., 2008; Saunders ve Schwartz, 2021). Finansal sistemlerde, 'sistemik olarak önemli' (yani başarısız olmak için çok büyük veya çok kritik) olarak kabul edilen kurumlar, 2007/8 finansal krizinden bu yana daha yüksek düzeyde düzenlemeye ve artan sermaye gereksinimlerine tabi hale gelmiştir (Bardoscia vd., 2017; Poledna vd., 2017; ; Battiston ve Martinez-Jaramillo, 2018). Sürdürülebilirlik bağlamında davranış değişikliği çalışmalarında, sosyal ağlardaki yüksek bağlantılı 'kanaat önderlerini' hedeflenmesi, bilgi ve eylemlerin yayılmasını hızlandırmak için etkili bir strateji olduğu gösterilmiştir (Barnes vd., 2016; Matous ve Todo, 2017; Mbaru ve Barnes, 2017).

Ağlardaki kritik noktalar hakkındaki bilgilerden yararlanmak, karbonsuzlaştırmayı hızlandırmayı amaçlayan müdahalelerin etkinliğini de artırabilir. Örneğin, King ve diğerleri (2019), ekonominin üretim (veya girdi-çıkı) ağındaki konumlarına göre kilit sektörlerle yönelik artan karbon vergilerinin hedeflenmesinin, doğrudan en yoğun emisyon yapan hedeflemekten daha fazla emisyon azaltımıyla sonuçlanabileceğini göstermektedir. Bu tür içgörüler, ekonomi çapında bir karbon vergisine karşı siyasi muhalefetin çok yüksek olduğu bağlamlarda değerli olabilir. Bazı çalışmalar da yeşil teknolojileri yayma ve yaygınlaştırma stratejilerinin, sosyal ağlar hakkındaki bilgileri hesaba katmaları halinde nasıl daha etkili olabileceğini göstermiştir (Bale vd., 2013; Chen ve Shi, 2021). Örneğin Du ve diğerleri (2016), enerji verimliliği teknolojilerini yaygınlaştırırken hanelerin sosyal ağlarındaki bağlantı sayısı ve bağlantıların gücü hakkındaki bilgilerden yararlanmanın ilk ayda enerji tasarrufunu yüzde 47 oranında artırabileceğini göstermiştir.

(iii) Zaman içindeki kritik noktalar

Doğru zamanda - bir sistem 'değişim için olgunlaştığında' - küçük veya ılımlı müdahaleler büyük etkilere sahip olabilir. Sürdürülebilirlik geçişlerine ilişkin çok düzeyli perspektifte, 'fırsat pencereleri', mevcut rejimleri istikrarsızlaştırmak ve yerleşik kurumsal manzaraları değiştirmek için koşulların daha elverişli hale geldiği kritik zaman noktaları olarak vurgulanmaktadır (Geels, 2006; 2012).

Önemli bir örnek, Birleşik Krallık'ta açılan ve dünyanın ilk uzun vadeli, yasal olarak bağlayıcı emisyon azaltma çerçevesi olan 2008 Birleşik Krallık İklim Değişikliği Yasası'nın yürürlüğe girmesini sağlayan kritik fırsat penceresidir. Yasa, 2050 yılına kadar 1990 seviyelerine göre yüzde 80 oranında emisyon azaltımı gerektiren ulusal mevzuatın yanı sıra hesap verebilirliği zorunlu kılan bir dizi kurumsal organ da getirmiştir. Yasa, Birleşik Krallık'ta son on yılda emisyonların azaltılmasında önemli bir rol oynamasının yanı sıra, küresel çapta benzer yasalara da ilham kaynağı olmuştur (Fankhauser vdAverchenkova vd, 2021., 2018.;). Peki, başka hiçbir ülkenin benzer bir çerçeveyi benimsemediği bir dönemde Birleşik Krallık hükümetini böylesine bağlayıcı yükümlülükler getirmeye iten neydi?

Nedenselliği kanıtlamak zor olsa da, Birleşik Krallık İklim Değişikliği Yasası'nın yürürlüğe girmesinden önce, (i) Yasa'nın yürürlüğe girmesinden önceki yıllarda çok sayıda STK'nın etkili kampanya ve farkındalık yaratma çabaları, (ii) Muhafazakar Parti Lideri David Cameron'ın markanın cazibesini yenilemek ve artırmak için iklim değişikliğini kilit bir konu haline getirme kararı gibi faktörlerin nadiren bir araya gelmesi söz konusu olmuştur, (iii) IPCC'nin 4. Değerlendirme Raporu ve erken eylemin en ucuz politika seçeneği olduğunu vurgulayan Stern Review of the Economics of Climate Change gibi önemli raporların yayınlanması ve (iv) İşçi Partisi'nin hırslı ve enerjik David Miliband'ın Birleşik Krallık'ın çevreyle ilgili en önemli hükümet departmanının efra) Dışişleri Bakanı olarak atanması. Bu faktörlerin bir araya gelmesi - farkındalık yaratma kampanyaları, siyasi rekabet, iklim eyleminin ekonomik terimlerle yetkili bir şekilde yeniden çerçevelendirilmesi ve hükümet içinde ilgili bir aktör - muhtemelen kurumsal değişim için 'olgunlaşmış' bir sosyo-ekonomik sistem ortaya çıkardı. Bu durum çeşitli kurumlar tarafından fark edilmiş ve İngiltere Merkez Bankası'nın bağımsız para politikası komitesine benzer şekilde bağımsız bir komite fikri bu kritik dönemde siyasi düşünceye girmiştir. Akademisyenler de uzun vadeli iklim hedeflerinin politik kısa vadeciliğin değişikliklerine maruz kalmamasını sağlamak için böyle bir bağımsız organın değerini *önceden* kabul etmiş ve çağrıda bulunmuşlardı (Helm vd., 2003).

Fırsat pencereleri, dışsal şoklar sistemi vurduğunda beklenmedik bir şekilde de açılabilir. Son Covid-19 salgını buna iyi bir örnektir: ekonomik toparlanma önlemleri için trilyonlarca doların harcandığı veya ayrıldığı bu dönem, ülkelerin temiz teknolojiye, iklim dostu altyapıya ve geleceğin yeşil endüstrilerini inşa etmeye önemli yatırımlar yapmaları için eşsiz, küresel bir fırsat penceresiydi (Hepburn vd., 2020). Yeşil harcamalar, kurtarma ve iyileştirme paketlerinin yalnızca nispeten küçük bir kısmını oluştursa da (O'Callaghan vd., 2022), Çin, ABD, Avrupa ve Hindistan gibi büyük ekonomilerdeki birleşik yatırım, düşük karbonlu teknoloji maliyetlerini ve alımını kritik fiyat ve benimseme eşiklerini aşmak için yeterli olabilir. Bir başka örnek olarak, Rusya'nın Ukrayna'ya açtığı ve petrol ve gaz maliyetlerini ciddi ölçüde artırarak yakın tarihin en ciddi küresel enerji krizlerinden birine yol açan savaş verilebilir. Savaş bir yandan ülkelerin (özellikle Avrupa'daki) Rus petrol ve gazına olan bağımlılıklarını azaltmaları ve hızla yenilenebilir enerji kaynaklarına geçmeleri için eşsiz bir fırsat sunuyor. Ancak diğer yandan, bazı Avrupa ülkeleri enerji açığını kapatmak için kısa vadede kömüre yöneldi.

(iv) Güçlendirici geri bildirimler üzerine bir not

SIP'ler ve sosyo-ekonomik sistemlerde olumlu değişimin tetiklenmesine ilişkin son literatürün çoğu, güçlendirici veya olumlu geri bildirim mekanizmalarının önemini vurgulamıştır (Milkoreit .2018vd, Otto .2020; Lentonvd, LentonLenton vd2022, 2020; ; Sharpe ve , 2021; ., Winkelmann vd., 2022;). Daha fazlasının daha fazlasını doğurduğu olumlu geri bildirim süreçleri, doğası gereği bir müdahalenin tetiklediği değişimi güçlendirmek için kullanılabilir istikrarsızlaştırıcı güçlerdir. Bununla birlikte, bir devrilme noktasının varlığı, altta yatan pozitif geri bildirim mekanizmalarının işaret etse de, bunun tersi her zaman doğru değildir.¹ Birçok pozitif geri bildirim mekanizması devrilme noktalarına yol açmaz (Lamberson ve Page, 2012) ve bunların büyük etkileri tetiklemedeki etkinliği, sistemdeki negatif (veya sönümlenici) geri bildirim süreçlerine kıyasla göreceli güçlerine bağlıdır (Meadows, 1999).

Birlikte, güçlendirici geri bildirim döngülerinden yararlanan müdahaleler, yararlanmayanlara göre önemli avantajlara sahiptir. Enerji teknolojileri söz konusu olduğunda, güneş ve rüzgar güçlü yaparak öğrenme etkileri (iyi bilinen bir pozitif geri besleme mekanizması) gösterirken, karbon yakalama ve depolama ve nükleer gibi diğer teknolojiler (Way vd., 2022). Güneş enerjisinin daha fazla üretilmesini ve yaygınlaştırılmasını teşvik eden politika müdahaleleri

¹ Örneğin, birçok üstel büyüme süreci pozitif geri besleme mekanizmaları nedeniyle ortaya çıkar (örneğin dünya nüfusu, Facebook kullanıcılarının sayısı veya internet sitelerinin sayısı), ancak bunlar bir devrilme noktası içermez (Lamberson ve Page, 2012).

ve rüzgar (sübvansiyonlar veya vergi kredileri gibi) maliyetleri düşürmede CCS veya nükleere yönelik olanlardan çok daha etkili olmuştur. Bunun birkaç nedeni olduğu varsayılmaktadır. Bunun nedenlerinden biri, yenilenebilir enerji kaynaklarının düşük işletme maliyetlerinin 'liyakat sırası etkisi' sayesinde piyasa temelli elektrik şebekelerinde kolayca tercih edilmelerini sağlaması ve birçok ülkede ortalama toptan elektrik fiyatlarının düşmesine yol açmasıdır (Clò, Cataldi Zoppoli 2015 ve , Kyritsis, Andersson ve Serletis, 2017; Woo vd. 2013, Mountain vd., 2018; ;). Bir başka neden de nükleer ve CCS tesislerinin tamamlanması uzun yıllar alan büyük inşaat mühendisliği projeleri olmasıdır. Modüler olmayıp, 'türünün tek örneği' veya en azından 'türünün ilk örneği' projelerle ilişkili daha ısmarlama özelliklere sahip olduklarından, öğrenme fırsatı ve dolayısıyla öğrenme oranları önemli ölçüde daha düşüktür (Wilson vd., 2020; Ansar, 2022). Bir diğer avantaj ise rüzgar ve güneş enerjisi gibi modüler teknolojilerin yayılmasını ve öğrenilmesini destekleyecek politikalara sürekli olarak ihtiyaç duyulmamasıdır; teknolojiler maliyet açısından rekabetçi hale geldiğinde piyasa güçleri devreye girebilir (Aghion vd., 2009; van der Ploeg ve Venables, 2022).

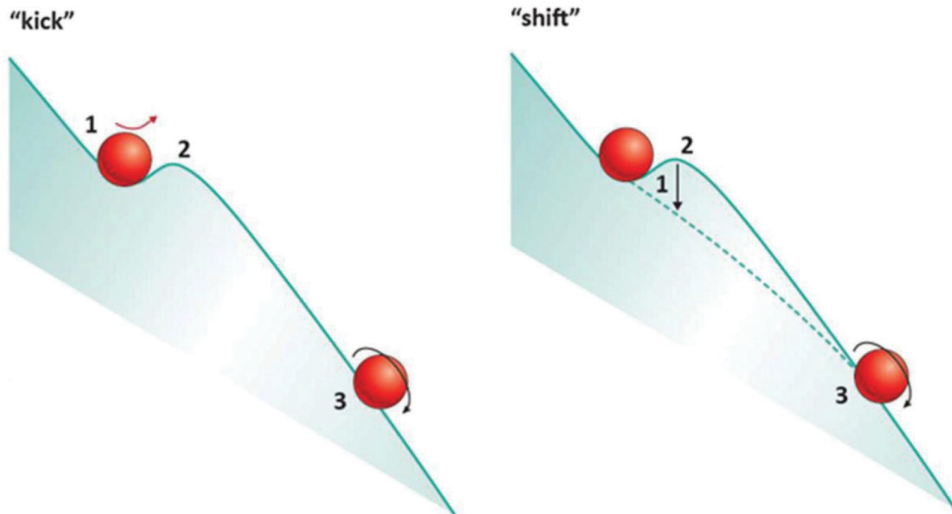
III. Hassas noktaları olan sistemlere nasıl müdahale edilir?

(i) Nasıl olduğunu tanımlayın: vuruşlar ve kaymalar

Farmer ve diğerlerini (2019) temel alarak, hassas noktalara sahip sistemlere müdahale etmek için iki yaklaşım arasında ayırım yapıyoruz (bkz. Şekil 2). İlk yaklaşım - 'tekme' - mevcut sistemi verili olarak kabul eder ve sistemin SIP'lerini hedef alır. Örneğin, birçok ülkenin şu anda yenilenebilir enerji teknolojilerinin fosil yakıt teknolojilerinden daha ucuz hale geldiği kritik fiyat eşliğine çok yakın olduğunu tespit ettikten sonra, bir tekme müdahalesi, yenilenebilir enerji maliyetlerini eşğin üzerine 'çıkarmak' için belirli politikaları (örneğin geçici sübvansiyonlar veya vergi kredileri) hedefleyecektir.

İkinci yaklaşım - 'değişim' - sistemin işleyiş şeklini değiştirmeyi amaçlar. Değişim müdahaleleri, sistemleri bir devrilme noktasına yaklaştırmak, belirli bir ağıdaki güç dinamiklerini değiştirmek, olumlu geri bildirim mekanizmaları için yeni yollar açmak veya değişimin önündeki temel engelleri zayıflatmak veya ortadan kaldırmak için kurumsal değişiklikler getirmeyi içerir. Kurumsal değişimler genellikle siyasi açıdan zorlayıcı olabileceğinden, genellikle sadece zamanın kritik noktalarında uygulamaya konulabilirler - Birleşik Krallık İklim Değişikliği Yasası'nın yürürlüğe girmesi için açılan fırsat penceresi gibi. Bir başka 'değişim' de fosil yakıt şirketlerinin faaliyetlerini genişletmeleri veya yenilemeleri önündeki düzenleyici engelleri arttırmak olacaktır. Fosil yakıt izin yasaları, Klenert vd., 2018 madencilik ve yakmanın tüm sistem maliyetlerini hesaba katacak şekilde güncellenebilir (). Doğal sermaye muhasebesi, hava kirliliğinden kaynaklanan ölüm ve hastalıklar, toplulukların yerlerinden edilmesi, otlakların ve doğal ormanların tahrip edilmesi ve ekosistem hizmetlerinin azalması gibi olumsuz toplumsal etkileri açıkça ölçüp boyutlandırarak bu tür faaliyetlerin hala kamu yararını karşılayıp karşılamadığına dair kanıtlayıcı bir temel sağlayabilir (Rafaty vd., 2020).

Dahası, birçok durumda, mevcut yasa tabanı



Şekil 2: Tekmeler ve kaydırmalar: SIP'ler için iki tür müdahale. Bir 'vuruş' mevcut sistemi (kuralları, kurumları, eğilimleri, vb.) verili olarak alır ve sistemin hassas müdahale noktalarını hedefleyen müdahaleler getirir. 'Değişim' ise genellikle kurumsal bir değişim yoluyla sistemin işleyiş şeklini değiştirmeyi içerir.

kalkınma için hızlı yollar sunarak kömüre örtülü sübvansiyonlar sağlamaktadır; bunların genel altyapı geliştirme süreçleriyle uyumlu hale getirilmesi oyun alanını eşitleyecektir (Srivastav ve Singh, 2022).

Pek çok müdahale, hem vuruşları hem de değişimleri içerebilir. Örneğin, ulaşımın elektrifikasyonunu hızlandırmaya yönelik stratejiler, elektrikli araçların maliyetini içten yanmalı motorlu araçlarla fiyat eşitliğinin altına çekmek ve elektrikli araçlara geçişi desteklemek için kurumsal (örn. planlama ve düzenleyici standartlar) ve altyapı (örn. şarj istasyonları) ortamını değiştirmek için müdahaleler uygulayabilir.

(ii) Kimi tanımlayın: ajans

SIP müdahalelerini tasarlar, ilgili temsil kaynaklarını anlamak ve tanımlamak önemlidir. Hangi birey, kurumsal yapı veya paydaş topluluğu sistemdeki değişimi uygulama veya düzenleme kapasitesine sahiptir ve gerekli eylemleri gerçekleştirmeye ne ölçüde muktedirdir veya teşvik edilmektedir?

Sistem ve etki hatları nispeten iyi tanımlandığında, bir sistemi hem etkileyen hem de sistemden etkilenen kilit kuruluşların ve/veya bireylerin haritalanmasını içeren aktör haritalaması, hangi aktörlerin sosyal, siyasi veya kurumsal bir ağda kritik düğümler olarak hareket edebileceğini anlamak için faydalı bir süreç olabilir (Bryson, 2004). Ayrıca 'değişim' tarzı bir müdahalenin ne kadar kolay tetiklenebileceğini belirlemek için de faydalı olabilir. Bir yandan, bir enerji ve kaynaklar bakanı basit bir kalem darbesiyle fosil yakıt arama ve çıkarma faaliyetlerine izin verilmesine son verebilir, ancak diğer yandan bu bakanın harekete geçme kapasitesi diğer etkili aktörlere karşı çeşitli yükümlülüklerle sınırlı olabilir.

Platformlar aynı zamanda güçlü eylemlilik kaynakları olabilir. Dünya daha karmaşık ve dijital olarak daha net bir hale geldikçe, güç ve etki de dijital olarak mobilize olmuş kitleler arasında daha fazla dağılır hale geldi. Dünyanın dört bir yanındaki insanların dikkatini, katılımını ve işbirliğini çeken sosyal medya ve diğer dijital platformlar, artık 'yeni güç' olarak adlandırılan şeyin kanalize edilmesi için inanılmaz derecede önemli araçlardır (Heimans ve Timms, 2018). Son siyasi olaylar ve dezenformasyon kampanyaları, bu yeni etki biçimlerinin kötü amaçlar için kullanılma potansiyelinin altını çizerken, aynı zamanda iklim yanlısı kampanyaları ve olumlu, iklim dostu katılımı teşvik etmek için bu platformlardan yararlanmanın hiç bu kadar önemli olmadığını da vurgulamıştır.

(iii) Potansiyel engelleri belirleyin

Değişim nadiren önemli bir direnç ve geri itme ile karşılaşmadan ve bunların üstesinden gelmeden gerçekleşir. İklim değişikliğinin ele alınması bağlamında, en önemli direnç kaynaklarından biri, karbonsuzlaştırmayı teşvik eden politikaların bir sonucu olarak zarar görmeyi bekleyen aktörler veya kuruluşlardır. Fosil yakıt şirketleri bariz adaylardır ve çeşitli şirketlerin iklim politikasını engelleme, sulandırma veya tersine çevirme çabaları iyi belgelenmiştir (Srivastav ve Rafaty, 2022). Politikacılar nezdinde agresif lobi faaliyetleri yürütmek, yanlış bilgilendirme kampanyalarını finanse etmek ve iklim değişikliği inkârcılığını destekleyen ya da iklim politikalarını büyüme karşıtı olarak sunan düşünce kuruluşlarını desteklemek gibi taktiklerin özellikle etkili direniş biçimleri olduğu kanıtlanmıştır.

Olumsuz etkilenmesi muhtemel diğer kuruluşlar arasında, istihdam fırsatlarını kaybedecek olan emisyon yoğun faaliyetlerde çalışan kişiler (örneğin kömür madencileri, fosil yakıtlı enerji santrali operatörleri, petrol ve gaz işçileri) yer almaktadır (Carley ve Konisky, 2020). Demiryolu şirketleri gibi beklenmedik kuruluşlar da sistemdeki benzersiz ortak bağımlılıklar nedeniyle kaybedebilir. Örneğin, Hindistan Demiryolları'nın navlun gelirlerinin yüzde 44'ünü ve kârının daha da yüksek bir kısmını kömür oluşturmaktadır. Hindistan Demiryolları'nın iş modeli, kömür yükünün yolcu ücretlerini çapraz sübvansiyon etmesine dayanmaktadır. Bu da benzersiz bir direnç kaynağı yaratmaktadır (Kamboj ve Tongia, 2018).

Çeşitli modelleme çabaları (hesaplanabilir genel denge, post-Keynesyen ve girdi-çıkıtlı modelleri dahil) tutarlı bir şekilde iyi planlanmış iklim politikasının maliyetinden daha fazla iş yaratacağını gösterse de (Garcia-Casals vd., 2019; Vona, 2019), iş kayıplarının coğrafi olarak sınırlı çeşitlendirme olanaklarına sahip belirli topluluklarda yoğunlaşması olasılığı, olumsuz yerel ekonomik etkileri ve siyasi tepkileri artırabilir. Srivastav ve Rafaty (2022) bu direnç kaynaklarının üstesinden gelmek için beş strateji ortaya koymaktadır. Bunlardan ilki olan 'karşıtlık', iklim dostu olmayan davranışların ekonomik ve itibar maliyetlerini artıran çeşitli aktivizm türlerini içermektedir. Bunlar arasında iklim değişikliğinin ele alınmasının önemi konusunda kamuoyunda farkındalık yaratan protestolar, tüketicilerin iklime karşı sorumsuzca davranan şirketlerin ürünlerini boykot etmeye teşvik edilmesi ve hatta emisyon yoğun faaliyetlerin neden olduğu zararlar için şirketlere karşı dava açılması sayılabilir. 'Kooptasyon' olarak adlandırılan ikinci bir strateji ise güçlü elitlerden yararlanarak engelleyicileri davranışlarında reform yapmaya ikna etmektir. Örneğin, özellikle etkili bir 'co-opter' olan Papa Francis, petrol ve doğal gaz yöneticilerini yollarını değiştirmeye çağırarak için eşsiz ahlaki otoritesinden yararlandı. Benzer şekilde, çoğunluk hissedarlar, saygın akademisyenler, ünlüler veya yüksek profilli danışmanlar ya da düşünce liderleri, işletmeleri veya kamu kurumlarını daha iklim dostu bir duruşa yönlendirmek için sık sık nüfuzlarını kullanabilirler. Üçüncü bir strateji olan 'yatıştırma', geçişin 'kaybedenlerine' tazminat sağlanmasıyla ilgilidir. Emisyon yoğun varlıkların sahipleri için, yatıştırma ödemeleri içerebilir

erken kapatma için hükümetten destek almak. Olumsuz etkilenen işçiler için, yatırma stratejileri genellikle 'adil geçiş' terimleriyle çerçevenin ve iş kayıpları için telafi edici ödemeleri, işçilerin yeniden eğitim programlarını veya ekonomik çeşitlendirmeyi desteklemek için bölgesel kalkınma programlarının finansmanını içerebilir. Dördüncü strateji olan 'karşı koyma', fosil yakıt şirketlerine karşı bir lobi gücü oluşturan yeşil lobileri canlandırabilir ve beşinci strateji olan 'kurumsallık', örneğin şirketlerin iklimle ilgili riskleri açıklamasını zorunlu kılarak, her zamanki gibi iş yapmayı zorlaştırmak için oyunun kurallarını değiştirmeyi amaçlar.

Müdahalenin bütünlüğünden ödün vermeksizin, olası geri tepmeleri en aza indirmek için müdahalelerin en iyi nasıl tasarlanabileceğini düşünmek önemlidir. Politika geliştirme süreci boyunca direnç kaynaklarının erken tespit edilmesi ve aktif bir şekilde sürece dahil edilmesi, takılma noktalarının uygun bir şekilde teşhis edilmesini ve bunların üstesinden gelmeye yönelik çabaların iyi hedeflenmesini sağlayacaktır.

Son olarak, tüm engeller kaybedecek olan aktörlerden veya kuruluşlardan kaynaklanmaz. Değişimin önündeki diğer engeller, belirli bir müdahalenin doğası ve karmaşıklığı nedeniyle ortaya çıkabilir. Örneğin, müdahale özellikle yeni işe, emsal veya bilgi birikimi eksikliği bazen bir engel teşkil edebilir. Bazı durumlarda temiz teknolojiler, kirli muadillerine göre teknolojik açıdan paradigmatik bir değişimi temsil eder ve sonuç olarak yeni becerilerin, bilim insanlarının ve bilginin geliştirilmesini gerektirir (örn. [Dugoua, 2020](#); [Jee ve Srivastav, 2022](#)). Benzer şekilde, önerilen değişiklik birden fazla tarafın veya paydaşın koordinasyonunu ya da aşırı külfetli bir yönetimi gerektiriyorsa, uygulamanın karmaşıklığı bir engel olarak hareket edebilir.

(iv) Değişimi kilitlemenin yollarını belirleyin

Değişimi tetikleyen müdahalelerin -hatta büyük ölçekli sistem çapında değişimlerin-, eğer gelecekte bir noktada kolayca tersine çevrilebiliyorsa, kayda değer olması pek mümkün değildir. Bu nedenle, müdahaleleri tasarlarken ve önceliklendirirken, kilitlenme etkileri, yerleşiklik ve yüksek geçiş maliyetleri gibi söz konusu değişimin kolayca geri engelleyen unsurları dikkate almak önemlidir.

Teknoloji maliyetlerini düşüren müdahaleler bu açıdan avantajlıdır çünkü bu tür maliyet düşüşlerine neden olan yenilik ve öğrenmenin unutulması ya da öğrenilmemesi olası değildir. Teknolojik 'kilitlenme' de yaygın olarak bilinen bir yol bağımlılığı kaynağıdır; belirli bir teknoloji ya da teknolojiler kümesi bir kez benimsendiğinde, en uygun ya da en verimli olmasa bile (QWERTY klavye gibi) yerleşik kalma eğilimindedir ([David, 1985](#); [Arthur, 1989](#)). Teknolojik kilitlenme, yeşil teknolojilerden daha az ekonomik hale geldiklerinde bile emisyon yoğun enerji teknolojilerini değiştirmenin daha zor olduğu anlamına gelebilir. Bununla birlikte, bir kez geçiş gerçekleştiğinde, kirli teknolojilere geri dönme olasılığı çok azdır.

Diğer taraftan, politika veya kurumsal değişimleri içeren müdahaleler, iklim dostu olmayan bir siyasi partinin göreve gelmesi durumunda tersine çevrilmeye daha açık olabilir. Bunun iyi bir örneği, ilk olarak 2011 yılında İşçi Partisi tarafından uygulamaya konulan ancak 2014 yılında Liberal ve Ulusal partilerin koalisyonu tarafından yürürlükten kaldırılan Avustralya karbon fiyatlandırma programıdır. Bu tür politikaların yürürlükten kaldırılması, vergiden elde edilen gelirin kamuoyunda geniş yankı uyandıran amaçlara yönlendirilmesi (örneğin vatandaşlara çekici toplu transferler) ([Klenert vd., 2018](#)) veya bir politikayı değiştirmenin maliyetinin çok yüksek olması durumunda daha zor hale getirilebilir. Daha az 'yapışkan' olabilecek diğer müdahaleler arasında, zaman içinde azalıp çoğalabilen ve dezenformasyon kampanyalarından da etkilenebilen kamu bilincine (örneğin daha az et yemek) dayanan müdahaleler yer almaktadır.

IV. SIP müdahalelerini nasıl önceliklendirebiliriz?

Sistemlerdeki hassas müdahale noktalarını ve müdahale yollarını belirlemek için kavramsal arka planı sağladıktan sonra, şimdi farklı SIP müdahalelerini sistematik olarak önceliklendirmek için bir çerçeve belirliyoruz. Çerçevemiz [Tablo 1](#)'de özetlenmiştir ve müdahalelerin değerlendirildiği üç temel unsuru içermektedir: tetikleme potansiyeli, etki potansiyeli ve risk potansiyeli. Bu çerçeveyi karbonsuzlaştırma için uzmanlar tarafından önerilen 20 SIP müdahalesini değerlendirmek üzere uygulamadan önce bu unsurların her birini sırayla tartışıyoruz.

Yüksek *tetikleme potansiyeline* sahip müdahaleler nispeten kolay uygulanabilir ve aynı zamanda tersine çevrilmesi de zordur. Bir müdahalenin tetikleme potansiyelini değerlendirmek için, belirli bir SIP'den yararlanıp , olası engellerin kolayca yayılıp yayılamayacağını ve müdahalenin istenen etkiyi sağlamasına yardımcı olabilecek mekanizmaların olup olmadığını dikkate alıyoruz.

Yüksek *etki potansiyeline* sahip müdahaleler, boyut, ölçek ve hız açısından büyük etkilere yol açması muhtemel olan müdahalelerdir. Boyut ve ölçekler arasında dikkatli bir ayırım yapıyoruz. Büyüklük, etkinin (örneğin emisyon azaltma potansiyeli veya diğer ilgili sonuçlar açısından) olası büyüklüğü ile bunu uygulamak için harcanan çabanın olası maliyetini karşılaştırır. Ölçekler, bir müdahalenin basamaklı bir etki yaratma olasılığını ifade eder

Tablo 1: SIP müdahalelerinin önceliklendirilmesine yönelik çerçeveye genel bakış

Önceliklendirme sütunu	Temel değerlendirme unsurları	Dikkate Alınması Gerekenler
Tetikleyici po- tansiyel	<p>Kritiklik: Müdahale hassas bir müdahale noktasını istismar ediyor mu?</p> <p>Engeller: Müdahaleye karşı engeller veya direnç var mı ve bunlar kolayca dağıtılabilir mi?</p> <p>Kilitlenme ve histerezis: Değişimin tersine dönmesini engelleyen nedir?</p> <p>Etki büyüklüğü: Çaba maliyetine göre olası etki büyüklüğü</p> <p>Etki ölçekleri: Daha büyük ölçeklerde bileşik değişim yaratma potansiyeli</p> <p>Etki hızı: Müdahalenin tetiklenebileceği ve etkilerin gerçekleşebileceği zaman ölçeği</p> <p>Belirsizlik: Öngörülen değişim süreci ve ilgili etkiler etrafındaki belirsizlik kaynakları nelerdir?</p> <p>İstenmeyen sonuçlar: Müdahale, eğilim gösterilmeyen veya öngörülmemiş etkilere yol açabilir mi?</p> <p>Ödünleşimler: Müdahale veya istenen etkiler diğer alanlarda olumsuz sonuçlara neden olabilir mi?</p>	<p>Sistem kritik bir devrilme noktasına yakın mı? Müdahale ağıdaki kritik bir düğümü mü hedefliyor? Bu zaman içinde kritik bir nokta mı? Müdahaleden kim zarar görecektir? Başka olası engeller veya bağlayıcı kısıtlamalar var mı? Siyasi liderlikteki bir değişiklik değişimi tersine çevirecek mi? Müdahale yol bağımlılığı yaratır mı? Sistemdeki aktörler değişikliği yerinde tutmak için teşvik ediliyor mu? Doğrusal olmayan dinamikleri yakalayabilen bir model olmadan maliyetlere göre etkilerin boyutunu ölçmek zor olabilir. Bununla birlikte, kaba tahminler ve uzman görüşleri de faydalı olabilir (Lenton vd., 2008). Müdahale, çoklu sistem ölçeklerinde (örneğin sektörler, coğrafyalar veya sosyal alanlar) yukarı doğru ölçeklendirme basamaklarına yol açıyor mu? Müdahale diğer müdahalelerle sinerji yaratarak değişimin genel etkisini güçlendiriyor mu? İstenen etkilerin, sorunu ele almak için uygun bir zaman ölçeğinde gerçekleşmesi muhtemel mi (örneğin, iklim değişikliğinin ele alınması önümüzdeki birkaç on yıl içinde önemli emisyon azaltımları gerektirir)</p>
Etki potansiyeli		
Risk potansiyeli		<p>Geçmişte benzer müdahalelerin denendiği örnekler var mı? Müdahalenin riske atabilecek doğal belirsizlik kaynakları var mı? Başlangıç koşullarındaki küçük değişikliklere duyarlı olan veya iyi anlaşılmamış karmaşık dinamikler içeren karmaşık sistemlerde istenmeyen sonuç riski daha yüksek olabilir. Farklı paydaş gruplarıyla etkileşim kurmak, görünmeyen istenmeyen sonuçların ortaya çıkarılmasına yardımcı olabilir Müdahalenin veya etkilerinin diğer alanlarda gerilim veya olumsuz etkiler yaratabileceği olasılıkları var mı? Eğer öyleyse, bu ödünleşimlerin hafifletilebileceği yollar var mı?</p>

veya birden fazla sektörde, sosyal alanda, coğrafyada (örneğin yerel → ulusal → küresel) bileşik etkiler (Bernstein ve Hoffmann2019, Sharpe ve Lenton, 2021; ; Tozer vd., 2022). Ayrıca, müdahalenin mevcut diğer müdahalelerle sinerji yaratıp yaratmayacağı veya birbirlerini güçlendirecek ya da istenen sonuçlara yönelik 'erdemli' döngüleri teşvik edecek şekilde dinamikleri değiştirip değiştirmeyeceği de dikkate alınmaktadır. Hız, müdahalenin tetiklenebileceği ve etkilerinin gerçekleşebileceği zaman ölçeğiyle ilgilidir. İklim krizinin aciliyeti göz önüne alındığında, karbonsuzlaştırma için SIP müdahalelerini değerlendirirken, önümüzdeki on yıl içinde etkileri gerçekleştirebilecek müdahalelere güçlü bir öncelik veriyoruz.

Düşük *risk potansiyeline* sahip müdahaleler, düşük düzeyde belirsizlik, istenmeyen sonuçlar ve ödünleşimler içeren müdahalelerdir. Bir müdahalenin öngörülen değişim sürecine ve buna bağlı etkilere ilişkin belirsizliğini dikkate alıyoruz. Daha önce hiç uygulanmamış olan müdahaleler, genellikle daha fazla geçmişe sahip olanlara kıyasla daha yüksek belirsizliğe sahip olacaktır. Doğası gereği belirsiz süreçlere (belirli bir siyasi partinin seçilmesi gibi) bağlı olan müdahaleler de daha yüksek belirsizliğe sahip olacaktır. Tüm politikalar istenmeyen sonuçlar doğurma potansiyeline sahip olsa da, başlangıç koşullarındaki küçük değişikliklere duyarlı olan veya iyi anlaşılmamış karmaşık dinamikler içeren karmaşık sistemlerde bu tür risklerin daha yüksek olması muhtemeldir. Diğer alanlardaki reklam ve ilişkili sonuçlar şeklindeki değiş tokuşlar da önemlidir. Örneğin, fosil yakıt sübvansiyonlarının, çıkarma izinlerinin kaldırılması veya fosil arzının başka bir şekilde kısıtlanması (geçici olarak) daha yüksek enerji maliyetlerine neden olabilir, düşük gelirli haneleri orantısız bir şekilde etkileyebilir ve siyasi bir tepkiye yol açabilir.

V. Karbonsuzlaştırma için 20 SIP'nin değerlendirilmesi

Bu bölümde, yukarıda tartışılan çerçevenin akademi, sanayi, hükümet ve sivil toplumdan ilgili uzmanlarla yapılan bir dizi istişare yoluyla toplanan nitel verilere dayanan 20 potansiyel SIP girişiminin bir listesine uygulanmasını gösteriyoruz. Uzmanlık alanları enerji, tarım, ulaştırma, ekonomi, kalkınma, gelecek çalışmaları, endüstriyel ilişkiler, politika, çevre ve iklim gibi çok çeşitli konuları kapsamaktadır. Veri toplama sürecinin tam bir açıklaması (mülakat soruları ve uzman yelpazesi hakkında bilgilerle birlikte) [Ek Materyaller](#)'de bulunabilir.

Önerilen müdahaleler çeşitli sektörleri (örneğin enerji, ulaştırma, finans) ve politika alanlarını (örneğin yönetim, davranış, teknoloji, eğitim, adil geçiş) kapsamaktadır (bkz. [Şekil 3](#)). Her bir müdahale için, tetikleyici, etki ve risk potansiyeline karşılık gelen temel özellikleri ([Tablo 1](#)'de özetlenmiştir) literatürden, uzmanlarla yapılan görüşmelerden ve mümkün olan yerlerde modelmeden yararlanarak değerlendirdik. Her bir unsur için detaylı değerlendirmelerimiz

Potential SIPs	Trigger potential			Impact potential			Risk potential		
	Criticality	Barriers	Hysteresis	Size of impact	Scale of impact	Speed of impact	Uncertainty of impacts	Unintended Consequences	Trade-offs
A Invest in clean energy technologies with evidence of consistent cost declines	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green
B Enhance climate-related financial risk disclosure by improving requirements for companies to report their exposure to climate risk	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green
C Enact central bank policies that reduce the value of polluting collateral to incentivise clean investment	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green
D Remove fossil fuel subsidies	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green
E Electrify transport by investing and supporting deployment of EVs and associated infrastructure	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green
F Invest in the development and deployment of zero-carbon hydrogen-based fuels	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green
G Implement carbon border adjustments in large trading blocs	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green
H Support strategic climate litigation against actors that irresponsibly contribute to GHG emissions	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green
I Introduce a decarbonisation-based civilian jobs program	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green
J Implement a climate change Act to legislate strict national emissions reduction targets	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green
K Introduce decarbonised development loans that tie development lending to decarbonisation goals	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green
L End fossil fuel exploration and extraction permitting	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green
M Improve efficiency and emissions standards in government	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green
N Appoint a national climate minister with strong political support	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green
O Invest in smart grid technologies	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green
P Support green behavioral change programs and pro-climate social mobilisation efforts	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Green
Q Improve climate risk education for vulnerable groups	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green
R Develop better bicycle infrastructure	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green
S Invest in negative emissions technologies (including CCS)	Yellow	Red	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green
T Invest in new nuclear fission technologies	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Green

Şekil 3: Her bir SIP müdahalesinin tetikleyici, etki ve risk potansiyelinin bileşenlerine ayrılmasını gösteren ısı haritası. Her bir değerlendirme ve ilgili analiz ve destekleyici literatür hakkında daha fazla ayrıntı [Ek Materyaller](#)'de yer almaktadır.

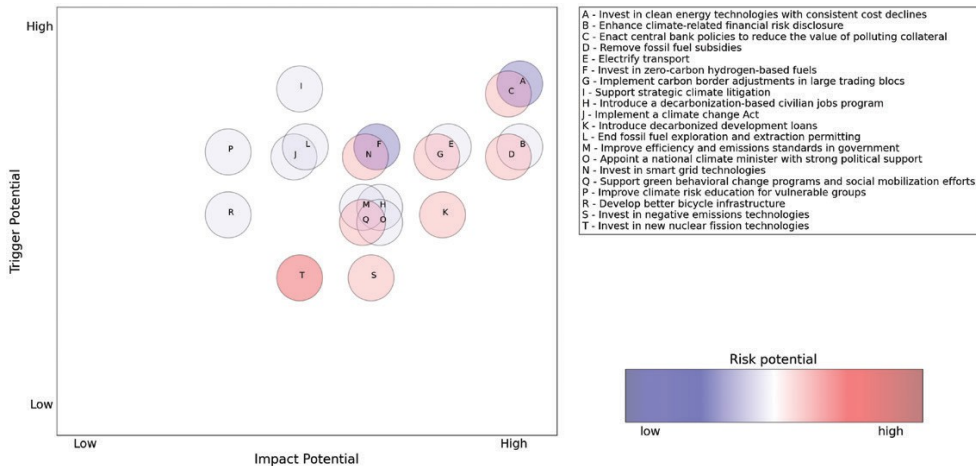
Ek Materyallerdeki Tablo SM1'de bulunabilir. Bu değerlendirmelere dayanarak her bir unsur için elverişsiz, elverişli ya da ikisinin arasında olduğunu belirten bir derecelendirme yaptık. Görselleştirmeye yardımcı olması için bunu yeşilin olumlu, kırmızının olumsuz ve sarının arada olduğunu gösteren bir trafik ışığı sistemine dönüştürdük (bkz. **Şekil 3**). Bu makalenin siyah-beyaz versiyonunda, bunu netleştirmek için bu renkleri etiketlediğimizi unutmayın. **Şekil 3** aynı zamanda her bir SIP müdahalesini, değerlendirilen tüm unsurlar üzerindeki toplam sıralamasına göre de göstermektedir, öyle en olumlu müdahaleler en üste daha yakın görünmektedir.

Okuyucuların, her bir SIP müdahalesine verilen puanların, yazarların mevcut literatür, uzman istişareleri ve modelleme ile bilgilendirilen subjektif değerlendirmelerini yansıttığını bilmeleri önemlidir. Bu niteliksel yaklaşım, doğru tahminler sunma aracı olarak değil, potansiyel bir SIP müdahalesinin karbonsuzlaştırmayı hızlandırmada etkili olma olasılığına görünürlük ve tartışma getirmek için tasarlanmıştır.

Şekil 4, her bir müdahaleye ilişkin değerlendirmemizi gösteren bir dağılım grafiğini göstermektedir. Burada her bir baloncuk, değerlendirilen risk potansiyeli açısından renklendirilmiş potansiyel bir SIP müdahalesini temsil etmektedir (koyu gri daha yüksek riske karşılık gelirken, açık gri daha düşük riskle ilgilidir). X eksenini her bir müdahalenin değerlendirilen etki potansiyelini, y eksenini ise tetikleme potansiyelini göstermektedir.

En yüksek tetikleme ve etki potansiyeline sahip önerilen SIP müdahaleleri arasında (A) *Tutarlı maliyet düşüşlerine sahip temel enerji teknolojilerine yatırım yapılması* ve (C) *Kirlenici teminatların değerini düşürmek için merkez bankası politikalarının yürürlüğe konması* yer almaktadır. (A) ile ilgili değerlendirmemiz esas olarak *Way diğerleri (2022)* ve tarafından yapılan ve temiz enerji teknolojilerindeki maliyet düşüşlerinin öngörülebilirliğine odaklanan modellemeye dayanmaktadır ve yenilenebilir enerji ve depolama teknolojilerinin yaygınlaştırılmasındaki mevcut eğilimlerin devam, küresel enerji emisyonlarının 2040 yılına kadar yüzde 80'e kadar azaltılmasıyla sonuçlanabileceğini öne sürmektedir. Bu nedenle bu SIP müdahalesi büyüklüğü, ölçeği ve etki hızı açısından yüksek puan almıştır. Güneş enerjisinin Hindistan ve Çin gibi bazı büyük ekonomilerde fosil yakıtlarla fiyat eşitliğine ulaşmış olması ve şu anda 'tarihteki en ucuz elektrik' (IEA, 2020) olarak kabul edilmesi nedeniyle, bu müdahale aynı zamanda kritik bir fiyat eşitliğinden yararlanmakta ve kritikliği açısından yüksek bir puan almaktadır. Ayrıca, teknolojik öğrenmenin yol açtığı maliyet düşüşlerinin unutulması zor olduğundan, bu müdahalenin yol açtığı yıkıcı değişimin tersine çevrilmesinin zor olduğu düşünülmektedir.

(C) *Kirlenici teminatların değerini düşürmek için merkez bankası politikalarını yürürlüğe koymanın arkasındaki McConnell vd., 2022* fikir, ticari bankalar adına merkez bankalarında tutulan kahverengi teminatların kabul edilen değerini düşürmek ve ikincisini yeşil varlıklar için daha fazla finansal destek sağlamaya teşvik etmektedir. Merkez bankalarının eylemleri dünya çapında sermaye akışlarının yönlendirilmesinde kritik bir rol oynadığından, böyle bir müdahalenin sermayeyi emisyon yoğun varlıklardan uzaklaştırıp yeşil varlıklara yöneltme konusunda hızlı bir etkisi olabilir. Bu nedenle büyüklük, ölçek ve etki hızı açısından yüksek potansiyele sahip olarak değerlendirilmiştir. Bu müdahalenin ölçeklendirilip ölçeklendirilmeyeceği, merkez bankalarının diğerlerinin, özellikle de ABD Merkez Bankası ve Avrupa Merkez Bankası gibi etkili merkez bankalarının eylemlerini ne ölçüde taklit ettiğine bağlı olacaktır. Tetikleme potansiyeli açısından, bu müdahale finansal sistemdeki kritik düğümleri (merkez bankaları) hedef almaktadır. Bir fırsat penceresinin açılmakta olduğunu gösteren bazı kanıtlar da vardır



Şekil 4: Etki potansiyellerine (x eksenini) ve tetikleme potansiyellerine (y eksenini) göre sıralanan 20 müdahale, her bir müdahalenin risk potansiyelinin değerlendirilmesini sağlayan renk kodlamasıyla birlikte. Yazarların bakış açısından sıralamalarını gerektirendiren bu SIP'ler için her bir özelliğin analizinin tam versiyonu **Ek Materyaller**'de sunulmuştur.

Avrupa Merkez Bankası da yakın zamanda bu tür politikalar uygulayacağını duyurmuştur (Dikau ve Volz, 2021; ECB, 2022).

Bu müdahaleler umut verici olmakla birlikte, her ikisi de potansiyel engeller içermektedir. Fosil yakıt lobilerinin ve geçim kaynakları fosil yakıt endüstrilerine bağlı olan işçilerin gücü, belirli ulusal bağlamlarda yenilenebilir enerjilerle daha fazla yatırım yapılmasının önünde bir engel teşkil edebilir. Ancak ilginç bir şekilde, fosil yakıt lobileri yenilenebilir enerji desteklerine karşı daha az, kendi ekonomik beklentilerine doğrudan zarar veren politikalara karşı ise daha şiddetli tepki verme eğilimindedir (Srivastav ve Rafaty, 2022). Daha yüksek yenilenebilir enerji penetrasyonunu desteklemek için şebeke altyapısına gerekli yatırım da dikkatli planlama gerektiren önemli bir engeldir. Benzer şekilde, kahverengi teminatların değerini düşürmeye yönelik merkez bankası politikalarının uygulanması da, bu tür eylemlerin merkez bankalarının yetkileri dışında kaldığından endişe eden düzenleyicilerin bazı muhalefetiyle karşılaşmaktadır.

İki müdahalenin değerlendirme açısından farklılık gösterdiği nokta risk potansiyelidir. Tutarlı maliyet düşüşleri olan temiz enerji teknolojilerine yatırım, yazarlar tarafından risk potansiyeli açısından nispeten olumlu olarak değerlendirilmiştir, çünkü maliyet düşüşleriyle ilişkili belirsizlik nispeten düşüktür (özellikle güneş ve rüzgar için) ve sınırlı ödünleşmeler var gibi görünmektedir. Temiz enerji teknolojileri için kritik olan madenler için madencilikle ilişkili potansiyel bir çevresel etki riski olsa da, bu SIP müdahalesi ile ilgili genel riskler, merkez bankası kahverengi teminat yeniden değerlemelerinden çok daha düşük olarak değerlendirilmiştir. Teminat yeniden değerlemeleri başka bağlamlarda denenmiş olsa da, bu tür müdahaleler beklenen sonuç açısından daha fazla belirsizliğe sahiptir. Ayrıca merkez bankalarının sistemik riski yönetme konusundaki güvenilirliklerini kaybetmeleri ve bunun yerine 'kazanları ve kaybedenleri seçme' konusunda itibar kazanmaları halinde istenmeyen sonuçların ortaya çıkma riski de bulunmaktadır.

Dikkate değer bir diğer SIP müdahalesi de (B) Şirketlerin iklim riskine (fiziksel, geçiş, yasal, itibar) maruziyetlerini bildirmeleri için gerekliliklerin iyileştirilmesini içeren iklimle ilgili finansal risk açıklamasının geliştirilmesini içermektedir. Bu SIP, uluslararası Finansal İstikrar Kurulu ve İklimle İlgili Finansal Açıklamalar Görev Gücünün (TCFD) son gelişmeleri göz önüne alındığında yüksek tetikleme potansiyeline sahip olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca, amaçlanan etkinin (şirketleri maruziyeti azaltmaya ve karbonsuzlaştırmaya teşvik etmek) ilgili uygulama maliyetinden çok daha büyük olması muhtemel olduğundan (Barbier ve Burgess (2018), şirketlerin iklim riski açıklamalarının ötesine geçerek iklim riski yönetimi önlemleri almaları gerektiğinde etkinin daha olası olduğunu savunsa da) etki potansiyeli açısından da oldukça yüksek olarak derecelendirilmiştir. Bir ülkede ya da yargı alanında oluşturulduktan sonra, diğerlerini etkileme potansiyeli de güçlüdür (ABD Menkul Kıymetler ve Borsa Komisyonu şu anda bu tür açıklama kuralları üzerinde çalışmaktadır). Bu alandaki çabalar 'uyanmış kapitalizme' karşı bir tepkiyi tetiklemiş olsa da riskler de orta düzeyde olarak değerlendirilmiştir. Finansal raporlama gerekliliklerindeki bir değişikliğin olası etkileri konusunda bazı belirsizlikler vardır ve bu tür bir raporlamanın bazı şirketler için, özellikle de iklim risklerini ölçmek ve açıklamak için teknik uzmanlıktan yoksun olabilecek Küresel Güney'deki şirketler için zor olma potansiyeli vardır.

VI. Tartışma ve sonuç

Bu makale, iklim eylemi için daha stratejik bir yaklaşım ortaya koymaya çalışmaktadır. Farmer ve diğerlerinin (2019) fikirlerinden yola çıkarak, büyük veya dönüştürücü etkileri olması muhtemel müdahalelerin belirlenmesi ve önceliklendirilmesi için kavramsal bir çerçeve öneriyoruz. Yüksek öncelikli müdahaleler, küçük veya orta dereceli değişikliklerin büyük etkilere sahip olabileceği hassas sistem noktalarından yararlanan müdahalelerdir. Bu hassas müdahale noktaları, kritik devrilme noktaları, ağlardaki kritik noktalar (veya düğümler) ve kurumsal veya sistem çapında değişime izin vermek için fırsat pencerelerinin açıldığı kritik zaman noktaları şeklinde olabilir.

Yüksek öncelikli müdahaleler aynı zamanda yüksek etki potansiyeline ve düşük risk potansiyeline sahip olması muhtemel müdahalelerdir. Bu müdahalelerin, uygulanması için gereken çabanın maliyetine göre yüksek etkilere (emiyon azaltımı gibi) yol açması muhtemeldir ve diğer alanlara kademeli veya bileşik değişim potansiyeli yüksektir ve iklim değişikliğinin ele alınmasının aciliyeti göz önüne alındığında, sonuçlara nispeten hızlı bir şekilde ulaşma olasılığı yüksektir. Düşük risk potansiyeline sahip müdahaleler, olası etkilere ilişkin daha düşük belirsizlik ve istenmeyen sonuçlar veya ödünleşme riskini daha az içerir.

Çerçevemizi karbonsuzlaştırmayı hızlandırmak için önerilen 20 politikadan oluşan bir listeye uygulayarak, en umut verici yüksek öncelikli müdahalelerden bazılarını belirlemeye çalışıyoruz. Bunlar arasında tutarlı maliyet düşüşleri ile temel temiz enerji yatırım yapmak, kirlenmiş teminatların değerini düşürmek için merkez bankası politikalarını yürürlüğe koymak ve iklimle ilgili finansal risk açıklamasını geliştirmek yer almaktadır. Bu müdahalelerin her biri, özelliklerinin çoğunluğu için olumlu derecelendirmeler almış ve olumsuz yapılmamıştır. En yüksek puan alan beş müdahale içinde, hassas müdahale noktalarının (devrilme noktaları/şikler, ağlardaki kritik düğümler ve zaman içindeki kritik noktalar) tamamı yer almaktadır.

İlk iki müdahalede kaydedilen ilerleme umut vericidir. Yenilenebilir enerji kaynakları, birçok ülkede fosil yakıt üretimiyle fiyat eşitliğini çoktan geçmiş durumdadır (IEA, 2020) ve maliyetler daha da düşme potansiyeline sahiptir. Bununla birlikte, gelişmekte olan ülkelerde yatırım için sınırlı kaynaklar ve daha yüksek sermaye maliyetleri, bu teknolojilerin dünya çapında hızla yayılması için hala bir zorluk teşkil etmektedir (Dünya Bankası, 2023). Benzer şekilde, İngiltere Merkez Bankası ve Finansal İstikrar Kurulu'nun iklim riski ifşa raporlamasının oluşturulması yönündeki çabaları, finans sektörünün dönüştürülmesine yönelik umut verici bir adımı temsil etmektedir. Ancak, 'yeşil yıkamayı' önleme ve sektörün iklim risklerini doğru bir şekilde raporlamak için yeterli bilgiye sahip olmasını sağlama konusundaki engeller hala devam etmektedir.

SIP müdahalelerinin önceliklendirilmesine yönelik yaklaşımımızın önemli bir sınırlaması, değerlendirmelerimizin iyi araştırılmış olmasına rağmen, derecelendirmelerin nihayetinde öznel olarak belirlenmiş olmasıdır. Farklı değerlendiriciler şüphesiz farklı derecelendirmelere ulaşabilir ve derecelendirmeler farklı ülkelerde veya kültürel bağlamlarda farklılık gösterebilir. Ayrıca, her bir müdahalenin tetikleyicisini, etkisini ve risk potansiyelini değerlendirmenin ideal yolunun, değiştirilmek istenen sistemin iyi doğrulanmış ve kalibre edilmiş bir modeli ile olacağını da not ediyoruz. Ancak, listemizdeki tüm müdahaleler için ayrıntılı modelleme mevcut değildi. Ayrıca, politika yapıcılarının maliyetler, faydalar ve belirli politikaların olası etkileri hakkında bilgilendirmek için kullanılan standart modelleme çerçevelerinin çoğu, pozitif geri bildirimler, devrilme noktaları veya çoklu dengeler gibi doğrusal olmayan dinamikleri dahil etme yetenekleri açısından sınırlı olma eğilimindedir (Dietz ve Hepburn, 2013, Pindyck, 2013, Farmer, 2015 ve diğerlerine diğerleri Xiao ve diğerleri 2021, Stern 2016, Mercure, 2021,). Bu unsurları uygun bir şekilde yakalayabilen politika modelleri setini geliştirmek ve genişletmek, gelecekteki çalışmalar için önemli bir yoldur.

SIP müdahaleleri listemizin ve sonuçta ortaya çıkan değerlendirmelerimizin, net sıfıra başarılı bir geçiş için yeterli olacak kesin veya kapsamlı bir müdahale seti sunmak için imzalanmadığını vurgulamak da önemlidir. Amacımız, büyük etkiler yaratma olasılığı daha yüksek olan müdahaleleri belirleyebilecek ve önceliklendirebilecek kavramsal bir çerçeve ortaya koymak olmuştur. Bu makalede açıklanan müdahalelerin değerlendirilmesi, yalnızca çerçevemizin uygulamadaki bir örneğini sunmayı amaçlamaktadır.

Ve aslında, bu çalışma net sıfıra doğru ilerlemeyi hızlandırmanın temel zorluğuna odaklanmış olsa da, çerçevemiz tamamen geneldir ve diğer çeşitli sosyo-ekonomik bağlamlara ve hedeflere uygulanabilir. Açık ve önemli bir yol, politikanın amacının bazen bir ekonominin düşük gelirli bir dengeden yüksek gelirli bir dengeye geçmesine yardımcı olmak olarak görüldüğü ekonomik kalkınma olacaktır. Giriş bölümünde de belirtildiği gibi, kalkınma literatüründe daha önce bir ekonomiyi durgun durumundan çıkarıp sanayileşme yoluna doğru 'itmek' için yeterli desteği sağlamayı amaçlayan 'büyük itme' tarzı politikalar önerilmiştir. Ancak, düşük gelirli ülkelerde SIP'lerden yararlanmaya dayalı bir kalkınma stratejisi, potansiyel olarak çok daha az çabayla daha yüksek büyüme ve kalkınma seviyelerine ulaşabilir.

Son olarak, basitlik açısından çerçevemiz sadece münferit müdahalelerin belirlenmesi ve önceliklendirilmesine odaklanmıştır. Ancak, iyi tasarlanmış politika portföyleri geliştirilmesinin ve müdahaleler arasındaki dinamik etkileşimlere dikkat etmenin önemini vurgulamak istemiyoruz. Bir politikanın uygulamaya konulması diğerini daha etkili hale getirebilir (Sharpe ve van den Bergh vd. 2021 Lenton, 2020; , Meckling .2017.) ve stratejik müdahale dizileri, politik ekonomiyi engellerinin üstesinden gelmenin ve zaman içinde daha iddialı müdahaleleri art arda uygulamaya koymanın etkili bir yolu olabilir (vd, Pahle vd, 2018;). Gelecekteki çalışmalar, SIP çerçevesini birden fazla politikayı dikkate alacak şekilde genişletebilir ve bir sistemde toplu olarak büyük etkiler yaratabilecek politika paketlerini belirleyebilir. Daha fazla müdahale ve eylemin sinerjik bir şekilde birlikte hareket etmesiyle Paris hedeflerine ulaşmak hala elimizin altında olabilir.

Referanslar

- Aghion, P., Hemous, D. ve Veugelers, R. (2009), 'No Green Growth Without Innovation', Bruegel Policy Brief-2009/07.
- Ansar, A. (2022), 'Old Challenges, New Solutions: Getting Major Projects Right in the Twenty-first Century', *Oxford Review of Economic Policy*, **38**(2), 217-23.
- Arthur, W. B. (1989), 'Rekabet Eden Teknolojiler, Artan Getiriler ve Tarihsel Olaylara Göre Kilitlenme', *The Economic Journal*, **99**(394), 116, <https://doi.org/10.2307/2234208>.
- Averchenkova, A., Fankhauser, S., ve Finnegan, J. J. (2021), 'The Impact of Strategic Climate Legislation: Evidence from Expert Interviews on the UK Climate Change Act', *Climate Policy*, **21**(2), 251-63, <https://doi.org/10.1080/14693062.2020.1819190>.
- Bale, C. S. E., McCullen, N. J., Foxon, T. J., Rucklidge, A. M. ve Gale, W. F. (2013), 'Harnessing Social Networks for Promoting Adoption of Energy Technologies in the Domestic Sector', *Energy Policy*, **63**, 833-44, <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.09.033>.
- Barbier, E. (2010), *A Global Green New Deal: Rethinking the Economic Recovery*, Cambridge, Cambridge University Press.
- (2020), 'A Green Post-Covid-19 Recovery', in *United Nations Association-UK (UNA-UK), Climate 2020*, Painswick, Witan Media, 54-6.
- (2023), 'Greening the G7 Economies', *Oxford Review of Economic Policy*, **39**(4), 731-51.

- Barbier, E., ve Burgess, J. C. (2018), 'Innovative Corporate Initiatives to Reduce Climate Risk: Lessons from East Asia', *Sustainability*, özel sayı *Climate Change Adaptation, Mitigation and Development*, <https://doi.org/10.3390/su10010013>.
- Hochard, J. P. (2019), 'Poverty-Environment Traps', *Environmental and Resource Economics*, **74**(3), 1239-71, <https://doi.org/10.1007/s10640-019-00366-3>.
- Bardoscia, M., Battiston, S., Caccioli, F. ve Caldarelli, G. (2017), 'Pathways towards Instability in Financial Networks', *Nature Communications*, **8**(1), 14416, <https://doi.org/10.1038/ncomms14416>.
- Barnes, M. L., Lynham, J., Kalberg, K. ve Leung, P. (2016), 'Social Networks and Environmental Outcomes', *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **113**(23), 6466-71, <https://doi.org/10.1073/pnas.1523245113>.
- Battiston, S., ve Martinez-Jaramillo, S. (2018), 'Financial Networks and Stress Testing: Challenges and New Research Avenues for Systemic Risk Analysis and Financial Stability Implications', *Journal of Financial Stability*, **35**, 6-16, <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2018.03.010>.
- Bernstein, S. ve Hoffmann, M. (2019), 'Climate Politics, Metaphors and the Fractal Carbon Trap', *Nature Climate Change*, **9**(12), 919-25, <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0618-2>.
- Black, S., Chateau, J., Jaumotte, F., Parry, I. W. H., Schwerhoff, G., Thube, S. D. ve Zhunussova, K. (2022), 'Getting on Track to Net Zero: Accelerating a Global Just Transition in This Decade', *IMF Staff Climate Notes*, **2022**(010), A001, <https://doi.org/10.5089/9798400223877.066.A001>.
- Bollinger, B., ve Gillingham, K. (2012), 'Solar Fotovoltaik Panellerin Yayılımında Akran Etkileri', *Marketing Science*, **31**(6), 900-12, <https://doi.org/10.1287/mksc.1120.0727>.
- Bryson, J. M. (2004), 'What to Do When Stakeholders Matter', *Public Management Review*, **6**(1), 21-53, <https://doi.org/10.1080/14719030410001675722>.
- Carley, S. ve Konisky, D. M. (2020), 'The Justice and Equity Implications of the Clean Energy Transition', *Nature Energy*, **5**(8), 569-77, <https://doi.org/10.1038/s41560-020-0641-6>.
- Centola, D., Becker, J., Brackbill, D. ve Baronchelli, A. (2018), 'Sosyal Sözleşmelerde Devrilme Noktaları için Deneysel Kanıtlar', *Science*, **360**(6393), 1116-19, <https://doi.org/10.1126/science.aas8827>.
- Chakraborty, A., Reisch, T., Diem, C. ve Thurner, S. (2021), 'Inequality in Economic Shock Exposures across the Global Firm-level Supply Network', *ArXiv:2112.00415*, 1-19.
- Chen, H. ve Shi, H.-L. (2021), 'Ağ Topolojik Yapılarının Sistematik Teknoloji Benimseme ve Karbon Emisyon Azaltımı Üzerindeki Etkisi', *Scientific Reports*, **11**(1), 20380, <https://doi.org/10.1038/s41598-021-99835-3>.
- Chen, Y., Paul, G., Havlin, S., Liljeros, F., ve Stanley, H. E. (2008), 'Finding a Better Immunization Strategy', *Physical Review Letters*, **101**(5), 58701, <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.101.058701>.
- Clò, S., Cataldi, A. ve Zoppi, P. (2015), 'The Merit-order Effect in the Italian Power Market: The Impact of Solar and Wind Generation on National Wholesale Electricity Prices', *Energy Policy*, **77**, 79-88, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.11.038>.
- Collier, P. (2006), 'African Growth: Why a "Big Push"?', *Journal of African Economies*, **15**(suppl_2), 188-211, <https://doi.org/10.1093/jae/ejl031>.
- Colon, C., Hallegatte, S., ve Rozenberg, J. (2021), 'Agent-based Supply Chain Model aracılığıyla Bir Ülkenin Ulaştırma Ağının Kritiklik Analizi', *Nature Sustainability*, **4**(3), 209-15, <https://doi.org/10.1038/s41893-020-00649-4>.
- David, P. A. (1985), 'Clio and the Economics of QWERTY', *The American Economic Review*, **75**(2), 332-7.
- Dezső, Z., ve Barabási, A.-L. (2002), 'Halting Viruses in Scale-free Networks', *Physical Review E*, **65**(5), 55103, <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.65.055103>.
- Dietz, S., ve Hepburn, C. (2013), 'Marjinal Olmayan İklim ve Enerji Projelerinin Fayda-Maliyet Analizi', *Enerji Ekonomisi*, **40**, 61-71.
- Dikau, S. ve Volz, U. (2021), 'Central Bank Mandates, Sustainability Objectives and the Promotion of Green Finance', *Ecological Economics*, **184**, 107022, <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107022>.
- Du, F., Zhang, J., Li, H., Yan, J., Galloway, S. ve Lo, K. L. (2016), 'Sosyal Ağın Enerji Tasarrufu Üzerindeki Etkisinin Modellenmesi', *Applied Energy*, **178**, 56-65, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.06.014>.
- Dugoua, E. (2020), 'Induced Innovation and International Environmental Agreements: Evidence from the Ozone Regime', Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment Working Paper No. 363.
- ECB (2022), 'ECB Takes Further Steps to Incorporate Climate Change into its Monetary Policy Operations', Avrupa Merkez Bankası, adresinden alındı <https://www.ecb.europa.eu/press/pr/date/2022/html/ecb.pr220704~4f48a72462.en.html>
- Fankhauser, S., Averchenkova, A. ve Finnegan, J. (2018), 'Birleşik Krallık İklim Değişikliği Yasasının 10 Yılı', Politika Belgesi. London School of Economics and Political Science, Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, Centre for Climate Change Economics and Policy, <http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/publication/10-yearsclimate-change-act>.
- Farmer, J. D., Hepburn, C., Mealy, P. ve Teytelboym, A. (2015), 'A Third Wave in the Economics of Climate Change', *Environmental and Resource Economics*, **62**(2), 329-57, <https://doi.org/10.1007/s10640-015-9965-2>.
- Ives, M. C., Hale, T., Wetzler, T., Mealy, P.,... Way, R. (2019), 'Sensitive Intervention Points in the Post-carbon Transition', *Science*, **364**(6436), 132-4, <https://doi.org/10.1126/science.aaw7287>.
- Garcia-Casals, X., Ferroukhi, R. ve Parajuli, B. (2019), 'Measuring the Socio-economic Footprint of the Energy Transition', *Energy Transitions*, **3**(1), 105-18, <https://doi.org/10.1007/s41825-019-00018-6>.
- Geels, F. W. (2002), 'Technological Transitions as Evolutionary Reconfiguration Processes: A Multi-level Perspective and a Case-study', *Research Policy*, **31**(8-9), 1257-74, [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8).

- Mbaru, E. K., ve Barnes, M. L. (2017), 'Koruma Yayılımında Kilit Oyuncular: Using Social Network Analysis to Identify Critical Injection Points', *Biological Conservation*, **210**, 222-32, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.03.031>.
- McConnell, A., Yanovski, B. ve Lessmann, K. (2022), 'Central Bank Collateral as a Green Monetary Policy Instrument', *Climate Policy*, **22**(3), 339-55, <https://doi.org/10.1080/14693062.2021.2012112>.
- Meadows, D. H. (1999), 'Kaldıraç Noktaları: Places to Intervene in a System', Sustainability Institute, 1-19, <https://doi.org/10.1080/02604020600912897>
- Meckling, J., Sterner, T. ve Wagner, G. (2017), 'Policy Sequencing towards Decarbonization', *Nature Energy*, **2**(12), 918-22. Mercure, J.-F., Sharpe, S., Vinales, J. E., Ives, ., Grubb, M., Lam, A., ... Nijssse, F. J. M. M. (2021), 'Risk-opportunity Analysis for Transformative Policy Design and Appraisal', *Global Environmental Change*, **70**, 102359, <https://doi.org/10.1016/j.GLOENVCHA.2021.102359>
- Milkoreit, M., Hodbod, J., Baggio, J., Benessaiah, K., Calderón-Contreras, R., Donges, J. F., ... Werners, S. E. (2018), 'Defining Tipping Points for Social-ecological Systems Scholarship-An Interdisciplinary Literature Review', *Environmental Research Letters*, 1 March, Institute of Physics Publishing, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaaa75>.
- Moe, E. (2010), 'Enerji, Sanayi ve Siyaset: Energy, Vested Interests, and Long-term Economic Growth and Development', *Energy*, **35**(4), 1730-40.
- Mountain, B., Percy, S., Kars, A., Saddler, H. ve Billimoria, F. (2018), 'Does Renewable Electricity Generation Reduce Electricity Prices?', <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22213.81124>.
- Murphy, K. M., Shleifer, A., ve Vishny, R. W. (1989), 'Industrialization and the Big Push', *Journal of Political Economy*, **97**(5), 1003-26.
- O'Callaghan, B., Yau, N., ve Hepburn, C. (2022), 'How Stimulating Is a Green Stimulus? The Economic Attributes of Green Fiscal Spending', *Annual Review of Environment and Resources*, **47**(1), 697-723, <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-112420-020640>.
- Ohlendorf, N., Jakob, M. ve Steckel, J. C. (2022), 'The Political Economy of Coal Phase-out: Exploring the Actors, Objectives, and Contextual Factors Shaping Policies in Eight Major Coal Countries', *Energy Research & Social Science*, **90**, 102590, <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102590>.
- Otto, I. M., Donges, J. F., Cremades, R., Bhowmik, A., Hewitt, R. J., Lucht, W., ... Schellnhuber, H. J. (2020), 'Social Tipping Dynamics for Stabilizing Earth's Climate by 2050', *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **117**(5), 2354-65, <https://doi.org/10.1073/pnas.1900577117>.
- Pahle, M., Burtraw, D., Flachsland, C., Kelsey, N., Biber, E., Meckling, J., ... ve Zysman, J. (2018), 'Sequencing to Ratchet Up Climate Policy Stringency', *Nature Climate Change*, **8**(10), 861-7.
- Parry, I., Black, M. S. ve Vernon, N. (2021), *Still Not Getting Energy Prices Right: A Global and Country Update of Fossil Fuel Subsidies*, Washington, DC, International Monetary Fund.
- Pastor-Satorras, R., ve Vespignani, A. (2001), 'Epidemic Spreading in Scale-free Networks', *Physical Review Letters*, **86**(14), 3200- 3, <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.86.3200>.
- Pindyck, R. S. (2013), 'İklim Değişikliği Politikası: What Do the Models Tell Us?', *Journal of Economic Literature*, **51**(3), 860-72, <https://doi.org/10.1257/jel.51.3.860>.
- Poledna, S., Boehmann, O. ve Thurner, S. (2017), 'Basel III Capital Surcharges for G-SIBs are Far Less Effective in Managing Systemic Risk in Comparison to Network-based, Systemic Risk-dependent Financial Transaction Taxes', *Journal of Economic Dynamics and Control*, **77**(C), 230-46, <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2017.02.00>.
- Rafaty, R., Srivastav, S. ve Hoops, B. (2020), 'Revoking Coal Mining Permits: Ekonomik ve Yasal Bir Analiz', *İklim Politikası*, **20**(8), 980-96, <https://doi.org/10.1080/14693062.2020.1719809>.
- Robinson, D. K. R., ve Mazzucato, . (2019), 'Görev Odaklı Politikaların Evrimi: Exploring Changing Market Creating Policies in the US and European Space Sector', *Research Policy*, **48**(4), 936-48, <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.10>.
- Rosenstein-Rodan, P. N. (1943), 'Doğu ve Güneydoğu Avrupa'nın Sanayileşme Sorunları', *The Economic Journal*, **53**(210/211), 202-11, <https://doi.org/10.2307/2226317>.
- Sachs, J. D. (2006), *The End of Poverty: Economic Possibilities for Our Time*, Londra, Penguin Books.
- Saunders, H. A. ve Schwartz, J.-M. (2021), 'COVID-19 Aşılama Stratejileri, Alttı Yatan Sosyal Etkileşim Ağına Bağlı- actions', *Scientific Reports*, **11**(1), 24051, <https://doi.org/10.1038/s41598-021-03167-1>.
- Schäfer, B., Witthaut, D., Timme, M. ve Latora, V. (2018), 'Dynamically Induced Cascading Failures in Power Grids', *Nature Communications*, **9**(1), 1975, <https://doi.org/10.1038/s41467-018-04287-5>.
- Sharpe, S., ve Lenton, T. M. (2021), 'Upward-scaling Tipping Cascades to Meet Climate Goals: Plausible Grounds for Hope', *Climate Policy*, **21**(4), 421-33, <https://doi.org/10.1080/14693062.2020.1870097>.
- Sovacool, B. K., ve Hess, D. J. (2017), 'Ordering Theories: Sosyoteknik Değişim için Tipolojiler ve Kavramsal Çerçeveler', *Social Studies of Science*, **47**(5), 703-50, <https://doi.org/10.1177/0306312717709363>.
- Srivastav, S. ve Rafaty, R. (2022), 'Political Strategies to Overcome Climate Policy Obstructionism', *Perspectives on Politics*, 1-11, <https://doi.org/10.1017/S1537592722002080>.
- Singh, T. (2022), 'Greening Our Laws: Revising Land Acquisition Law for Coal Mining in India', *SSRN Electronic Journal*, <https://doi.org/10.2139/ssrn.4218788>
- Stern, N. (2016), 'Ekonomi: Current Climate Models are Grossly Misleading', *Nature*, **530**(7591), 407-9, <https://doi.org/10.1038/530407a>

- Tozer, L., Bulkeley, H., van der Jagt, A., Toxopeus, H., Xie, L. ve Runhaar, H. (2022), 'Catalyzing Sustainability Pathways: Navigating Urban Nature Based Solutions in Europe', *Global Environmental Change*, **74**(March), 102521, <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2022.102521>.
- UNEP (2022), *Emissions Gap Report 2022: The Closing Window-Climate Crisis Calls for Rapid Transformation of Societies*, Birleşmiş Milletler Çevre Programı, Nairobi, <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2022>.
- van den Bergh, J. C. J. M., Castro, J., Drews, S., Exadaktylos, F., Foramitti, J., Klein, F., ... ve Savin, I. (2021), 'Designing an Effective Climate-policy Mix: Accounting for Instrument Synergy', *Climate Policy*, **21**(6), 745-64.
- van der Ploeg, F., ve Venables, A. J. (2022), 'Radical Climate Policies', Department of Economics Discussion Paper Series, University of Oxford, <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/5f23bc3b-c83a-5b00-9371-323490fff8d0>.
- Vona, F. (2019), 'İş Kayıpları ve İklim Politikalarının Siyasi Kabul Edilebilirliği: "İş Öldürme" Argümanı Neden Bu Kadar Kalıcı ve Nasıl Tersine Çevrilebilir', *Climate Policy*, **19**(4), 524-32, <https://doi.org/10.1080/14693062.2018.1532871>.
- Way, R., Ives, M. C., Mealy, P. ve Farmer, J. D. (2022), 'Empirically Grounded Technology Forecasts and the Energy Transition', *Joule*, **6**(9), 2057-82, [https://www.cell.com/joule/fulltext/S2542-4351\(22\)00410-X](https://www.cell.com/joule/fulltext/S2542-4351(22)00410-X) adresinden alındı.
- Wilson, C., Grubler, A., Bento, N., Healey, S., De Stercke, S. ve Zimm, C. (2020), 'Granular Technologies to Accelerate Decarbonization', *Science*, **368**(6486), 36-9, <https://doi.org/10.1126/science.aaz8060>.
- Winkelmann, R., Donges, J. F., Smith, E. K., Milkoreit, M., Eder, C., Heitzig, J., ... Lenton, T. M. (2022), 'İklim Eylemine Yönelik Sosyal Devrilme Süreçleri: Kavramsal Bir Çerçeve', *Ekolojik Ekonomi*, **192**(Temmuz), 107242, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107242>.
- Woo, C. K., Zarnikau, J., Kadish, J., Horowitz, I., Wang, J. ve Olson, A. (2013), 'The Impact of Wind Generation on Wholesale Electricity Prices in the Hydro-rich Pacific Northwest', *IEEE Transactions on Power Systems*, **28**(4), 4245-53, <https://doi.org/10.1109/TPWRS.2013.2265238>.
- Dünya Bankası (2023), 'Scaling Up to Phase Down: Financing Energy Transitions in the Power Sector', Washington, DC, Dünya Bankası.
- Xiao, M., Junne, T., Haas, J. ve Klein, M. (2021), 'Plummeting Costs of Renewables-Are Energy Scenarios Lagging?', *Energy Strategy Reviews*, **35**, 100636, <https://doi.org/10.1016/j.esr.2021.100636>.