

Artık boş sözlere yer yok... lütfen!

Gerçeklikle söylemler arasındaki büyük fark devam ederken, ülkeler yeni iklim taahhütlerini hazırlıyor



Bu yayın, telif hakkı sahibinden özel izin alınmaksızın, kaynağın belirtilmesi koşuluyla, eğitim veya kar amacı gütmeyen hizmetler için tamamen veya kısmen ve herhangi bir biçimde çoğaltılabilir. Birleşmiş Milletler Çevre Programı, bu yayını kaynak olarak kullanan her türlü yayının bir kopyasını almaktan memnuniyet duyacaktır. Bu yayın, Birleşmiş Milletler Çevre Programı'ndan önceden yazılı izin alınmadan yeniden satış veya başka bir ticari amaçla kullanılamaz. Böyle bir izin için başvurular, çoğaltmanın amacı ve kapsamı hakkında bir açıklama ile birlikte unep-communication-director@un.org adresine gönderilmelidir.

Sorumluluk Reddi

Bu yayında kullanılan adlandırmalar ve materyalin sunumu, Birleşmiş Milletler Sekreteryası'nın herhangi bir ülkenin, bölgenin veya şehrin veya alanın veya yetkililerinin yasal statüsüne veya sınırlarının veya sınırlarının sınırlandırılmasına ilişkin herhangi bir görüşünün ifadesi anlamına gelmez.

Bu belgede ticari bir şirket veya üründen bahsedilmesi, Birleşmiş Milletler Çevre Programı veya yazarlar tarafından onaylandığı anlamına gelmez. Bu belgedeki bilgilerin tanıtım veya reklam amacıyla kullanılmasına izin verilmez. Ticari marka isimleri ve sembolleri, ticari marka veya telif hakkı yasalarını ihlal etme niyeti olmaksızın editoryal bir şekilde kullanılmıştır.

Bu yayında ifade edilen görüşler yazarlara aittir ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı'nın görüşlerini yansıtmak zorunda değildir. Farkında olmadan yapılmış olabilecek her türlü hata veya eksiklikten dolayı üzüntü duyuyoruz.

© Belirtildiği şekilde haritalar, fotoğraflar ve illüstrasyonlar

Önerilen atıf

Birleşmiş Milletler Çevre Programı (2024). *Emisyon Açığı Raporu 2024: Artık sıcak hava yok. ... lütfen! Retorik ve gerçeklik arasında büyük bir uçurum bulunan ülkeler yeni iklim taahhütleri taslağı hazırlıyor*. Nairobi. <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/46404>.

Üretim: Nairobi

URL: <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2024>

Ortak yapımcı:



Tarafından desteklenmektedir:



MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS
OF DENMARK



Government of the Netherlands

Artık boş sözlere yer yok... Lütfen!

Gerçeklikle söylemler arasındaki büyük fark devam ederken, ülkeler yeni iklim taahhütlerini hazırlıyor

Emisyon Açığı Raporu 2024

Teşekkür

Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP), bu raporun hazırlanmasındaki katkılarından dolayı yürütme kurulu üyelerine, baş bilimsel editöre, baş ve katkıda bulunan yazarlara, hakemlere ve sekreteryaya teşekkürlerini sunar. Yazarlar ve hakemler rapora bireysel kapasiteleriyle katkıda bulunmuşlardır. Bağlantıları sadece tanımlama amacıyla belirtilmiştir.

Yönlendirme komitesi

Ruta Bubniene (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Sekreteryası [UNFCCC]), John Christensen (UNEP Kopenhag İklim Merkezi [UNEP- CCC]), María Paz Cigarán (Libélula), Navroz K. Dubash (Princeton Üniversitesi), Simon Evans (Carbon Brief) (yürütme kurulu gözlemcisi), Niklas Höhne (NewClimate Institute), Fuad Humatov (Ekoloji ve Doğal Kaynaklar Bakanlığı, Azerbaycan), Jian Liu (UNEP), Simon Maxwell (bağımsız), Shonali Pachauri (Uluslararası Uygulamalı Sistem Analizi Enstitüsü [IIASA]), Katia Simeonova (bağımsız araştırmacı), Youba Sokona (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli [IPCC]) ve Oksana Tarasova (Dünya Meteoroloji Örgütü [WMO])

Yazarlar

Bölüm 1

Yazarlar: Anne Olhoff (UNEP-CCC, Danimarka) ve John Christensen (UNEP-CCC, Danimarka)

Bölüm 2

Baş yazarlar: William F. Lamb (Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change, Almanya; Leeds Üniversitesi, Büyük Britanya ve Kuzey İrlanda Birleşik Krallığı) ve Minal Pathak (Ahmedabad Üniversitesi, Hindistan)

Katkıda bulunan yazarlar: Monica Crippa (Avrupa Komisyonu, Ortak Araştırma Merkezi [JRC], İtalya), Diego Guizzardi (Avrupa Komisyonu, JRC, İtalya), Giacomo Grassi (Avrupa Komisyonu, JRC, İtalya), Glen P. Peters (CICERO Uluslararası İklim Araştırmaları Merkezi, Norveç), Julia Pongratz (Ludwig-Maximilians Üniversitesi Münih, Almanya) ve Vaibhav Chaturvedi (Enerji, Çevre ve Su Konseyi, Hindistan)

Bölüm 3

Lider yazarlar: Takeshi Kuramochi (NewClimate Institute, Almanya) ve Taryn Fransen (World Resources Institute, Amerika Birleşik Devletleri)

Katkıda bulunan yazarlar: Michel den Elzen (PBL Hollanda Çevre Değerlendirme Ajansı, Hollanda), Leonardo Nascimento (NewClimate Enstitüsü, Almanya), Clea Schumer (Dünya Kaynakları Enstitüsü, Amerika Birleşik Devletleri), Mengpin Ge (Dünya Kaynakları Enstitüsü, Amerika Birleşik Devletleri), Claudio Angelo (Observatório do Clima, Brezilya), Hancheng Dai (Pekin Üniversitesi, Çin), Archie Gilmour (Overseas Development Institute, Birleşik Krallık), Mariana Gutiérrez Grados (Iniciativa Climática de México [ICM], Meksika), Frederic Hans (NewClimate Institute, Almanya), Sarah Heck (Climate Analytics, Almanya), Christopher Henderson (World Resources Institute, Amerika Birleşik Devletleri), Camilla Hyslop (Oxford Üniversitesi, Birleşik Krallık), Anna Kanduth (Kanada İklim Enstitüsü, Kanada), Ben King (Rhodium Group, Amerika Birleşik Devletleri), Hannah Kolus (Rhodium Group, Amerika Birleşik Devletleri), Vivian Sunwoo Lee (İklimimiz için Çözümler, Kore Cumhuriyeti), Camila Agustina Mercure (Fundación Ambiente y Recursos Naturales [FARN], Arjantin), Silke Mooldijk (NewClimate Institute, Almanya), Fabby Tumiwa (Institute for Essential Services Reform, Endonezya), Jorge Villarreal Padilla (ICM, Meksika) ve Saritha Sudharma Vishwanathan (Indian Institute of Management Ahmedabad [IIMA], Hindistan; Kyoto Üniversitesi, Japonya)

Veri katkısında bulunanlar: Ioannis Dafnomilis (PBL Hollanda Çevresel Değerlendirme Ajansı, Hollanda), Kimon Keramidas (Avrupa Komisyonu, JRC, İspanya), Malte Meinshausen (Melbourne Üniversitesi, Avustralya) ve Alister Self (Climate Resource, Avustralya)

Bölüm 4

Lider yazarlar: Joeri Rogelj (Imperial College London, Birleşik Krallık; IIASA, Avusturya), Michel den Elzen (PBL Hollanda Çevresel Değerlendirme Ajansı, Hollanda; Vrije Universiteit Amsterdam, Hollanda) ve Joana Portugal-Pereira (Universidade Federal do Rio de Janeiro [UFRJ], Brezilya)

Katkıda bulunan yazarlar: Giacomo Grassi (Avrupa Komisyonu, JRC, İtalya), Neil Grant (Climate Analytics, Birleşik Krallık), Robin Lamboll (Imperial College London, Birleşik Krallık), Shivika Mittal (CICERO, Norveç) ve Saritha Sudharma Vishwanathan (IIMA, Hindistan; Kyoto Üniversitesi, Japonya)

Bölüm 5

Lider yazarlar: Neil Grant (Climate Analytics, Birleşik Krallık), Anne Olhoff (UNEP-CCC, Danimarka) ve Jiang Kejun (Enerji Araştırma Enstitüsü, Çin)

Katkıda bulunan yazarlar: Luzie Helfmann (Climate Analytics, Almanya), Ploy Pattanun Achakulwisut (Birleşmiş Milletler, Amerika Birleşik Devletleri), Shonali Pachauri (IIASA), Yann Briand (Sürdürülebilir Kalkınma ve Uluslararası İlişkiler Enstitüsü [IDDRI], Fransa), Emilio Lèbre La Rovere (Center for Integrated Studies of Climate Change and the Environment - CentroClima, Institute of Graduate Studies and Research in Engineering [COPPE], UFRJ, Brezilya), Carolina Dubeux (COPPE, UFRJ, Brezilya), William Wills (COPPE, UFRJ, Brezilya) ve Henri Waisman (IDDRI, Fransa)

Bölüm 6

Lider yazarlar: Stephanie Roe (World Wildlife Fund, Amerika Birleşik Devletleri), Chris Bataille (Columbia Üniversitesi, Amerika Birleşik Devletleri), Kornelis Blok (Delft Teknoloji Üniversitesi, Hollanda), Kelly Levin (Bezos Earth Fund, Amerika Birleşik Devletleri), Eleonore Soubeyran (Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, London School of Economics [LSE], Birleşik Krallık) ve Costanza Strinati (Climate Policy Initiative, Birleşik Krallık)

Katkıda bulunan yazarlar: Clea Schumer (Dünya Kaynakları Enstitüsü, Amerika Birleşik Devletleri), Evelien Smit (Common Futures, Hollanda), Sophie Boehm (Dünya Kaynakları Enstitüsü, Amerika Birleşik Devletleri), Ploy Pattanun Achakulwisut (Birleşmiş Milletler, Amerika Birleşik Devletleri), Kemen Austin (Wildlife Conservation Society, Amerika Birleşik Devletleri), Robert Beach (RTI International, Amerika Birleşik Devletleri), Alice Favero (RTI International, Amerika Birleşik Devletleri), Tash Garrood (Common Futures, Hollanda), Judit Hecke (NewClimate Institute, Almanya), Louise Jeffery (NewClimate Institute, Almanya), Kees van der Leun (Common Futures, Hollanda) ve Sam Yeo (The Nature Conservancy, Amerika Birleşik Devletleri)

Yorumcular

Jean-Paul Adam (Birleşmiş Milletler), Jesica Andrews (UNEP Finans Girişimi), Igor Bashmakov (Enerji Verimliliği Merkezi), Christoph Bertram (Küresel Sürdürülebilirlik Merkezi, Maryland Üniversitesi), Raymond Brandes (UNEP), Ruta Bubniene (UNFCCC Sekreteryası), John Christensen (UNEP-CCC), Brett Cohen (Cape Town Üniversitesi), Daniel Crow (Uluslararası Enerji Ajansı), Rob Dellink (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü), Paul Dowling (Avrupa Komisyonu), Navroz K. Dubash (Princeton Üniversitesi), Simon Evans (Carbon Brief), Andreas Fazekas (Avrupa Komisyonu), Amit Garg (IIMA), Asger Garnak (CONCITO - Danimarka'nın yeşil düşünce kuruluşu), Oliver Geden (Alman Uluslararası ve Güvenlik İşleri Enstitüsü), Bernd Hackmann (BMİDÇS Sekreteryası), Ryo Hamaguchi (BMİDÇS Sekreteryası), Lena Höglund- Isaksson (IIASA), Niklas Höhne (NewClimate Institute), Fuad Humberov (Ekoloji ve Doğal Kaynaklar Bakanlığı, Azerbaycan),

Yasuko Kameyama (Ulusal Çevre Çalışmaları Enstitüsü), Maarten Kappelle (UNEP), Alaa Al Khouardjie (Imperial College London), Şiir Kılış (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu), Alban Kitous (Avrupa Komisyonu), Jian Liu (UNEP), Maria Socorro Manguiat (UNEP), Simon Maxwell (bağımsız), Bavelyne Mibei (UNEP), Shivika Mittal (CICERO), Rachel Chi Kiu Mok (Dünya Bankası), Lars Nilsson (Lund Üniversitesi), Shonali Pachauri (IIASA), Hannah Suzanne Pitt (Rhodium Group), Rula Qalyoubi (UNEP), Zoltán Rakonczay (Avrupa Komisyonu), Andrea Ramírez Ramírez (Delft Teknoloji Üniversitesi), Yann Robiou du Pont (Utrecht Üniversitesi), Joyashree Roy (Asya Teknoloji Enstitüsü), Yuli Shan (Birmingham Üniversitesi), Katia Simeonova (bağımsız), Jamal Srouji (Dünya Kaynakları Enstitüsü), Kentaro Tamura (Küresel Çevre Stratejileri Enstitüsü), Oksana Tarasova (WMO), Yi-Ming Wei (Pekin Teknoloji Enstitüsü), Zhao Xiusheng (Tsinghua Üniversitesi) ve Maja Zenko (Avrupa Komisyonu)

Baş bilimsel editör

Anne Olhoff (UNEP-CCC, Danimarka)

Sekreteryaya, üretim ve koordinasyon

Anne Olhoff (UNEP-CCC), Kaisa Uusimaa (UNEP), Maarten Kappelle (UNEP) ve Selma Hedges (UNEP)

Medya ve lansman desteği

UNEP İletişim Bölümü ve UNEP-CCC iletişim ekibi

Tasarım ve yerleşim

Weeks.de Werbeagentur GmbH (şekiller), Strategic Agenda (tasarım ve mizanpaj) ve Beverley McDonald, UNEP (kapak tasarımı)

Yönetici özetinin çevirisi ve dil düzenlemesi

Stratejik Gündem

Ayrıca teşekkürler:

Niklas Hagelberg (UNEP), Andrea Hinwood (UNEP), Mohamed Walid Jomni (UNEP-CCC), Polina Koroleva (UNEP), Thomas Laursen (UNEP-CCC), Pia Riis Kofoed-Hansen (UNEP-CCC), Jarl Krausing (CONCITO - Danimarka'nın yeşil düşünce kuruluşu), Jade Roberts Maron (UNEP), Inge Nilsson (CONCITO - Danimarka'nın yeşil düşünce kuruluşu), Julia Rocha Romero (UNEP-CCC), Ignacio Sánchez Díaz (UNEP), Pinya Sarasas (UNEP), Ying Wang (UNEP) ve UNEP Erken Uyarı ve Değerlendirme Bölümü çalışanları.

Emisyon Açığı Raporu'nun 2024 baskısı UNEP'in temel mali fonu olan Çevre Fonu tarafından desteklenmektedir. UNEP, Danimarka Dışişleri Bakanlığı ile Hollanda Ekonomik İşler ve İklim Politikası Bakanlığı'na Emisyon Açığı Raporu 2024'ün hazırlanmasına verdikleri destek için teşekkür eder.

Sözlük

Bu sözlük, aşağıdaki kuruluşların, ağların ve projelerin web sitelerinde bulunan sözlüklerden ve diğer kaynaklardan yararlanılarak derlenmiştir: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli, Birleşmiş Milletler Çevre Programı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) ve Dünya Kaynakları Enstitüsü.

Antropojenik emisyonlar: İnsan faaliyetlerinden kaynaklanan emisyonlar.

Temel/referans: Değişimin ölçüldüğü durum. İklim değişikliği dönüşüm yolları bağlamında, "temel senaryolar" terimi, h a l i h a z ı r d a yürürlükte olan ve/veya yasalaşmış veya kabul edilmesi planlananların ötesinde hiçbir azaltım politikası veya önleminin uygulanmayacağı varsayımına dayanan senaryoları ifade eder. Mevcut durum senaryolarının geleceğe yönelik tahminler olması amaçlanmamakta, daha ziyade daha fazla politika çabası olmaksızın ortaya çıkacak emisyon seviyesini vurgulamaya hizmet edebilecek karşı olgusal yapılar olması amaçlanmaktadır. Tipik olarak, mevcut durum senaryoları sera gazı (GHG) emisyonları, atmosferik konsantrasyonlar veya sıcaklık değişimi için farklı hedefleri karşılamak üzere oluşturulmuş azaltım senaryoları ile karşılaştırılır. "Referans senaryo" terimi "referans senaryo" ve "politikasız senaryo" ile birbirinin yerine kullanılmaktadır.

Karbondioksit emisyon bütçesi (veya karbon bütçesi): Belirli bir sıcaklık artış sınırı için, örneğin 1.5°C veya 2°C uzun vadeli sınır, ilgili karbon bütçesi, sıcaklıkların bu sınırın altında kalması için salınabilecek toplam karbon emisyon miktarını yansıtır. Başka bir ifadeyle, karbon bütçesi, belirli bir küresel ortalama yüzey sıcaklığı artışını önlemek için tahmin edilen kümülatif emisyonlar üzerindeki sınırlar hakkındaki varsayımları karşılayan bir karbondioksit (CO₂) emisyon yörüngesi altındaki bir alandır.

Karbondioksit eşdeğeri (CO_{2e}): İklim üzerindeki etkilerini hesaba katarak çeşitli ısınmsal zorlayıcı maddelerin emisyonlarını ortak bir zemine oturtmanın bir yoludur. Belirli bir sera gazı karışımı ve miktarı için, belirli bir zaman aralığında ölçüldüğünde aynı küresel ısınma kabiliyetine sahip olacak CO₂ miktarını tanımlar. Bu raporun amacı doğrultusunda, aksi belirtilmedikçe, sera gazı emisyonları, 100 yıllık küresel ısınma potansiyeli varsayımıyla CO_{2e} olarak ifade edilen Kyoto Protokolü Ek A'da listelenen sera gazı sepetinin toplamıdır.

Karbondioksit giderimi (CDR): CO₂'yi atmosferden uzaklaştıran ve jeolojik, karasal veya okyanus rezervuarlarında veya ürünlerde kalıcı olarak depolayan antropojenik faaliyetleri ifade eder. Biyolojik veya jeokimyasal yutakların mevcut ve potansiyel antropojenik iyileştirilmesini ve doğrudan hava yakalama ve depolamayı içerir, ancak doğrudan insan faaliyetlerinden kaynaklanmayan doğal CO₂ alımını hariç tutar.

Karbon nötrlüğü: Bu, bir aktörün küresel CO₂ emisyonlarına net katkısı sıfır olduğunda elde edilir. Bir aktörün faaliyetlerine atfedilebilecek CO₂ emisyonları, zaman periyoduna veya ilgili emisyonların ve uzaklaştırmaların göreceli büyüklüğüne bakılmaksızın, yalnızca aktör tarafından talep edilen CO₂ azaltımları veya uzaklaştırmaları ile tamamen telafi edilir.

Şartlı ulusal olarak belirlenmiş katkı: Bazı ülkeler tarafından önerilen ve ulusal yasama organlarının gerekli yasaları çıkarma kabiliyeti, diğer ülkelerin iddialı eylemleri, finans ve teknik desteğin gerçekleştirilmesi veya diğ er faktörler gibi bir dizi olası koşula bağlı olan ulusal olarak belirlenmiş katkı (aşağıya bakınız).

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Taraflar Konferansı (COP): UNFCCC'nin en üst organıdır. Şu anda BMİDÇS'nin ilerlemesini gözden geçirmek için yılda bir kez toplanmaktadır.

Emisyon yolu: Yıllık sera gazı emisyonlarının zaman içindeki yörüngesi.

Küresel envanter: Küresel envanter, Paris Anlaşması'nın 14. Maddesi kapsamında oluşturulmuştur. Üye Devletler ve paydaşların Paris İklim Değişikliği Anlaşmasının hedeflerine ulaşma yolunda toplu olarak ilerleme kaydedip k a y d e t m e d i k l e r i n i değerlendirmeleri için bir süreçtir. Küresel durum değerlendirmesi, dünyanın iklim eylemi ve desteği konusunda nerede durduğıyla ilgili her şeyi değerlendirir, boşlukları belirler ve 2030 ve sonrasına yönelik çözüm yolları üzerinde anlaşmaya varmak için birlikte çalışır. İlk küresel durum değerlendirmesi 2023 yılında COP 28'de gerçekleştirilecektir.

Küresel ısınma potansiyeli (GWP): Sera gazlarının atmosferde kaldıkları farklı sürelerin birleşik etkisini ve giden kızılötesi radyasyonu emmedeki göreceli etkinliklerini temsil eden bir endeks.

Sera gazları (GHGs): Küresel ısınmaya ve iklim değişikliğine neden olan atmosferik gazlar. Başlıca sera gazları CO_2 , metan (CH_4) ve azot oksit (N_2O). Daha az yaygın ancak çok güçlü sera gazları arasında hidroflorokarbonlar (HFC'ler), perflorokarbonlar (PFC'ler) ve sülfür heksaflorür (SF_6) bulunmaktadır.

Entegre değerlendirme modelleri: Karmaşık çevre sorunlarını araştırmak için birden fazla disiplinden gelen bilgileri denklemler ve/veya algoritmalar şeklinde birleştirmeyi amaçlayan modellerdir. Bu nedenle, sera gazlarının üretiminden atmosferik tepkilere kadar iklim değişikliği zincirinin tamamını tanımlarlar. Bu zorunlu olarak sosyoekonomik ve biyofiziksel süreçler arasındaki ilgili bağlantıları ve geri bildirimleri de içerir.

Kyoto Protokolü: 1997'de imzalanan ve 2005'te yürürlüğe giren, kendi başına ayakta duran ve Hükümetler tarafından ayrı bir onay gerektiren, ancak BMİDÇS ile bağlantılı uluslararası bir anlaşma. Kyoto Protokolü, diğer hususların yanı sıra, sanayileşmiş ülkeler tarafından sera gazı emisyonlarının azaltılması için bağlayıcı hedefler belirlemektedir.

Arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormancılık (LULUCF): Doğrudan insan kaynaklı AKAKDO faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarını ve uzaklaştırmalarını kapsayan bir sera gazı envanter sektörüdür.

En düşük maliyetli yol: En düşük maliyetli yol senaryoları, belirli bir iklim hedefine ulaşmak için en az maliyetli azaltım seçenekleri kombinasyonunu tanımlar. En düşük maliyetli senaryo, kapsayıcı bir iklim hedefi belirlenmişse, toplumun bunu zaman içinde mümkün olan en düşük maliyetle gerçekleştirmek istediği varsayımına dayanmaktadır. Ayrıca küresel eylemlerin model simülasyonlarının temel yılında (genellikle cari yıla yakın) **b a ş l a d ı ğ ı n ı** ve sosyal iskonto oranına bağlı olarak azaltım yükünün mevcut ve gelecek nesiller arasında maliyet-optimal (maliyet-etkin) paylaşımını takiben uygulandığını varsayar.

Muhtemel şans: Yüzde 66 olasılıktan daha yüksek bir olasılık. Bu değerlendirmede sıcaklık limitlerine ulaşma olasılıklarını ifade etmek için kullanılır.

Azaltım: İklim değişikliği bağlamında azaltım, sera gazlarının kaynaklarını azaltmaya veya yutaklarını geliştirmeye yönelik insan müdahalesi ile ilgilidir. Örnekler arasında endüstriyel süreçler veya elektrik üretimi için fosil yakıtların daha verimli kullanılması, güneş enerjisi veya rüzgar enerjisine geçilmesi, binaların yalıtımının iyileştirilmesi ve atmosferden daha fazla miktarda CO_2 uzaklaştırmak için ormanların ve diğer "yutakların" genişletilmesi yer almaktadır.

Azaltım potansiyeli: Azaltım potansiyelleri, belirli bir dönemde belirli bir azaltım seçeneği ile belirlenen emisyon taban çizgilerine göre elde edilebilecek sera gazı emisyon azaltımlarının veya uzaklaştırmalarının miktarıdır.

Ulusal olarak belirlenmiş katkı (NDC): Paris Anlaşması'nı onaylayan ülkelerin, Paris Anlaşması'nın uzun vadeli sıcaklık hedefi olan ısınmayı 2°C 'nin çok altında sınırlama hedefine ulaşmak için ulusal çabalarını ortaya koyan beyanlarıdır. Yeni veya güncellenmiş NDC'ler 2020'de ve sonrasında her beş yılda bir sunulacaktır. Dolayısıyla NDC'ler, bir ülkenin emisyonları ulusal düzeyde azaltmaya yönelik mevcut azmini veya hedefini temsil etmektedir.

Ofset: İklim politikasında, başka bir yerde meydana gelen emisyonları telafi etmek için azaltılan, kaçınılan veya tutulan bir birim CO_2e emisyonu.

Senaryo: "Eğer-o zaman" önermelerine dayalı o l a r a k geleceğin nasıl gelişebileceğine dair bir açıklama. Senaryolar tipik olarak bir başlangıç sosyoekonomik durumu ve temel itici güçlerin ve emisyonlarda, sıcaklıklarda veya iklim değişikliği ile ilgili diğer değişkenlerde gelecekte meydana gelecek değişikliklerin bir tanımını içerir.

Kaynak: Atmosfere bir sera gazı, bir aerosol veya bir sera gazı veya aerosol öncüsü salan herhangi bir süreç, faaliyet veya mekanizma.



İçindekiler

Teşekkür		IV
Sözlük		VI
Önsöz		XI
Yönetici özeti		XII
Bölüm 1	Giriş	1
1.1	Tüm gözler bir sonraki ulusal olarak belirlenmiş katkılarda	1
1.2	Bu raporun yaklaşımı ve yapısı	2
Bölüm 2	Küresel emisyon eğilimleri	3
2.1	Giriş	3
2.2	Küresel emisyonlar 2023'te arttı	4
2.3	Sektörler yenilenebilir kaynaklara ve elektrifikasyona doğru kayıyor, ancak henüz yeterince hızlı değil fosil yakıtları önemli ölçüde ikame eder	6
2.4	G20'nin emisyonları 2023'te genel olarak arttı ve toplam emisyonların yüzde 77'sini oluşturdu	10
Bölüm 3	Ulusal olarak belirlenen katkılar ve uzun vadeli taahhütler: Küresel manzara ve G20 üyelerinin ilerlemesi	13
3.1	Giriş	13
3.2	Mevcut NDC'lerdeki küresel eğilimler bir sonraki NDC'ler için önemli rehberlik sağlamaktadır	14
3.3	G20 ekonomilerinin NDC'lere yönelik ilerlemesi durdu	16
3.4	Uzun vadeli ve net sıfır taahhütlerdeki gelişmeler endişelenmek için nedenler gösteriyor	22
Bölüm 4	2030 ve 2035'teki emisyon açığı	26
4.1	Giriş	26
4.2	2030 ve 2035 emisyon açığını değerlendirmek için senaryolar	26
4.3	2030, 2035 ve 2050'deki emisyon boşlukları büyük olmaya devam etmektedir	30
4.4	Sıcaklık etkileri için acil eylem önemlidir	33
Bölüm 5	Açığı kapatmak: G20 üyelerinin bir sonraki ulusal katkılarında küresel dönüm noktalarının eyleme ve azme dönüştürülmesi	35
5.1	Giriş	35
5.2	G20 üyelerinin Paris'e uyumlu eylem ve azimlerine ilişkin yorumlar, küresel ortalamadan daha hızlı hareket etmeleri gerektiğini gösteriyor	35
5.3	Aşağıdan yukarıya ulusal azaltım senaryolarına dayalı olarak ortaya çıkan bulgular, eylemi hızlandırmanın ve azmi artırmanın mümkün olduğunu göstermektedir	39
Bölüm 6	Aradaki farkın kapatılması: Sektörel dönüşüm kriterleri, azaltım potansiyelleri ve yatırım ihtiyaçları	41
6.1	Giriş ve sentez	41
6.2	Sektör dönüşümleri, ölçütler ve potansiyeller bir sonraki NDC'lere rehberlik edebilir	43
6.3	Eylemi hızlandırmak için yatırımlarda ve finansmanda önemli artışlar gerekmektedir	58
Referanslar		63



Önsöz

İklim krizi zamanı geldi çattı. Orman yangınları, sıcak hava dalgaları, fırtınalar ve kuraklık küresel olarak yoğunlaşırken, ülkeler Brezilya'daki COP 30 öncesinde önümüzdeki yılın başlarında sunulmak üzere yeni ulusal katkılar (NDC'ler) hazırlıyor. Ülkeler şimdi harekete geçmeyi hızlandırmalı, yeni taahhütlerde hırslarında büyük bir artış göstermeli ve ardından politikalar ve uygulama ile acilen teslim etmelidir. Aksi takdirde, Paris Anlaşması'nın küresel ısınmayı 1.5°C'de tutma hedefi birkaç yıl içinde ölmüş olacak ve 2°C yoğun bakım ünitesindeki yerini alacaktır.

UNEP'in Emisyon Açığı Raporu'nun 2024 baskısı, ulusların ne kadar daha yüksek hedeflemesi gerektiğini gösteriyor. 1,5°C için en düşük maliyetli yola girebilmek için, emisyonların 2030 yılına kadar 2019 seviyelerine kıyasla yüzde 42 düşmesi gerekmektedir. 2°C için ise emisyonların 2030 yılına kadar yüzde 28 düşmesi gerekiyor. NDC hedeflerine dahil edilecek 2030'dan sonraki kilometre taşı olan 2035'e bakıldığında, emisyonların 1,5°C için yüzde 57 ve 2°C için yüzde 37 düşmesi gerekmektedir.

Sera gazı emisyonları yeni bir yüksek seviyeye çıkarken 2023 yılında 57,1 gigaton karbondioksit eşdeğeri, bugünden itibaren yapılması gereken kesintiler daha büyüktür; 1,5°C için 2035 yılına kadar her yıl emisyonların yüzde 7,5 oranında azaltılması gerekmektedir. Mevcut vaatler bu seviyelerin yakınında bile değildir; bu da bizi bu yüzyılda en iyi ihtimalle 2.6°C'lik küresel ısınma yoluna sokmakta ve aşımı azaltmak için gelecekte maliyetli ve büyük ölçekli karbondioksitin atmosferden uzaklaştırılmasını gerektirmektedir.

Ancak bu rapor, 1,5°C'lik bir patikaya girmenin en azından teknik olarak mümkün olduğunu göstermektedir. Güneş fotovoltaik teknolojileri ve rüzgar enerjisinin daha fazla kullanılması, 2030 yılında toplam emisyon azaltma potansiyelinin yüzde 27'sini, 2035 yılında ise yüzde 38'ini sağlayabilir. Ormanlarla ilgili eylemler her iki yılda da potansiyelin yaklaşık yüzde 20'sini sağlayabilir. Diğer güçlü seçenekler arasında binalar, ulaşım ve sanayi sektörlerinde verimlilik önlemleri, elektrifikasyon ve yakıt değişimi yer almaktadır.

Bu hedefe ulaşmak için, küresel finansal mimaride reform ve güçlü özel sektör eylemi ile desteklenen, sosyoekonomik ve çevresel ortak faydaları en üst düzeye çıkarırken ödünleşimleri azaltan tedbirlere ve azaltım yatırımlarında en az altı kat artışa ihtiyaç duyacağız. G20 üyelerinin, özellikle de en büyük salımcıların, dünya ekonomisine hakim oldukları için ağır yükü kaldırmaları gerekecektir.

Esasen, daha önce hiç görülmemiş bir ölçekte ve hızla küresel seferberliğe ihtiyacımız olacaktır. Pek çok kişi bunun imkansız olduğunu söyleyecektir.



Ancak sadece bunun mümkün olup olmadığına odaklanmak çok önemli bir noktayı gözden kaçırmak demektir: net sıfır ekonomilere dönüşüm gerçekleşmelidir ve bu küresel dönüşüm ne kadar erken başlarsa o kadar iyidir. Kaçınılan her bir derece, kurtarılan hayatlar, korunan ekonomiler, önlenen zararlar, korunan biyoçeşitlilik ve herhangi bir sıcaklık aşımını hızla düşürme yeteneği açısından önemlidir.

Bu nedenle tüm uluslara çağrıda bulunuyorum: lütfen daha fazla havanda su dövmeyin. Bakü, Azerbaycan'daki COP 29'u şimdi eylemi arttırmak için kullanın, önemli ölçüde daha güçlü NDC'ler için zemin hazırlayın ve ardından 2030 yılına kadar 1,5°C patikası. Düşük karbonlu, sürdürülebilir ve müreffeh bir gelecek için ne kadar çabuk harekete geçerseniz, oraya o kadar çabuk ulaşırsınız - bu da hayatları kurtaracak, paradan tasarruf sağlayacak ve hepimizin bağlı olduğu gezegensel sistemleri koruyacaktır.

Inger Andersen
İcra Direktörü
Birleşmiş Milletler Çevre Programı

Yönetici özeti

Tüm gözler bir sonraki ulusal olarak belirlenmiş katkılarda

Ülkelerin 2035 yılı için azaltım hedeflerini içeren bir sonraki ulusal katkılarını (NDC'ler) sunmaları için belirlenen son tarihe sadece birkaç ay kaldı. On beşinci Emisyon Açığı Raporu, Paris Anlaşması'nın küresel ısınmayı 2°C'nin çok altında sınırlama ve sanayi öncesi seviyelere göre 1,5°C'yi takip etme şeklindeki uzun vadeli sıcaklık hedefine ulaşma olasılığını korumak için bu NDC'lerden ne beklendiğine özel olarak odaklanmaktadır. Temel mesajı, eylem olmadan azmin hiçbir şey ifade etmeyeceğidir - 2030'da küresel emisyonlar mevcut politikalar ve mevcut NDC'lerin ima ettiği seviyelerin altına çekilmezse, küresel ısınmayı aşırımsız veya sınırlı aşım 1.5°C ile sınırlayacak bir yola ulaşmak imkansız hale gelecek (>%50 şans) ve ısınmayı 2°C ile sınırlama zorluğunu güçlü bir şekilde artıracaktır (>%66 şans). Bir sonraki NDC'ler, bu on yıl içinde hızlandırılmış azaltım eylemi ile birlikte hırsta bir kuantum sıçraması sağlamalıdır.

Zorluğun büyüklüğü tartışılmazdır. Aynı zamanda, acil kalkınma ihtiyaçlarına ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşmanın yanı sıra azaltım eylemini hızlandırmak için çok sayıda fırsat bulunmaktadır. Özellikle rüzgar ve güneş enerjisindeki teknolojik gelişmeler beklentileri aşmaya devam etmekte, dağıtım maliyetlerini düşürmekte ve pazarın genişlemesini sağlamaktadır. Bu yılki raporda yer alan sektörel emisyon azaltım potansiyellerinin güncellenmiş değerlendirmesi, mevcut teknolojilere dayanan ve ton karbondioksit eşdeğeri (tCO_{2e}) başına 200 ABD Dolarının altındaki maliyetlerle tekno-ekonomik emisyon azaltım potansiyelinin 2030 ve 2035'teki emisyon açığını kapatmak için yeterli olduğunu göstermektedir. Ancak bunun için zorlu politika, yönetim, kurumsal ve teknik engellerin aşılmasının yanı sıra gelişmekte olan ülkelere sağlanan destekte benzeri görülmemiş bir artış ve uluslararası finansal mimarinin yeniden tasarlanması gerekecektir.

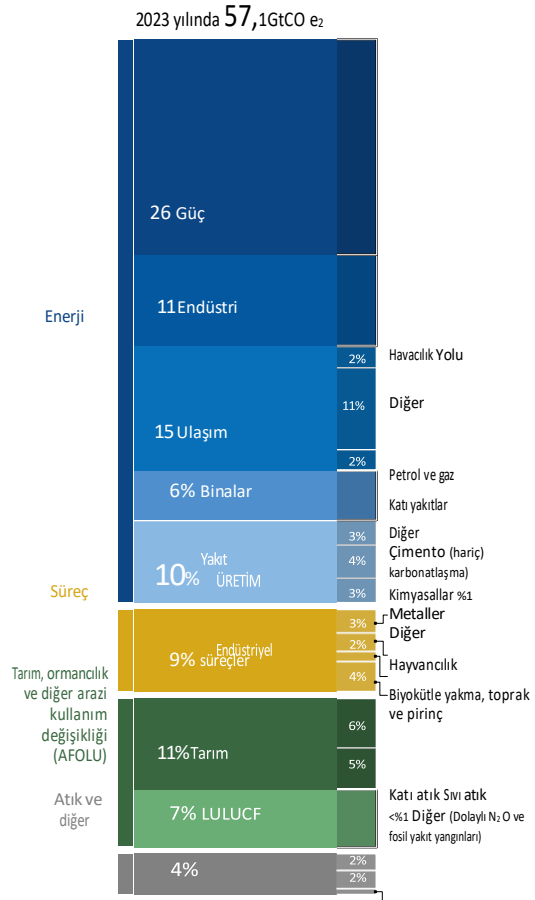
1. Küresel sera gazı emisyonları 2023 yılında 57,1 GtCO_{2e} ile yeni bir rekor kırarak 2022 seviyelerine göre yüzde 1,3 artış gösterdi

Toplam sera gazı (GHG) emisyonlarında 2022 seviyelerine göre yüzde 1,3'lük artış

COVID-19 salgınından önceki on yılda (2010-2019), sera gazı emisyonlarındaki artış yılda ortalama yüzde 0,8'dir. Artış, arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormancılık (LULUCF) CO₂ hariç tüm sera gazı kaynaklarında ve tüm

sektörler. 2023 yılında enerji sektörü (yani elektrik üretimi) 15,1 GtCO_{2e} ile emisyonlara en büyük küresel katkı sağlayan sektör olmaya devam ederken, onu ulaştırma (8,4 GtCO_{2e}), tarım (6,5 GtCO_{2e}) ve sanayi (6,5 GtCO_{2e}) takip etmiştir (Şekil ES.1). COVID-19 salgını sırasında önemli ölçüde düşen uluslararası havacılıktan kaynaklanan emisyonlar, 2023'te 2022 seviyelerine göre yüzde 19,5 ile en yüksek büyümeyi göstermiştir (2010'dan 2019'a kadar yıllık ortalama yüzde 3,1 büyüme ile karşılaştırıldığında). 2023'te hızla büyüyen (yani yüzde 2,5'in üzerinde bir oranda) diğer sektörler arasında yakıt üretiminden kaynaklanan kaçak emisyonlar (petrol ve gaz altyapısı ve kömür madenleri), karayolu taşımacılığı ve enerji ile ilgili sanayi emisyonları yer almaktadır.

Şekil ES.1 2023 yılında toplam sera gazı emisyonları



2. Başlıca emisyon yayıcıların ve dünya bölgelerinin mevcut, kişi başına ve geçmiş emisyonları arasında büyük farklılıklar vardır

G20 üyeleri genelinde sera gazı emisyonları da 2023 yılında artarak küresel emisyonların yüzde 77'sini **oluşturdu**. Eğer tüm Afrika Birliği ülkeleri G20 toplamına eklendiğinde, ülke sayısı iki kattan fazla artarak 44'ten 99'a çıkarken, toplam emisyonlar sadece yüzde 5 puan artarak yüzde 82'ye ulaşmaktadır. En büyük altı sera gazı yayıcısı küresel sera gazı emisyonlarının yüzde 63'ünü oluşturmaktadır. Buna karşılık, en az gelişmiş ülkeler sadece yüzde 3'ünü oluşturmaktadır (tablo ES.1).

Son 20 yıldaki önemli değişikliklere rağmen, kişi başına düşen mevcut ortalama emisyonlar ile başlıca salımcıların tarihsel emisyonları arasında büyük farklılıklar devam **etmektedir** ve dünya bölgelerine göre farklılık göstermektedir (tablo ES.1). Örneğin, kişi başına düşen ortalama sera gazı emisyonları Amerika Birleşik Devletleri ve Rusya Federasyonu'nda dünya ortalaması olan 6,6 tCO₂e'nin yaklaşık üç katı iken, Afrika Birliği, Hindistan ve en az gelişmiş ülkelerde bunun önemli ölçüde altındadır. Tüketime dayalı emisyonlar da oldukça eşitsiz kalmaktadır.

Tablo ES.1 Seçilmiş ülke ve bölgelerin toplam, kişi başına ve tarihsel emisyonları

	2023'te toplam sera gazı emisyonları	Toplam sera gazı emisyonlarındaki değişim, 2022-2023	2023'te kişi başına düşen sera gazı emisyonları	Tarihsel CO ₂ emisyonları, 1850-2022
	MtCO ₂ e (toplamın %'si)	%	tCO ₂ e/kişi	GtCO ₂ (toplamın %'si)
Çin	16,000 (30)	+5.2	11	300 (12)
Amerika Birleşik Devletleri	5,970 (11)	-1.4	18	527 (20)
Hindistan	4,140 (8)	+6.1	2.9	83 (3)
Avrupa Birliği (27 ülke)	3,230 (6)	-7.5	7.3	301 (12)
Rusya Federasyonu	2,660 (5)	+2	19	180 (7)
Brezilya	1,300 (2)	+0.1	6.0	119 (5)
Afrika Birliği (55 ülke)	3,190 (6)	+0.7	2.2	174 (7)
En az gelişmiş ülkeler (47 ülke)	1,730 (3)	+1.2	1.5	115 (4)
G20 (Afrika Birliği hariç)	40,900 (77)	+1.8	8.3	1,990 (77)

Not: Emisyonlar bölgesel bazda hesaplanmıştır. LULUCF CO₂ emisyonları mevcut ve kişi başına düşen sera gazı emisyonlarından hariç tutulmuştur, ancak defter tutma yaklaşımına dayalı olarak tarihsel CO₂ emisyonlarına dahil edilmiştir. Afrika Birliği'ndeki bazı ülkeler aynı zamanda en az gelişmiş ülkelerdir.

3. İlk NDC'lerden bu yana azim ve eylemdeki ilerleme duraklamıştır ve ülkeler 2030 için küresel olarak yetersiz olan azaltım taahhütlerini yerine getirme yolunda hala ilerlememektedir

Paris Anlaşması'na taraf olanların yüzde 90'ı, Paris Anlaşması'nın kabul edildiği tarihten itibaren ilk NDC'lerini güncellemiş veya değiştirmiştir. Ancak, Bu iyileşmenin çoğu, 2021 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Taraflar Konferansı'nın (COP 26) yirmi altıncı oturumu öncesinde gerçekleşti. Son üç COP'ta 2030 hedeflerinin daha da güçlendirilmesine yönelik taleplere rağmen, COP 28'den bu yana sadece bir ülke hedefini güçlendirdi.

Mevcut politikalar altında, küresel 2030 emisyonlarının geçen yılki değerlendirmeden biraz daha yüksek olan 57 GtCO₂e (aralık: 53-59) olacağı öngörülmektedir ve

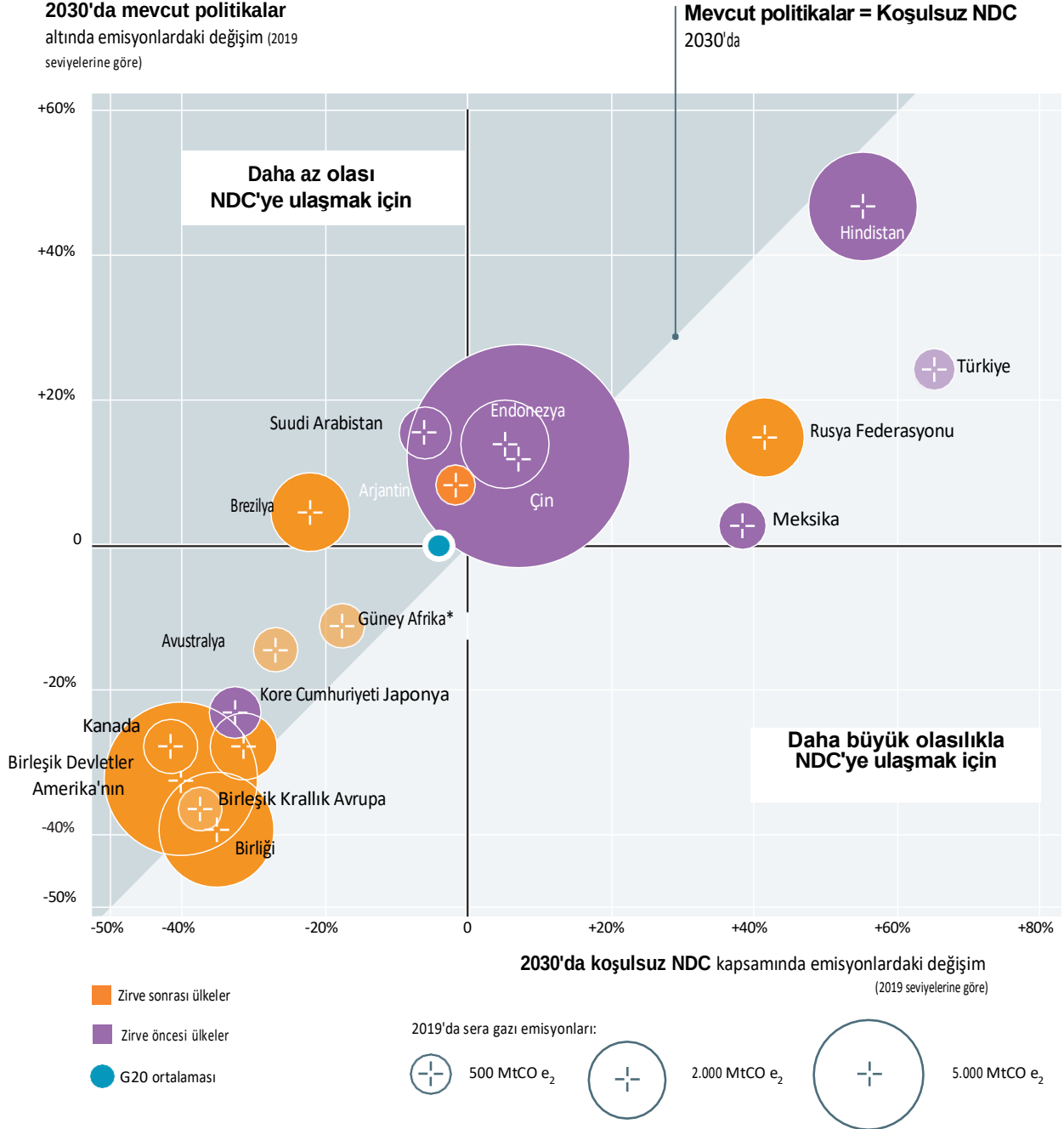
koşulsuz NDC'lerin yaklaşık 2 GtCO₂e (aralık: 0-3 GtCO₂e) üzerinde ve koşullu NDC'lerin 5 GtCO₂e (aralık: 2-9 GtCO₂e) üzerindedir (tablo ES.2). NDC'lerin 2030 yılı için gerçekleştirilmesine yönelik politikaların uygulanmasındaki bu boşluk, geçen yılki değerlendirmeye hemen hemen aynıdır.

G20 üyelerinin toplu olarak, mevcut politika ile 2030 için NDC hedeflerini kaçırarakları değerlendirilmektedir 2030'da NDC projeksiyonlarını 1 GtCO₂e aşan projeksiyonlar. On bir G20 üyesinin mevcut politikalarla NDC hedeflerine ulaşma yolunda ilerlemediği değerlendirilmektedir ve mevcut politikalarla dayalı olarak NDC hedeflerine ulaşması öngörülen G20 üyeleri, en son NDC'lerinde hedef seviyelerini güçlendirmemiş veya yalnızca orta düzeyde güçlendirmiş olanlardır. Ayrıca, G20'nin NDC hedefleri toplu olarak, 2°C ve 1,5°C senaryolarına uyum sağlamak için gereken ortalama küresel azaltma yüzdesinden uzaktır (Şekil ES.2).

Dolayısıyla, NDC hedeflerine ulaşmak için ülkeler ve sektörler genelinde ek ve daha sıkı politikaların benimsenmesi ve uygulanması gerekmektedir. 2030 için, iklim politikası pek çok ülkede ilerleme kaydetmiş olsa da, hala iklim değişikliğini değerlendiren çalışmaların eksikliği hissedilmektedir.

Bu nedenle, G20 üyelerinin yeni politikalarının (Haziran 2023 ile Haziran 2024 arasında kabul edilen) 2030'da küresel emisyonları önemli ölçüde etkileyip etkilemeyeceğini değerlendirmek mümkün değildir.

Şekil ES.2 2019 emisyonlarına göre 2030 yılına kadar G20 üyeleri için toplu ve bireysel olarak mevcut NDC hedeflerinin ve uygulama boşluklarının görünümü



4. G20 üyelerinin net sıfıra yönelik ima edilen emisyon yörüngeleri endişelenmek için nedenler göstermektedir

1 Haziran 2024 itibarıyla, 107 ülkeyi temsil eden ve küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık yüzde 82'sini kapsayan 101 taraf net sıfır taahhütlerini kabul etmiştir ya yasada (28 taraf), ya NDC veya uzun vadeli strateji gibi bir politika belgesinde (56 taraf) ya da üst düzey bir hükümet yetkilisi tarafından yapılan bir duyuruda (17 taraf). Meksika ve Afrika Birliği (toplu olarak) hariç tüm G20 üyeleri net sıfır hedefleri belirlemiştir. Ancak genel olarak, geçen yılki değerlendirmeden bu yana, yasal statü, uygulama planlarının varlığı ve kalitesi ve yakın vadeli emisyon yörüngelerinin net-sıfır hedefleriyle uyumu dahil olmak üzere net-sıfır uygulamasına duyulan güvenin temel göstergeleri konusunda sınırlı ilerleme kaydedilmiştir.

Sera gazı emisyonlarının zirveye ulaşması, net sıfıra ulaşmak için bir ön koşuldur. Yedi G20 üyesi henüz maksimum emisyonu ulaşmış olarak tanımlanan zirve emisyonu ulaşmamıştır.

en son envanter verilerinin mevcut olduğu yıldan en az beş yıl önce (Çin, Hindistan, Endonezya, Meksika, Suudi Arabistan, Kore Cumhuriyeti ve Türkiye). Bu ülkeler için, emisyonların daha erken ve daha düşük bir seviyede zirve yapması ve sonrasında hızlı bir şekilde azaltılması yönündeki çabalar, net sıfır hedeflerine ulaşmalarını kolaylaştıracaktır. Emisyonların halihazırda zirve yaptığı on G20 üyesinin çoğu için (Arjantin, Avustralya, Brezilya, Kanada, Avrupa Birliği, Japonya, Rusya Federasyonu, Güney Afrika, Büyük Britanya ve Kuzey İrlanda Birleşik Krallığı, Amerika Birleşik Devletleri), şimdi eylemi hızlandırmadıkları ve 2030 NDC hedeflerini aşmadıkları sürece, net sıfır hedeflerine ulaşmak için karbonsuzlaştırma oranlarının 2030'dan sonra hızlanması - bazı durumlarda dramatik bir şekilde - gerekecektir. Bu ülkeler için, yakın vadede ilerlemeyi hızlandırmak, kümülatif emisyonları azaltırken, daha sonra makul olmayan hızlı dekarbonizasyon oranlarına güvenmekten kaçınacaktır. Ülkelerin kendi belirledikleri mevcut NDC'ler ve net sıfır hedefleri, henüz zirveye ulaşmamış ülkeler için zirveye ulaşmış olanlara kıyasla zirve ile net sıfır arasında çok daha dar bir zaman aralığı olduğunu göstermektedir.

2030 ve 2035 yıllarındaki emisyon açığı, hem ısınmayı 1,5°C hem de 2°C ile sınırlayan yollarla karşılaştırıldığında büyük kalmaktadır

5. Emisyon açığı, küresel sera gazı emisyonlarının seviyesi arasındaki fark olarak tanımlanır.

En son NDC'lerin tam olarak uygulanmasından ve Paris Anlaşması sıcaklık hedefiyle uyumlu en düşük maliyetli yollar altındaki seviyelerden.

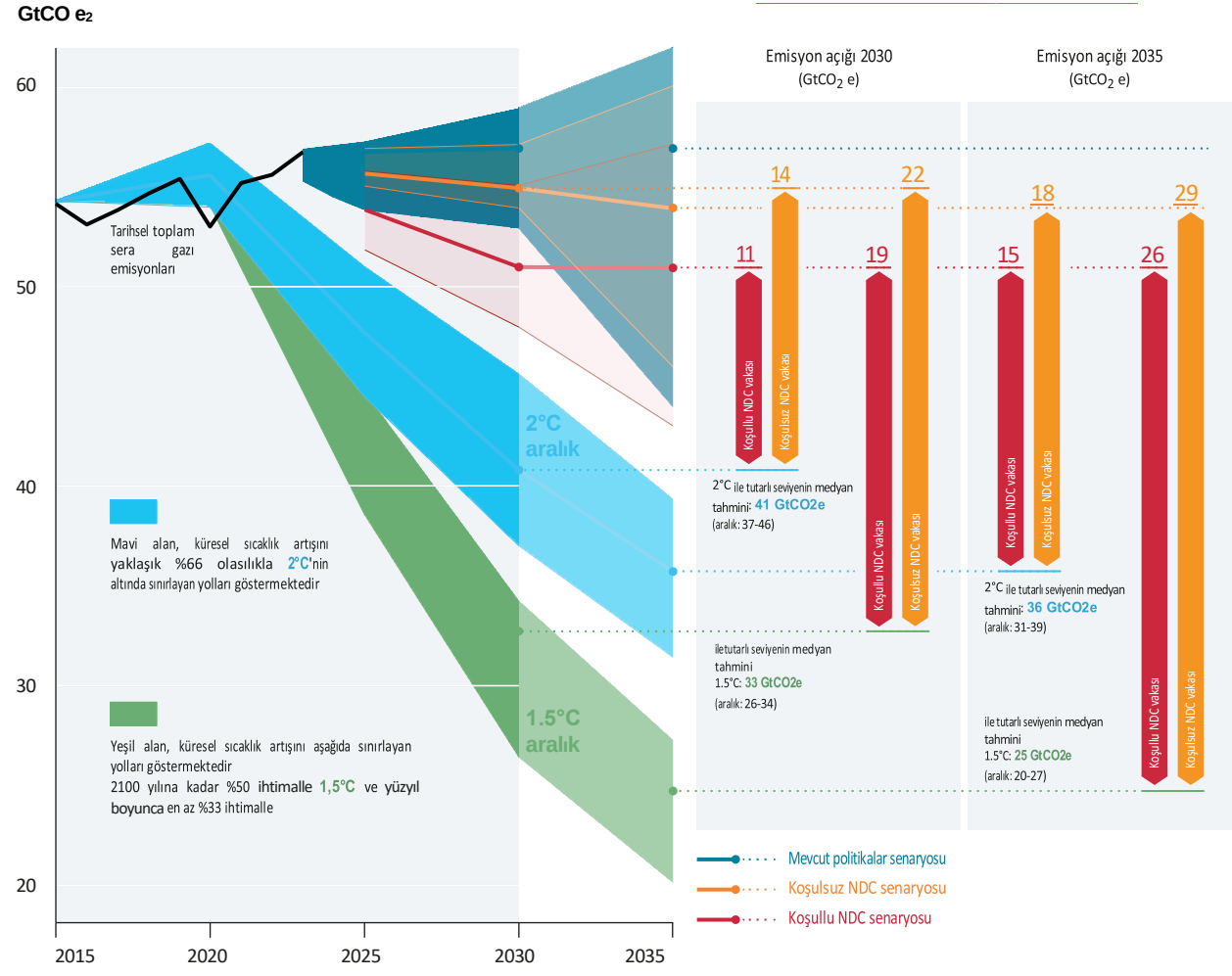
► 2030 ve 2035 yıllarındaki emisyon boşlukları geçen yılki değerlendirmeden bu yana değişmemiştir (şekil ES.3 ve tablo ES.2), çünkü herhangi bir başvuru olmamıştır. Küresel emisyonlar üzerinde önemli etkileri olan yeni NDC'ler, bunların etkilerinin niceliklerinde güncelleme yapılmaması ve en düşük maliyetli yollarda güncelleme yapılmaması. Isınmayı 2°C'nin altında sınırlama yolunda ilerlemek için, 2030 yılında yıllık emisyonların 14 GtCO_{2e} (aralık: 13-16 GtCO_{2e}, > yüzde 66 şans) mevcut koşulsuz NDC'lerin ima ettiğiinden daha düşük ve 22 GtCO_{2e} (aralık: 21-24 GtCO_{2e}, >50'den fazla şans) daha düşük bir ısınma sınırı için 1.5°C. 2035 yılı için bu boşluklar 2°C ısınma sınırı için 4 GtCO_{2e} ve 1,5°C sınırı için 7 GtCO_{2e} artmaktadır. Koşullu NDC'lerin de tam olarak uygulanması halinde, her iki sıcaklık sınırı için 2030 ve 2035 yıllarındaki boşluklar yaklaşık 3 GtCO_{2e} azalmaktadır (Şekil ES.3).

Koşulsuz ve koşullu NDC'lerin tam olarak uygulanması, 2030 yılında beklenen emisyonları sırasıyla yüzde 4 ve yüzde 10 oranında azaltmaktadır.

2030 emisyonlarının 2°C ile uyumlu olması için yüzde 28, 1,5°C için ise yüzde 42'lik bir azaltım gerekmektedir. Bu tahminler de geçen yılki değerlendirmedekilerle eşdeğerdir. 2035 NDC'lerinin 2°C ve 1,5°C ile uyumlu olabilmesi için küresel emisyonları 2019 seviyelerinin sırasıyla %37 ve %57 altına düşürmesi gerekmektedir.

2030'daki küresel emisyonlar, mevcut politikalarından ve mevcut NDC'lerin tam olarak uygulanmasından kaynaklanan seviyelerin altına düşürülmediği sürece, küresel ısınmayı 1,5°C ile sınırlayan bir patikaya hiç aşım olmadan veya sınırlı bir aşım (>%50 şans) ulaşmak imkansız hale gelecek ve ısınmayı 2°C ile sınırlama zorluğunu güçlü bir şekilde artıracaktır. Mevcut koşulsuz NDC'lerin 2030 yılı için ima ettiği küresel emisyonlardan başlamak, 2030 ve 2035 yılları arasında gerekli yıllık emisyon azaltım oranını, hemen artırılan eyleme göre iki katına çıkaracaktır. Özellikle, 2°C veya 1,5°C patikalarına u y g u n eylemin 2024 yılında başlaması halinde, küresel emisyonların 2035 yılına kadar her yıl sırasıyla ortalama yüzde 4 ve 7,5 oranında azaltılması gerekecektir. Mevcut koşulsuz NDC'lerin ötesine geçen güçlendirilmiş eylem 2030 yılına kadar ertelenirse, ısınmayı 2°C veya 1,5°C ile sınırlamak için gerekli yıllık emisyon azaltımları sırasıyla ortalama yüzde 8 ve yüzde 15'e yükselir.

Şekil ES.3 Farklı senaryolar altında küresel sera gazı emisyonları ve 2030 ve 2035 yıllarındaki emisyon açığı



Tablo ES.2 2030, 2035 ve 2050 yıllarında küresel toplam sera gazı emisyonları ve farklı senaryolar altında tahmini boşluklar

Senaryo	Öngörülen sera gazı emisyonları (GtCO ₂ e)	Tahmini emisyon açıkları (GtCO ₂ e)		
	Medyan ve aralık	2,0°C'nin altında	1,8°C'nin altında	Yaklaşık 1,5°C
2030				
Güncel politikalar	57 (53-59)	16 (12-18)	22 (18-24)	24 (20-26)
Koşulsuz NDC'ler	55 (54-57)	14 (13-16)	20 (19-22)	22 (21-24)
Şartlı NDC'ler	51 (48-55)	11 (7-14)	17 (13-20)	19 (15-22)
2035				
Mevcut politikalar devam ediyor	57 (44-62)	21 (9-26)	30 (18-35)	32 (20-37)
Koşulsuz NDC'ler devam ediyor	54 (46-60)	18 (10-24)	27 (19-33)	29 (21-35)
Şartlı NDC'ler devam ediyor	51 (43-57)	15 (8-22)	24 (17-30)	26 (19-33)
Şartlı NDC'ler + tüm net-sıfır taahhütler	43 (38-49)	8 (2-13)	16 (11-22)	19 (13-24)
2050				
Mevcut politikalar devam ediyor	56 (25-68)	36 (4-48)	44 (12-56)	48 (16-60)
Şartlı NDC'ler + tüm net-sıfır taahhütler	19 (6-30)	-1 (-14-10)	7 (-6-18)	11 (-2-22)

6. 2020'den bu yana kaybedilen zaman küresel ısınma tahminlerini artırmakta ve aradaki boşluğu kapatmanın fizibilitesini azaltmaktadır

- 2030 ve 2035 yıllarındaki emisyon açığının değerlendirilmesi, ısınmanın 1,5°C, 1,8°C ve 2°C ile sınırlandırılmasıyla tutarlı en düşük maliyetli yollar üzerine kurulmuştur. Bunlar 2020'den itibaren güçlü azaltım eylemlerinin başlayacağını ve bu on yıl içinde sera gazı emisyonlarında derin düşüşler yaşanacağını varsaymaktadır. Ancak, emisyonlarda COVID-19 kaynaklı azalmanın ardından, metan da dahil olmak üzere küresel sera gazı emisyonları artmaya devam etmiştir.

Harekete geçilmemesinin ve kaybedilen zamanın sonuçları var. Isınmanın sınırlandırılması için 2024 yılında 900 GtCO₂ olarak tahmin edilen kalan karbon bütçesini azaltmıştır. 2°C'nin altında kalmak (>%66 şans) ve 1,5°C sınırının altında kalmak için 200 GtCO₂ (>%50 şans). Emisyon açığının 2030 yılına kadar kapatılması halinde, Paris uyumlu yollara kıyasla 2020-2030 yılları arasında 20-35 Gt mertebesinde ilave kümülatif CO₂ emisyonu salınacaktır. Bu durum, orijinal yolların gösterdiğinden yaklaşık 0,01 ila 0,02°C daha yüksek bir ısınmaya neden olacaktır.

Daha da önemlisi, eylemsizlik, karbon yoğun altyapının kilitlenmeye devam etmesi ve daha az zaman nedeniyle 2030'da emisyon açığını kapatma şansını azaltmaktadır. gerekli emisyon azaltımlarını gerçekleştirmek için mevcut. Bu durum, sıcaklık aşımı riskini daha da arttırmakta ve bazıları geri döndürülemez olan iklim etkilerini daha da ağırlaştırmaktadır.

7. Acil eylem önemlidir: koşullu NDC senaryosuna dayalı sıcaklık tahminleri, mevcut politikalara dayalı olanlardan 0,5°C daha düşüktür

Mevcut politikaların ima ettiği azaltım çabalarının devam etmesinin, küresel ısınmayı önümüzdeki dönemde en fazla 3,1°C (aralık: 1,9-3,8) ile sınırlandıracağı tahmin edilmektedir. yüzyılın seyri. Azaltım çabalarının tam olarak uygulanması ve devam ettirilmesi

koşulsuz veya koşullu NDC senaryoları bu tahminleri sırasıyla 2,8°C (aralık: 1,9-3,7) ve 2,6°C'ye (aralık: 1,9-3,6) düşürmektedir. Hepsi de en az yüzde 66 olasılıkla (Şekil ES.4).

Bu üç senaryo altında, merkezi ısınma projeksiyonları, küresel ısınmayı 1,5°C ile sınırlama şansının neredeyse sıfır olacağını göstermektedir (Şekil ES.4). Yüzyılın ortasına gelindiğinde, küresel ısınmanın 1,5°C'nin çok üzerinde olacağı ve 3'te 1 ihtimalle ısınmanın o zamana kadar 2°C'yi aşacağı anlamına gelmektedir. Ayrıca, CO₂ emisyonlarının bu senaryolar altında henüz net sıfır seviyelerine ulaşması öngörülmediğinden, ısınmanın 2100 yılından sonra daha da artması beklenmektedir.

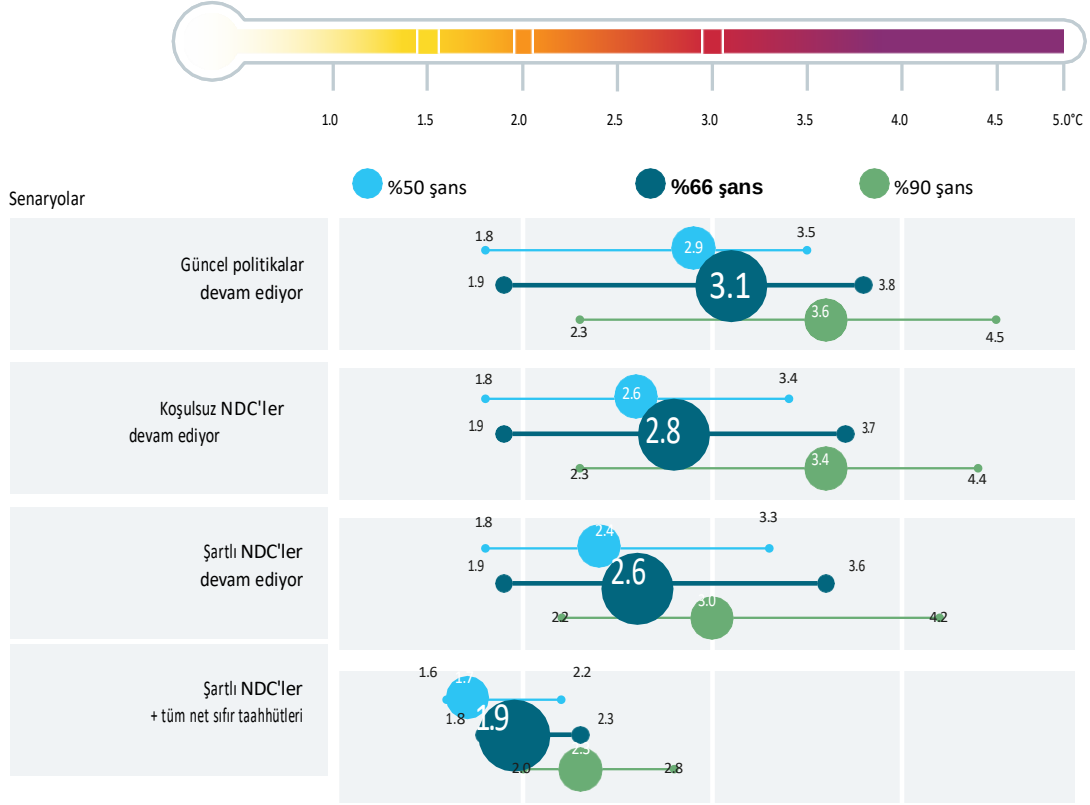
Paris Anlaşması'nın sıcaklık hedefine yaklaşan tek senaryo, en iyimser senaryodur; bu senaryoda en katı önlemlerin alınacağı varsayılmaktadır.

Ülkeler tarafından halihazırda yapılan taahhütler - diğer bir deyişle koşullu NDC'ler ve uzun vadeli düşük emisyonlu kalkınma stratejilerinin bir parçası olarak yapılanlar da dahil olmak üzere tüm net sıfır taahhütler - tam olarak uygulanmaktadır. Bu senaryonun yüzyıl boyunca ısınmayı 1.9°C ile sınırlandıracağı tahmin edilmektedir (aralık: 1.8-2.3, >%66 şans). Bu aynı zamanda küresel ısınmanın bu yüzyıl boyunca stabilize edildiği tek taahhüt temelli senaryodur.

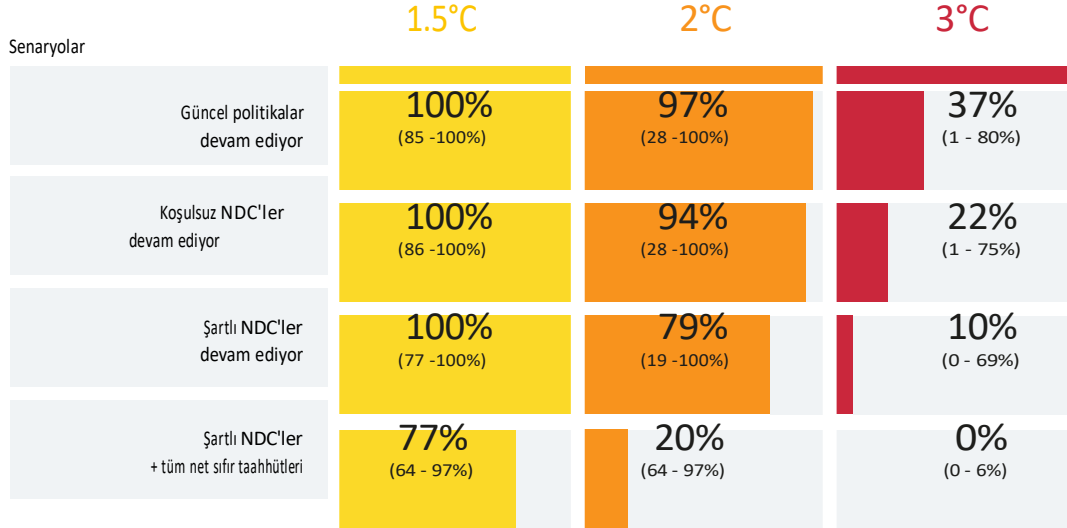
Bu projeksiyonlar, acil eylemin olası sıcaklık sonuçları üzerindeki önemli etkisini ve aşağıdakileri sağlamak için daha fazla desteğe duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır: ülkelerin NDC'lerinin koşullu unsurlarını gerçekleştirmesi. Koşullu NDC senaryosunun uygulanması ve devam ettirilmesine dayalı projeksiyonlar, mevcut politikalara dayalı olanlara kıyasla en yüksek ısınmayı yaklaşık 0,5°C düşürmektedir. Ayrıca, yakın vadeli koşullu NDC'lerin yerine getirilmesi, net sıfır taahhütlere ulaşma olasılığını artırmakta ve bu da küresel ısınma tahminlerini yaklaşık 0,5°C daha azaltmaktadır. Bu sonuçlar, bir sonraki NDC'lerde hırsta bir kuantum sıçraması ile birlikte 2030 için taahhüt edilen emisyon azaltımlarına sadece ulaşmanın değil, daha fazlasını başarmanın kritik önemi vurgulamaktadır.

Şekil ES.4 Değerlendirilen taahhüt temelli senaryolar kapsamında küresel ısınma tahminleri

Yirmi birinci yüzyılda sanayi öncesi seviyelere göre en yüksek ısınma (°C)



Isınmanın belirli bir sıcaklık sınırını aşma olasılığı (%)



8. G20, emisyon açığının kapatılmasında kilit bir sorumluluğa sahiptir. G20'nin emisyonları küresel ortalamadan daha hızlı azaltması hem maliyet-etkin hem de adildir

Paris Anlaşması, küresel hedeflerin ve kilometre taşlarının ulusal uygulamaya dönüştürülmesinde esneklik sağlamaktadır. Küresel modeller bizi bilgilendirebilir

Paris Anlaşması'nın sıcaklık hedefiyle tutarlı yollara ulaşmak için bir sonraki NDC'lerde ulusal katkılar açısından neyin gerekli olduğunun anlaşılması. Aynı zamanda, ulusal dekarbonizasyon senaryoları, bireysel ülke düzeyinde fizibilite anlayışımızı geliştirebilir. Her iki yaklaşım da geliştirme ve değerlendirmelerinde eşitlik ve adalet hususlarını içerebilir.

Açıklayıcı bulgular, Afrika Birliği dışındaki G20 üyelerinin daha ileri ve daha hızlı gitmesi gerektiğini göstermektedir: G20 için mevcut NDC hedefleri toplu olarak ne maliyet etkin ne de Paris Anlaşması'nın sıcaklık hedefiyle tutarlı adil paylaşım yollarıyla uyumludur (Şekil ES.5).

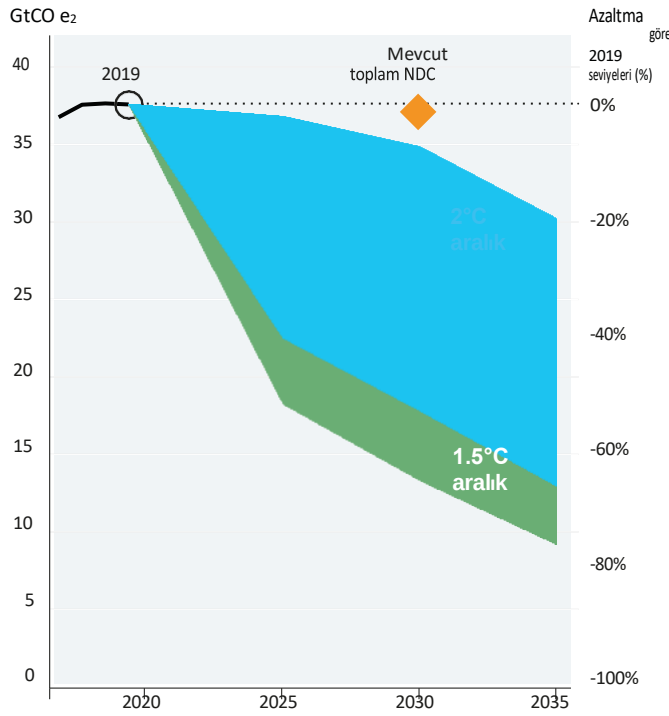
G20, tarihsel, güncel ve kişi başına düşen emisyonlara göre de oldukça heterojen bir ülke grubudur. Bu da bazı G20 üyelerinin emisyonlarını diğerlerinden daha hızlı azaltmaları gerekecektir. Buna ek olarak, güçlendirilmiş iklim finansmanı da dahil olmak üzere daha güçlü uluslararası işbirliği ve destek, küresel azaltım ve kalkınma hedeflerine ulaşma fırsat ve çabalarının G20 üyeleri arasında ve küresel olarak adil bir şekilde gerçekleştirilebilmesini sağlamak için gerekli olacaktır.

Birçok ülke için iddialı azaltım eylemlerinin yanı sıra ulusal kalkınma önceliklerini gerçekleştiren ulusal dekarbonizasyon senaryoları ortaya çıkmaktadır. Bazıları, hem emisyonları zirveye ulaşmış hem de henüz zirveye ulaşmamış G20 üyeleri için 2030'da emisyonları mevcut NDC hedeflerinin ötesinde azaltmanın ve 2035 için çok daha yüksek ulusal hedefler belirlemenin mümkün olduğunu göstermektedir. Bu tür çalışmalar, Paris Anlaşması'nın 4. maddesi uyarınca, ülkelerin bir sonraki NDC'lerinde mümkün olan en yüksek azmi nasıl yansıtabileceklerine ilişkin yorumlara bilgi verebilir.

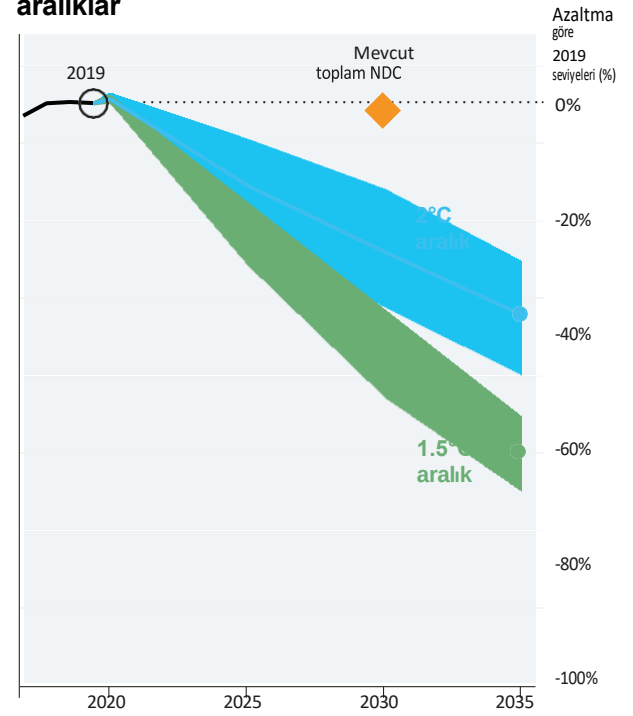
Farklı yaklaşımlar, adil ve iddialı bir NDC'nin ne anlama geleceği konusunda çok farklı perspektifler sunabilir. Bu farklılıklar göz önüne alındığında, şeffaflık ve ülkelerin bir sonraki NDC'lerinin mümkün olan en yüksek azmi nasıl yansıttığı ve adaleti nasıl göz önünde bulundurduğu konusunda açıklık getirmesi, bir sonraki NDC turunun daha iyi bilgilendirilmiş bir şekilde değerlendirilmesini sağlayabilir.

Şekil ES.5 Afrika Birliği hariç ve LULUCF hariç olmak üzere G20 için farklı sıcaklık sınırlarıyla tutarlı adil paylaşım ve maliyet etkin azaltım aralıkları

G20: Adil paylaşım aralıkları



G20: Uygun maliyetli aralıklar



9. Emisyon azaltım potansiyeli 2030 ve 2035 yılları için oldukça yüksektir, ancak zaman kısıdır ve potansiyelin hayata geçirilmesi için süregelen zorlukların üstesinden gelinmesi ve politikaların, desteğin ve finansmanın büyük ölçüde artırılması gerekmektedir

► Literatürde belirlenen detaylı sektörel kriterlere yönelik ilerlemenin aşağıdakilerle tutarlı olması

1,5°C patikaları, gerekli sistem dönüşümünün ne yazık ki gerisinde kalmaktadır. NDC'lerin bir sonraki turu, ülkelerin iddialı sektörel hedefleri ve planları dahil etmeleri için bir fırsat sunmaktadır - ve bunu yapmak için çok sayıda fırsat vardır.

► Sektörel sera gazı emisyon azaltım potansiyellerinin güncellenmiş bir değerlendirmesi, tekno-ekonomik

Bir sonraki NDC'ler için çıkarımlar nelerdir?

Paris Anlaşması, müteakip COP kararları ile birlikte, 2035 yılı için hedef ve tedbirleri içerecek ve Şubat 2025'e kadar bildirilecek olan bir sonraki NDC'ler için çerçeveyi, gereklilikleri ve beklentileri belirlemektedir. Bunlar en son bilimi yansıtmalı, önceki NDC'lere göre ilerlemeyi göstermeli ve farklı ulusal koşullar ışığında mümkün olan en yüksek hırsı ve ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ve ilgili kabiliyetler ilkesini nasıl yansıttıklarını açıklamalıdır. COP 28'deki ilk küresel envanter çalışmasının sonucu, ülkeleri NDC'lerini küresel ısınmanın 1.5°C ile sınırlandırılması ve net sıfıra adil geçişlere yönelik uzun vadeli düşük emisyonlu kalkınma yolları ile uyumlu hale getirmeye çağırılmaktadır. Ülkeleri, 2030 yılına kadar yenilenebilir enerji kapasitesinin üç katına çıkarılması, 2030 yılına kadar enerji verimliliğinde küresel ortalama yıllık iyileştirme oranının iki katına çıkarılması, enerji sistemlerinde fosil yakıtlardan uzaklaşılması ve doğanın ve ekosistemlerin korunması, muhafaza edilmesi ve restore edilmesi gibi sektöre özel küresel azaltım çabaları belirlemeye çağırmakta ve tarafları bunlara ulusal olarak belirlenmiş bir şekilde katkıda bulunmaya teşvik etmektedir.

Bir sonraki NDC turu için yakın zamanda geliştirilen diğer kılavuzlara uygun olarak, bu yılki değerlendirme, ülkelerin bir sonraki NDC'lerini hazırlarken aşağıdaki önerileri dikkate almalarını önermektedir:

En yüksek standartları karşılamak: Kyoto Protokolü'nde listelenen tüm gazları içermek, tüm sektörleri kapsamak, belirli, nicel hedefler belirlemek
temel yıl ve koşullu ve koşulsuz unsurlar hakkında açık olmak.

Ulusal kalkınmaya öncelik veren ulusal planların ve dayanıklılık, adaptasyon da dahil olmak üzere Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine yönelik ilerlemenin nasıl detaylandırılacağı ve adil geçiş, emisyonları azaltmaya yönelik iddialı çabalarla tutarlıdır.

NDC sunumunun hem adil bir paylaşımı hem de mümkün olan en yüksek hırsı nasıl yansıttığı konusunda şeffaf ve net olunması

Ülkelerin gelişmişlik düzeylerini, tarihsel emisyonlarını ve hem bölgesel hem de tüketim emisyonları yoluyla küresel ısınmaya mevcut katkılarını yansıtan taahhütlerde bulunmaları.

Şu anda azaltım eylemini hızlandırma seçeneklerini ve aşağıdakiler için önemli ölçüde daha iddialı azaltım hedeflerini takip eden ayrıntılı uygulama planlarını dahil edin
2035. Bunlar sektörel kıyaslamaları ve ulusal bağlamlarla ilgili tüm azaltım seçeneklerini ve potansiyellerini dikkate almalıdır. Ayrıca, planların 2030 yılına kadar yenilenebilir kapasitenin üç katına çıkarılmasına ve yıllık enerji verimliliği oranlarının iki katına çıkarılmasına ve fosil yakıtlardan uzaklaşmaya nasıl katkıda bulunduğunu açıklamalıdır. Ayrıca gözden geçirme ve hesap verebilirlik mekanizmalarını da açıklamalıdır.

NDC'lerin koşullu ve koşulsuz unsurlar hakkında açık olması, yükselen piyasa ve gelişmekte olan ekonomilerin araçlara ilişkin ayrıntıları sağlaması
kurumsal ve politika değişikliğinin yanı sıra 2035 için iddialı NDC hedeflerine ulaşmak için gereken uluslararası destek ve finansman da dahil olmak üzere ihtiyaç duydukları uygulama.



1 Giriş

Yazarlar:

Anne Olhoff (Birleşmiş Milletler Çevre Programı [UNEP] Kopenhag İklim Merkezi, Danimarka) ve John Christensen (UNEP Kopenhag İklim Merkezi, Danimarka)

11 Tüm gözler bir sonraki ulusal olarak belirlenmiş katkılarda

Önümüzdeki aylarda ülkeler, Paris Anlaşması'nda belirtildiği üzere ve beş yıllık hedef yükseltme döngüsünün bir parçası olarak, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne (UNFCCC) yeni ulusal katkılar (NDC) hazırlama ve sunma fırsatına ve yükümlülüğüne sahiptir. Yeterli olması halinde, bu NDC'lerin kolektif azmi, 2035 yılında ülkelerin azaltım taahhütlerinin tam olarak uygulanması altındaki emisyonlar ile küresel ısınmayı 2°C'nin çok altında sınırlayan yollarla tutarlı seviyeler arasındaki emisyon açığını kapatabilir ve aynı zamanda artışı sanayi öncesi seviyelerin 1,5°C üzerinde sınırlama çabalarını sürdürebilir.

Bu on beşinci Emisyon Açığı Raporu, Paris Anlaşması'nın bu uzun vadeli sıcaklık hedefine ulaşma olasılığını korumak için bir sonraki NDC'lerde nelerin gerekli olduğuna özel olarak odaklanmaktadır. Eylem olmadan azmin hiçbir anlam ifade etmeyeceğinin altını çizmektedir: 2030'da küresel emisyonlar mevcut politikalar ve mevcut NDC'lerin ima ettiği seviyelerin altına çekilmezse, küresel ısınmayı aşısız veya sınırlı aşım 1.5°C ile sınırlayan bir yola girmek imkansız hale gelecektir (>%50 şans) ve ısınmayı 2°C ile sınırlama zorluğunu güçlü bir şekilde artıracaktır (>%66 şans). Bir sonraki NDC'ler, bu on yıl içinde hızlandırılmış azaltım eylemi ile birlikte hırsta bir kuantum sıçraması sağlamalıdır.

Paris Anlaşması, müteakip BMİDÇS Taraflar Konferanslarında (COPs) kabul edilen kararlarla birlikte, 2035 yılına yönelik hedef ve tedbirleri içerecek ve Şubat 2025'e kadar bildirilecek olan bir sonraki NDC'ler için çerçeveyi, gereklilikleri ve beklentileri belirlemektedir (BMİDÇS 2024, paragraf 166). Bunlar en son bilimi yansıtmalı, önceliklere göre ilerleme göstermeli ve mümkün olan en yüksek azmi nasıl yansıttıklarını açıklamalıdır

yanı sıra, farklı ulusal koşullar ışığında ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ve ilgili kabiliyetler ilkesi (Paris Anlaşması 2015).

COP 281'de kabul edilen ilk küresel envanterin sonucu, ülkeleri tüm sera gazlarını (GHG'ler), sektörleri ve kategorileri kapsayan iddialı ve ekonomi çapında emisyon azaltma hedefleri ortaya koymaya ve NDC'lerini küresel ısınmayı 1,5°C ile sınırlandırmaya ve net sıfıra (UNFCCC 2024) adil geçişlere yönelik uzun vadeli düşük emisyonlu kalkınma yollarıyla uyumlu hale getirmeye özellikle teşvik etmektedir. Küresel envanter sonucu ayrıca ülkelerin, 2030 yılına kadar yenilenebilir enerji kapasitesinin üç katına çıkarılması; 2030 yılına kadar enerji verimliliği iyileştirmelerinin küresel ortalama yıllık oranının iki katına çıkarılması, enerji sistemlerinde fosil yakıtlardan uzaklaşılması; doğanın ve ekosistemlerin korunması, muhafaza edilmesi ve restore edilmesi de dahil olmak üzere sektöre özgü küresel azaltım çabalarına ulusal olarak belirlenmiş bir şekilde katkıda bulunmaları çağrısında bulunmaktadır (UNFCCC 2024, paragraf 28). Daha da önemlisi, Paris Anlaşmasının uygulanmasına ilişkin Katowice Kural Kitabı, Paris Anlaşmasının 4. maddesinin 9. paragrafı uyarınca, Tarafların NDC'lerinin hazırlanmasında küresel envanter sonuçlarından nasıl yararlandığını açıklamalarını gerektirmektedir.

Ülkeler, bir sonraki NDC'lerini hazırlamanın yanı sıra, Kasım 2024'e kadar yeni veya revize edilmiş uzun vadeli düşük emisyonlu kalkınma stratejilerini sunmaya ve 2024 sonuna kadar NDC'lere ulaşma yolunda kaydettikleri ilerleme hakkında bilgi sağlayacak olan ilk iki yıllık şeffaflık raporlarını sunmaya teşvik edilmektedir.

2030'daki emisyon açığını ve 2035'teki potansiyel açığı kapatmanın zorluğu tartışılmaz olsa da, acil kalkınma ihtiyaçlarının karşılanması ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin yerine getirilmesinin yanı sıra azaltım eyleminin derhal hızlandırılması için çok sayıda fırsat bulunmaktadır. Teknoloji

¹ Paris Anlaşmasının bir parçası olarak, iklim krizine verilen küresel tepkiyi değerlendirmek ve ileriye dönük daha iyi bir yol çizmek için her beş yılda bir küresel durum değerlendirmeleri yapılmaktadır. Taraflar, Dubai'deki COP 28'de sonuçlanan ilk küresel durum değerlendirmesini 2023 yılında ve bundan sonra her beş yılda bir yapmayı kabul etmiştir.

Özellikle rüzgar ve güneş enerjisindeki gelişmeler beklentileri aşmaya devam etmekte, dağıtım maliyetlerini düşürmekte ve pazarın genişlemesini sağlamaktadır. Bu rapor, G20'nin emisyon açığının kapatılmasında kilit bir sorumluluğa sahip olduğunu ve G20'nin emisyonları küresel ortalamadan daha hızlı azaltmasının hem maliyet etkin hem de adil olduğunu ortaya koymaktadır (bölüm 5). Bu yılki raporda yer alan sektörel emisyon azaltım potansiyellerinin güncellenmiş değerlendirmesi (bölüm 6), mevcut teknolojilere dayalı ve 200 ABD\$/ton karbondioksit eşdeğerinin altındaki maliyetlerle emisyon azaltım potansiyellerinin 2030 ve 2035 yıllarındaki emisyon açığını kapatmak için yeterli olduğunu göstermektedir. Ancak bunun için zorlu politika, yönetim, kurumsal ve teknik engellerin aşılması ve uluslararası finansal mimarinin yeniden tasarlanması ile birlikte gelişmekte olan ülkelere sağlanan desteğin benzeri görülmemiş bir şekilde artırılması gerekecektir.

12 Bu raporun yaklaşımı ve yapısı

Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP), 2010 yılından bu yana her yıl, taahhüt edilen sera gazı emisyon azaltımları ile Paris Anlaşması'nın uzun vadeli sıcaklık hedefine uyum sağlamak için gereken azaltımlar arasındaki boşluk, bu boşluğun etkileri ve bu boşluğu kapatma fırsatları hakkında BMİDÇS kapsamındaki uluslararası müzakereleri bilgilendirmek için bağımsız bir bilim temelli değerlendirme olarak Emisyon Açığı Raporunu yayınlamaktadır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli tarafından yayınlananlar da dahil olmak üzere en son bilimsel literatür, modeller ve veri analizi ve yorumunun sentezine dayanan bir değerlendirme raporudur.

Bu rapor, bu giriş bölümü de dahil olmak üzere altı bölüm halinde düzenlenmiştir. Bölüm 2'de küresel sera gazı emisyonlarındaki eğilimler değerlendirilmektedir. Bölüm 3, NDC'lerin ve uzun vadeli net sıfır emisyon taahhütlerinin küresel bir güncellemesini sunmakta, bir sonraki NDC'ler için çıkarımları yansıtmakta ve G20 üyelerinin mevcut NDC hedeflerine ve net sıfır emisyon taahhütlerine ulaşma yolundaki ilerlemelerini değerlendirmektedir. Bölüm 4, emisyon değerlendirmesini güncellemektedir

En son NDC'lere dayalı olarak 2030 ve 2035'e kadar boşluk ve yetersiz azaltım eylemi nedeniyle kaybedilen zamanın etkilerinin bir değerlendirmesini içerir. Ayrıca, emisyon açığının Paris Anlaşması'nın uzun vadeli sıcaklık hedefine ulaşmanın fizibilitesi üzerindeki etkilerini de değerlendirmektedir. Bölüm 5, Paris Anlaşması'nın küresel hedeflerinin ve kilometre taşlarının ulusal uygulamaya nasıl dönüştürülebileceğine dair açıklayıcı örnekler sunmaktadır. Küresel modellerin, Paris Anlaşması'nın sıcaklık hedefiyle tutarlı yollara ulaşmak için bir sonraki NDC'lerde ulusal katkılar açısından neyin gerekli olduğuna dair anlayışımızı nasıl bilgilendirebileceğini, ulusal dekarbonizasyon senaryolarının ise bireysel ülke düzeyinde fizibilite anlayışımızı nasıl geliştirebileceğini göstermektedir. Son olarak, 6. bölüm, bir sonraki NDC'lerin hazırlanmasında bilgi sağlayabilecek sektörel kıyaslamaların yanı sıra emisyon azaltma potansiyelleri ve fırsatlarına genel bir bakış sunarken, gerekli emisyon azaltımlarını gerçekleştirmek için yatırım ihtiyaçlarını ve yükselen piyasa ve gelişmekte olan ekonomilere finansman da dahil olmak üzere destekte önemli artışlara duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır.

Önceki yıllarda olduğu gibi bu Emisyon Açığı Raporu da önde gelen uzmanlardan oluşan uluslararası bir ekip tarafından hazırlanmıştır. Bu yıl, 18 ülkedeki 40 uzman kuruluştan 58 önde gelen bilim insanı raporun hazırlanmasında görev almıştır. Değerlendirme süreci uluslararası bir yönlendirme komitesi tarafından denetlenmiş, şeffaf ve katılımcı bir şekilde yürütülmüştür. Coğrafi çeşitlilik ve cinsiyet dengesi mümkün olduğu ölçüde dikkate alınmıştır. Tüm bölümler dış incelemeden geçirilmiş ve değerlendirme metodolojisi ve ön bulgular, bulgular hakkında yorum yapma fırsatı sağlamak için raporda özellikle belirtilen ülkelerin hükümetlerine sunulmuştur.

UNEP, bu raporda yer alan bilgilerin uluslararası iklim değişikliği tartışmaları ve özellikle bir sonraki NDC'lerini hazırlayan ülkeler için faydalı olacağını ummaktadır.

2 Küresel emisyon eğilimleri

Baş yazarlar:

William F. Lamb (Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change, Almanya; Leeds Üniversitesi, Büyük Britanya ve Kuzey İrlanda Birleşik Krallığı) ve Minal Pathak (Ahmedabad Üniversitesi, Hindistan)

Katkıda bulunan yazarlar:

Monica Crippa (Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi, İtalya), Diego Guizzardi (Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi, İtalya), Giacomo Grassi (Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi, İtalya), Glen P. Peters (CICERO Uluslararası İklim Araştırmaları Merkezi, Norveç), Julia Pongratz (Münih Ludwig-Maximilians Üniversitesi, Almanya) ve Vaibhav Chaturvedi (Enerji, Çevre ve Su Konseyi, Hindistan)

21 Giriş

Bu bölüm, 2023'e kadar ve 2023 dahil olmak üzere sera gazı (GHG) emisyon eğilimlerini değerlendirmektedir. Sera gazlarına göre küresel eğilimlerle başlamakta (bölüm 2.2), ardından sektörlere göre eğilimleri (bölüm 2.3) ve başlıca salımcıların salımlarını (bölüm 2.4) açıklamaktadır. Bunu yaparken, G20 üyelerinin iklim politikası ilerlemesini ve emisyon açığını değerlendiren sonraki bölümler için zemin hazırlamaktadır.

Bu bölüm, ulusal emisyonlar (toplam, kişi başına ve tarihi emisyonlar dahil) ve son eğilimler hakkında çoklu perspektifler sunmaktadır. Bu perspektiflerin her biri iklim değişikliğine katkılardaki eşitsizlikler hakkında fikir vermektedir. Ayrıca, küresel emisyon artışını tersine çevirmenin artık fosil yakıt kullanımını ve ormansızlaşmayı önemli ölçüde azaltmak, karbondioksit dışı (CO₂ dışı) sera gazı emisyonlarını azaltmak için iddialı çabalar sarf etmek ve mümkün olan yerlerde son kullanım talebini azaltmak için acil çabalar gerektirdiğini vurgulamaktadırlar.

Önceki yıllarda olduğu gibi, Emisyon Açığı Raporu, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) kapsamında rapor edilen tüm ana insan kaynaklı kaynak ve yutak gruplarındaki toplam net sera gazı emisyonlarına odaklanmaktadır. Buna fosil yakıtlar ve sanayiden kaynaklanan karbondioksit (CO₂) emisyonları (fosil CO₂), arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormancılıktan kaynaklanan CO₂ emisyonları ve uzaklaştırmaları (LULUCF CO₂), metan (CH₄) ve azot oksit (N₂O) emisyonları dahildir. BMİDÇS kapsamında raporlanan florlu gaz (F-gaz) emisyonlarını içerir, ancak ozon tabakasını incelten maddelere ilişkin Montreal Protokolü kapsamında düzenlenen F-gaz emisyonlarını hariç tutar. 2022 yılında 1,5 gigaton CO₂ eşdeğeri (GtCO₂e) (Forster vd. 2024). Ayrıca, 2022 yılında yaklaşık -0,8 GtCO₂e'ye karşılık gelen küresel çimento karbonatlaşma yutağını da hariç tutmaktadır (Friedlingstein ve ark. 2023). Tahminlerin ulusal düzeyde raporlandığı yerlerde, bunlar bölgesel muhasebeye dayanmaktadır.

Emisyon Açığı Raporu 2022'de (Birleşmiş Milletler Çevre Programı [UNEP] 2022) özetlenen metodoloji değişikliğini takiben, net AKAKDO CO₂ emisyonlarının küresel tahminlerini raporlamak için küresel defter tutma yaklaşımı ve net AKAKDO CO₂ emisyonlarının ulusal tahminlerini raporlamak için ulusal envanter yaklaşımı kullanılmaktadır. Bu, küresel tahminlerin Bölüm 4'ün yanı sıra karbon döngüsü ve iklim bilimi literatürü ile tutarlı olmasını sağlarken, ulusal tahminlerin de ülkeler tarafından UNFCCC'ye bildirilenlerle tutarlı olmasını sağlamaktadır. Bu bölümde de belirtildiği üzere, toplam net AKAKDO CO₂ emisyonları, sistem sınırları ve diğer varsayımlardaki bilinen farklılıklar nedeniyle bu iki yaklaşım arasında önemli ölçüde farklılık göstermektedir (Grassi vd. 2018). Muhasebe modellerine dayalı küresel emisyonlar ile ülkeler tarafından raporlanan ulusal sera gazı envanterleri arasında bir çeviri mevcuttur ve her yıl güncellenmektedir (Friedlingstein vd. 2023; Grassi vd. 2023).

Bu bölümdeki başlıca kaynaklar şunlardır: fosil CO₂, CH₄, N₂O ve F-gazı emisyonları için Küresel Atmosferik Araştırmalar için Emisyon Veritabanı (EDGAR) veri seti (Crippa vd. 2024); çimento karbonasyonu CO₂ için Küresel Karbon Bütçesi ve üç defter tutma modelinin ortalaması alınarak küresel AKAKDO CO₂ tahminleri (Friedlingstein vd. 2023); ve ulusal envantere dayalı AKAKDO CO₂ için Grassi vd. (2022) (başlıca emitörlerin en son envanterlerine yapılan güncellemelerle birlikte). Bu rapor boyunca, sera gazı emisyonlarının CO₂ eşdeğerlerine toplandığı yerlerde en son Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Çalışma Grubu I Altıncı Değerlendirme Raporundan (IPCC WGI AR6) (Forster vd. 2021) alınan 100 yıllık küresel ısınma potansiyelleri kullanılmıştır. Kısa ömürlü gazların farklı etkilerini vurgulamak için alternatif ölçütler kullanılabilir, ancak burada incelenmemiştir. Diğer metodolojik ve veri seçimleri bu bölümün [A ekinde](#) ayrıntılı olarak açıklanmıştır, çevrimiçi olarak mevcuttur.

2 Küresel emisyonlar 2023'te arttı

Küresel sera gazı emisyonları rekor seviyeye ulaştı. 2023 yılında 57,1 GtCO_{2e} olacak ve bir önceki yıla göre yüzde 1,3 (0,7 GtCO_{2e}) artacaktır (Şekil 2.1; Tablo 2.1) (Crippa *vd.* 2024).¹ Bu oran, Avrupa'daki ortalama oranın üzerindedir.

COVID-19 salgınından önceki on yılda (2010-2019), sera gazı emisyonlarındaki artış yılda ortalama yüzde 0,8 olmuştur. Aynı zamanda, atmosferik CO₂ konsantrasyonları artmaya devam etti ve yıllık CO₂ emisyonları uzaklaştırmalarla dengelenecek kadar azalana kadar (net sıfır) artmaya devam edecek.

Kutu 2.1 iklimle ilgili olayların sera gazı emisyonları üzerindeki etkileri

İklim değişikliği, doğal emisyon ve alımların yanı sıra insan kaynaklı emisyonlarda da değişikliklere neden olabilir. Örnekler arasında ısınmanın orman yangını olaylarındaki artışlar, bitki örtüsü tarafından alınan karbon miktarı veya enerji arz ve talep modelleri üzerindeki etkisi yer almaktadır. Bu kaynaklardan artan emisyonlar da iklim değişikliğini daha da kötüleştirebilir.

Enstrümantal kayıtlarda daha önce görülmemiş olan orman yangınları, son yıllarda birçok bölgede görülmüş ve önemli emisyon etkileri yaratmıştır (Clarke *vd.* 2022; Jones *vd.* 2024). Mart 2023-Şubat 2024 yangın sezonunda tahmini 8,8 GtCO₂ emisyonu salınmıştır (Jones *ve ark.* 2024). Ancak bunların 'doğal' orman yangınları mı olduğunu yoksa iklim değişikliğinin etkisiyle 'insan kaynaklı' olarak mı sınıflandırılabilirliğini değerlendirmek zordur. Ayrıca, yanan alanlar genellikle yangınlardan sonra iyileşir ve yangın sırasında yayılan CO₂'yi on yıllar boyunca da olsa çeker. Bu nedenlerle, IPCC raporlarındaki ve Küresel Karbon Bütçesindeki insan kaynaklı emisyonların küresel değerlendirmeleri, tropikal ormansızlaşma yangınlarında olduğu gibi, yalnızca kalıcı arazi kullanım değişikliği ile ilişkili orman yangınlarından kaynaklanan CO₂ emisyonlarını içermektedir (Friedlingstein *ve ark.* 2023). Diğer orman yangını emisyonları ve bunların müteakip uzaklaştırmaları doğal veya doğrudan insan kaynaklı olmayan olarak sınıflandırılır ve bu değerlendirmelerde doğal karasal yutaklara ve kaynaklara dahil edilir. Burada da benzer bir yaklaşım benimsenmiş ve sadece arazi kullanım değişikliği ile ilişkili CO₂ yangın emisyonları dahil edilmiştir. Örneğin, geçen yıl Kanada'da meydana gelen büyük boreal orman yangınları hariç tutulmuştur.

Bu değerlendirmenin dışında tutulmalarına rağmen antropojenik olmayan emisyonlar ve yutaklar gelecekteki iklim zorlamaları açısından kritik öneme sahiptir. Atfetme çalışmaları, iklim değişikliğinin yangın riskinde artışa yol açtığını ve orman ekosistemlerinin ve karbon stoklarının kırılganlığı ve kalıcılığı konusunda endişelere neden olduğunu göstermektedir (Carnicer

et al. 2022; Clarke *et al.* 2022). Sulak alanlardan ve permafrost biyomlardan kaynaklanan CH₄ emisyonlarının da daha sıcak koşullara yanıt olarak arttığı bilinmektedir (Peng *ve ark.* 2022; Saunio *ve ark.* 2024). Bu tür iklim geri bildirimleri, ülkeler iddialı azaltımlara ulaşsa bile, küresel ılıman hedeflere ulaşma kabiliyetimizi tehlikeye atacaktır.

Değişen iklim, enerji arz ve talebindeki kısa vadeli değişimleri de etkileyebilir. Bununla birlikte, değişimin büyüklüğü çeşitli faktörlere bağlıdır (van Ruijven, De Cian *ve Wing* 2019). Yakın zamandaki kanıtlar, özellikle Asya, Afrika ve Arap Yarımadası'nda olmak üzere birçok bölgede iklim kaynaklı soğutma talebinde ve soğutma derece günlerinde yıllık artışlar yaşandığını göstermektedir (Scoccimarro *ve ark.* 2023; Staffell, Pfenninger *ve Johnson* 2023). Hava durumu modelleri, ısıtma ve soğutma için enerji talebinde büyük dalgalanmalara yol açabilir ve bunun sonucunda emisyonlar etkilenebilir (Uluslararası Enerji Ajansı [IEA] 2024a). Aşırı ve uzun süreli kuraklık, 2023 yılında 20 gigawattlık kapasite artışına rağmen Çin, Amerika Birleşik Devletleri, Hindistan ve Asya'nın diğer bölgeleri öncülüğünde hidroelektrik üretiminde önemli bir küresel düşüşe neden olmuştur (IEA 2024b). Genel olarak, değişen iklim enerji talebi seviyelerine ve mevcut arz seçeneklerine daha fazla değişkenlik katarken (Liu *vd.* 2023), aşırı hava koşulları enerji arzını ve iletimini aksatabilir ve bunların hepsi kısa vadeli emisyon eğilimlerini değiştirebilir. Tarım sektöründe ısınma ayrıca toprak, pirinç ekimi ve arazi temizliğinden kaynaklanan emisyonları doğrudan ve yoğun sulama ve tarımsal kimyasal ihtiyaçlarını artırarak dolaylı olarak artırabilir (Yang *vd.* 2024).

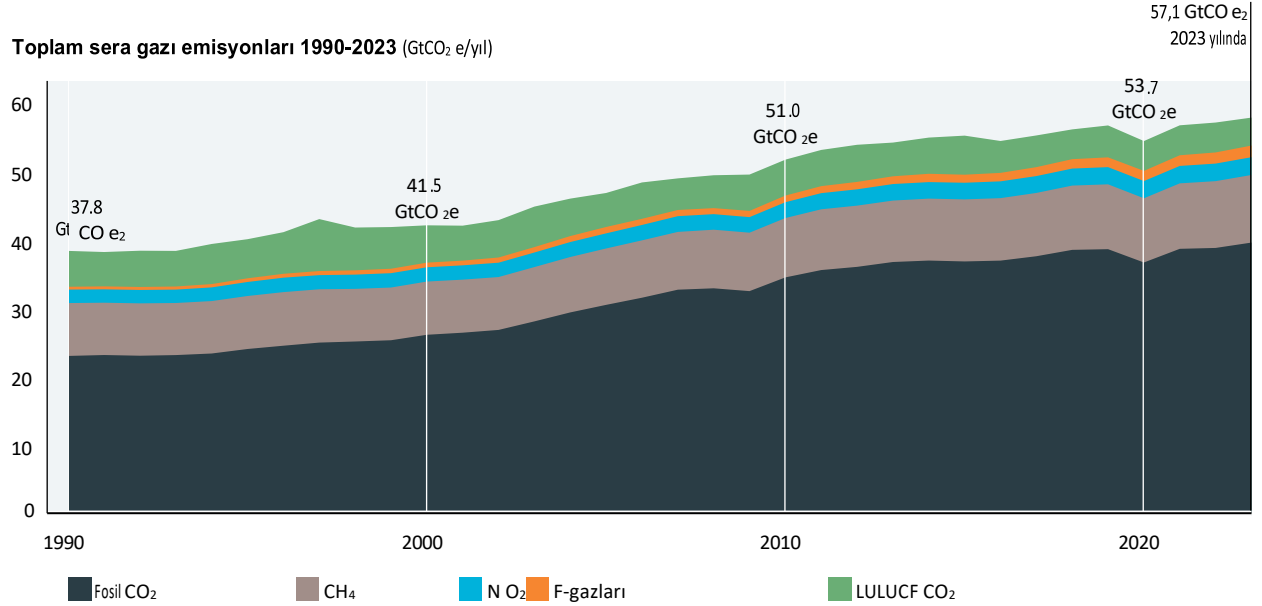
İklim değişikliğinin emisyonları nasıl etkileyeceği konusunda önemli bir belirsizlik devam etmektedir. İklim esnekliği önlemleri, özellikle hassas nüfuslar (yani düşük gelir, yaş, cinsiyet, etnik köken veya bunların kombinasyonları nedeniyle) üzerindeki etkilerden kaçınmak için çok önemli olacaktır.

¹ 2023 yılındaki küresel sera gazı emisyonları, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli *Beşinci Değerlendirme Raporundaki* 100 yıllık zaman ufkuна sahip küresel ısınma potansiyelleri ile değerlendirildiğinde 56,8 GtCO_{2e}'dir. Emisyon Açığı Raporu için kullanılan zaman serisi veri setleri, en güncel küresel emisyon tahminlerini sağlamak için yıllık bazda güncellenmektedir. Bu da değişiklikler anlamına gelmektedir. En son tahminler, metan emisyonları hakkında daha ayrıntılı bilgiler içerecek şekilde revize edilmiş ve küresel yıllık tahminleri son on yılda ~1 GtCO_{2e} azaltmıştır (bkz. Ek A).

Fosil CO₂ emisyonları mevcut sera gazı emisyonlarının yaklaşık yüzde 68'ini oluşturmaktadır. Bu emisyonlar, enerji sektöründe kömür, petrol ve gazın yakılmasının yanı sıra metal, çimento ve diğer malzemelerin üretimiyle ilişkili endüstriyel süreçlerden kaynaklanmaktadır. Birden fazla veri seti, fosil CO₂ emisyonlarının 2023 yılında arttığı konusunda hemfikir: EDGAR (burada kullanılan) tahminlerine göre

2 (Crippa vd. 2024), Enerji Enstitüsü (2024) tarafından bildirilen yüzde +1,6 (sadece enerji sektörü) ve Küresel Karbon Bütçesi (Friedlingstein vd. 2023) tarafından tahmin edilen yüzde +1,1 ile karşılaştırıldığında. EDGAR'a göre, fosil CO₂ sera gazı emisyonlarındaki genel artışa en büyük katkısı sağlamış ve 2021-2022 dönemine kıyasla önemli ölçüde daha hızlı büyümüştür (yüzde 0,3).

Şekil 2.1 Toplam net antropojenik sera gazı emisyonları, 1990-2023



Not: CO₂ olmayan sera gazları, IPCC WGI AR6'dan (Forster vd. 2021) 100 yıllık bir zaman ufkuyla küresel ısınma potansiyelleri kullanılarak CO₂e'ye dönüştürülmüştür.

Kaynaklar: Crippa ve diğerleri (2024); Friedlingstein ve diğerleri (2023).

CH₄, N₂O ve F-gaz emisyonları birlikte toplam sera gazı emisyonlarının yaklaşık yüzde 25'ini oluşturmaktadır. Tüm bu gazların emisyonları 2023 yılında da artmaya devam etmiş olup, F-gazı yüzde 4,2 ile en yüksek orana sahipken, onu yüzde 1,3 ile CH₄ ve yüzde 1,1 ile N₂O takip etmektedir. Antropojenik CH₄ emisyonları şu anda sera gazı emisyonlarının ikinci en büyük kaynağıdır ve esas olarak geniş getiren hayvancılık ve gübre yönetimi, pirinç ekimi, petrol ve gaz operasyonlarından kaynaklanan havalandırma, kömür madenleri ve atık yönetiminden kaynaklanmaktadır - bunların hepsi 2023 yılında artmıştır (Şekil 2.2, Bölüm 2.3).

Küresel net AKAKDO CO₂ emisyonları - küresel defter tutma yaklaşımı kullanılarak - 2023 yılında yüzde 6,5 oranında azalmıştır, ancak nispeten yüksek belirsizliklere sahip arazi kullanım faaliyetinin erken bir projeksiyonuna dayanmaktadır (Friedlingstein ve ark. 2023). Net AKAKDO CO₂ emisyonları 1990'ların ortalarındaki zirve noktasından son yirmi yılda yavaşça azalmıştır ve şu anda küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık yüzde 7'sini oluşturmaktadır. LULUCF CO₂ emisyonları ve uzaklaştırmaları, en büyük sera gazı emisyonlarına sahip olmaya devam etmektedir.

Burada ele alınan tüm gazların belirsizlikleri, hem mutlak miktarları hem de eğilimleri açısından.

AKAKDO CO₂ emisyonlarının küresel defter tutma ve ulusal envanter bazlı hesapları 2021 yılında yaklaşık 7 GtCO₂ farklılaşmıştır (tablo 2.1). Bunun nedeni, her bir yaklaşım arasındaki sistem sınırlarındaki bilinen farklılıklar, özellikle de defter tutma modellerinin yalnızca 'doğrudan' insan kaynaklı akışları antropojenik olarak kabul etmesi (örneğin ormansızlaşma, ağaçlandırma ve diğer arazi kullanımıyla ilgili bitki örtüsü değişiklikleri), oysa ulusal envanterlerin tipik olarak yönetilen arazide meydana gelen 'dolaylı' insan kaynaklı akışların çoğunu (örneğin artan atmosferik CO₂ nedeniyle artan bitki örtüsü büyümesi) da içermesidir (Grassi ve ark. 2021; bkz. 2022 Emisyon Açığı Raporundaki kutu 2.1). Sonuç olarak, ulusal envanterler küresel olarak küçük bir net LULUCF CO₂ uzaklaştırmasına ulaşmaktadır, ancak yönetim eyleminin sonucu olmayan ve atmosferik CO₂ seviyeleri dengelendiğinde ve azaldığında sürdürülemez olan uzaklaştırmaların büyük bir kısmını içermektedir (Gidden ve ark. 2023).

Tablo 2.1 Kaynağına göre toplam küresel emisyonlar

GtCO ₂ e	2023	2022	2021	2010-2019 (ortalama)
SERA GAZI	57.1±5.4	56.3±5.4	55.9±5.4	53.8±5.5
Fosil CO ₂	39±3.1	38.2±3.1	38.1±3	36.3±2.9
LULUCF CO ₂ (küresel defter tutma)	4±2.8	4.3±3	4.3±3	5±3.5
LULUCF CO ₂ (ulusal envanter*)	-	-	-2.8±2	-2.9±2
CH ₄	9.8±2.9	9.6±2.9	9.4±2.8	9±2.7
N ₂ O	2.6±1.5	2.5±1.5	2.5±1.5	2.4±1.4
F-gazları	1.7±0.5	1.6±0.48	1.5±0.46	1.2±0.35

Not: CO₂ olmayan sera gazları, IPCC WGI AR6'dan (Forster vd. 2021) 100 yıllık bir zaman ufkuyla küresel ısınma potansiyelleri kullanılarak CO₂'ye dönüştürülmüştür. Fosil CO₂, 2022 yılında -0,8 GtCO₂ oluşturan çimento karbonatlaşma yutağını hariç tutmaktadır. *Envantere dayalı LULUCF CO₂ toplam sera gazı emisyonlarından hariç tutulmuştur, ancak diğer tüm kaynaklar dahil edilmiştir.

Kaynak: Crippa ve ark. 2024; Friedlingstein ve ark. (2023); Grassi ve ark. (2022).

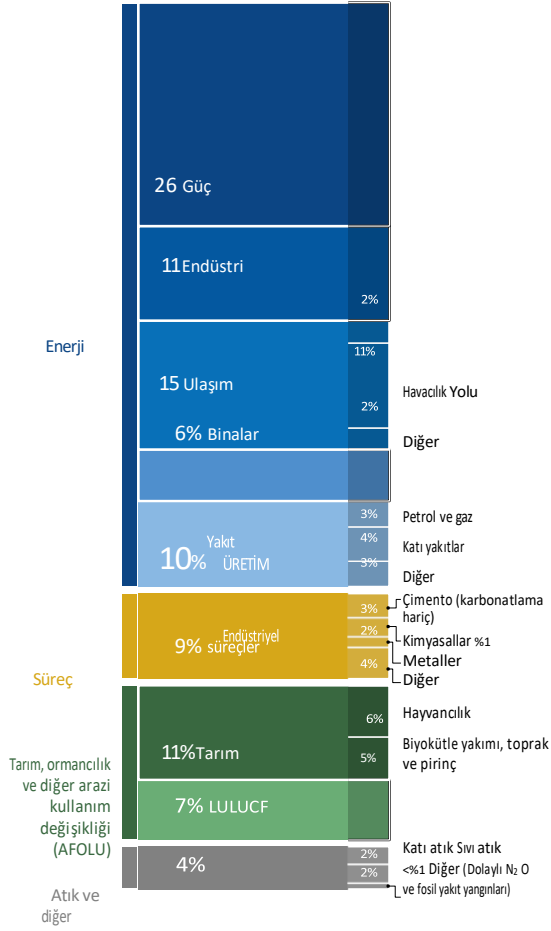
2.3 Sektörler yenilenebilir kaynaklara ve elektrifikasyona doğru kayıyor, ancak henüz fosil yakıtları önemli ölçüde yerinden edecek kadar hızlı değil

Sera gazı emisyonları farklı ekonomik sektörlerde ortaya çıkar ve çeşitli faaliyetler ve sosyoekonomik faktörler tarafından yönlendirilir

süreçleri. Şekil 2.2, emisyonları üretim bazında (yani emisyonların meydana geldiği sektörler) tahsis ederek küresel emisyonları sektörlere göre göstermektedir. Bu sınıflandırmaya göre, 2023 yılında enerji sektörü (yani elektrik üretimi) 15,1 GtCO₂e ile emisyonlara en büyük küresel katkısı yapan sektör olurken, onu ulaştırma (8,4 GtCO₂e), tarım (6,5 GtCO₂e) ve sanayi (6,5 GtCO₂e) takip etmektedir.



Şekil 2.2 Sektörlere göre toplam sera gazı emisyonları



Not: Ek A'daki Tablo A.4 burada tanımlanan sektörleri açıklamaktadır ve bunların ana emisyon kaynakları.

Kaynak: Crippa ve diğerleri (2024); Friedlingstein ve diğerleri (2023).

Emisyonların farklı şekilde tahsisi mümkündür ve iklim değişikliğine sektörel katkılar konusunda farklı perspektifleri ortaya çıkarabilir. Örneğin, enerji sektörü emisyonları, elektrik ve ısıtmanın tüketildiği son kullanım sektörlerine yeniden tahsis edilebilir (Lamb *vd.* 2021). Bu, sanayi ve binalara daha fazla odaklanılmasını sağlar ve iklim politikası ve eylemi için talep perspektifinin önemini vurgular (Creutzig *vd.* 2022). Diğer yaklaşımlar tüketimi ve uluslararası ticaretin (Peters *vd.* 2011), gıda sisteminin (Cerutti *vd.* 2023; Li *vd.* 2023), şehirlerin (Crippa *vd.* 2021) veya fosil yakıt üreticilerinin (Carbon Majors 2024) önemini vurgulayabilir.

Yakın zamandaki büyüme açısından, COVID-19 salgını sırasında önemli ölçüde düşen uluslararası havacılıktan kaynaklanan emisyonlar, 2023 yılında 2022 seviyelerine göre yüzde 19,5 ile en yüksek değişikliği göstermiştir (2010-2019 yılları arasındaki ortalama yıllık yüzde 3,1'lik büyüme ile karşılaştırıldığında) ve açıkça COVID-19 öncesi seviyelere neredeyse geri döndüğünü göstermektedir. 2023'te hızla büyüyen diğer sektörler (yani yüzde 2,5'in üzerinde bir oranda)

yakıt üretimi (petrol ve gaz, katı yakıtlar), karayolu taşımacılığı ve enerji ile ilgili sanayi emisyonlarını içermektedir (Şekil 2.2). Küresel zirvenin gerçekleşmesi için bu eğilimlerin toplu olarak tersine çevrilmesi gerekmektedir.

Farklı sektörlerdeki sera gazı emisyonlarının temel itici güçlerinden biri, COVID-19 salgını sırasında ve sonrasında ulaşım dışında küresel düzeyde ve tüm ana sektörlerde genel olarak artan faaliyet seviyeleridir (bkz. [ek A](#)'daki tablo A.5). Enerji tüketim eğilimleri ülkelere göre değişmekle birlikte Çin ve Hindistan'da genel olarak artmakta, Amerika Birleşik Devletleri'nde sabit kalmakta ve Avrupa Birliği'nde tüm sektörlerde azalmaktadır. Bununla birlikte, bölgeler ve sektörler arasında kişi başına enerji tüketim seviyelerinde büyük farklılıklar devam etmektedir (bkz. [ek A](#)'daki tablo A.6).

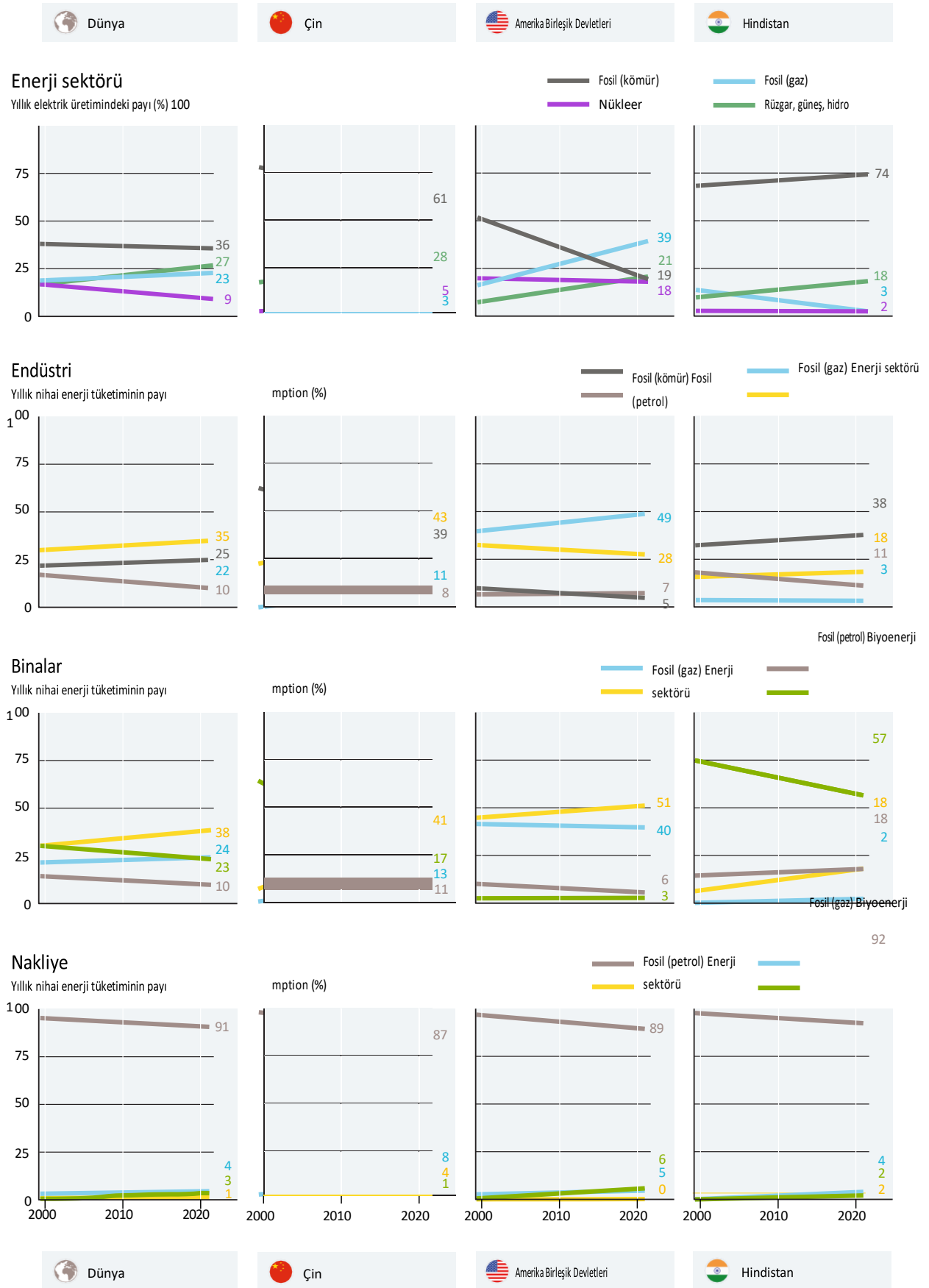
Bu faaliyet seviyelerinin altında, mal ve hizmetlere yönelik nihai talep (gıda ve su, hareketlilik ihtiyaçları, sermaye ve altyapı mallarına yönelik talep gibi) ve ev enerji hizmetlerine (ısıtma, soğutma, aydınlatma ve soğutma gibi) erişimdeki eğilimler yatmaktadır. Bununla birlikte, bölgeler arası önemli farklılıklar vardır ve gelişmekte olan bölgelerde belirli faaliyetlerdeki büyüme, temel hizmetlere ve insana yakışır yaşam standartlarına erişimi iyileştirmek için arzu edilir ve gereklidir.

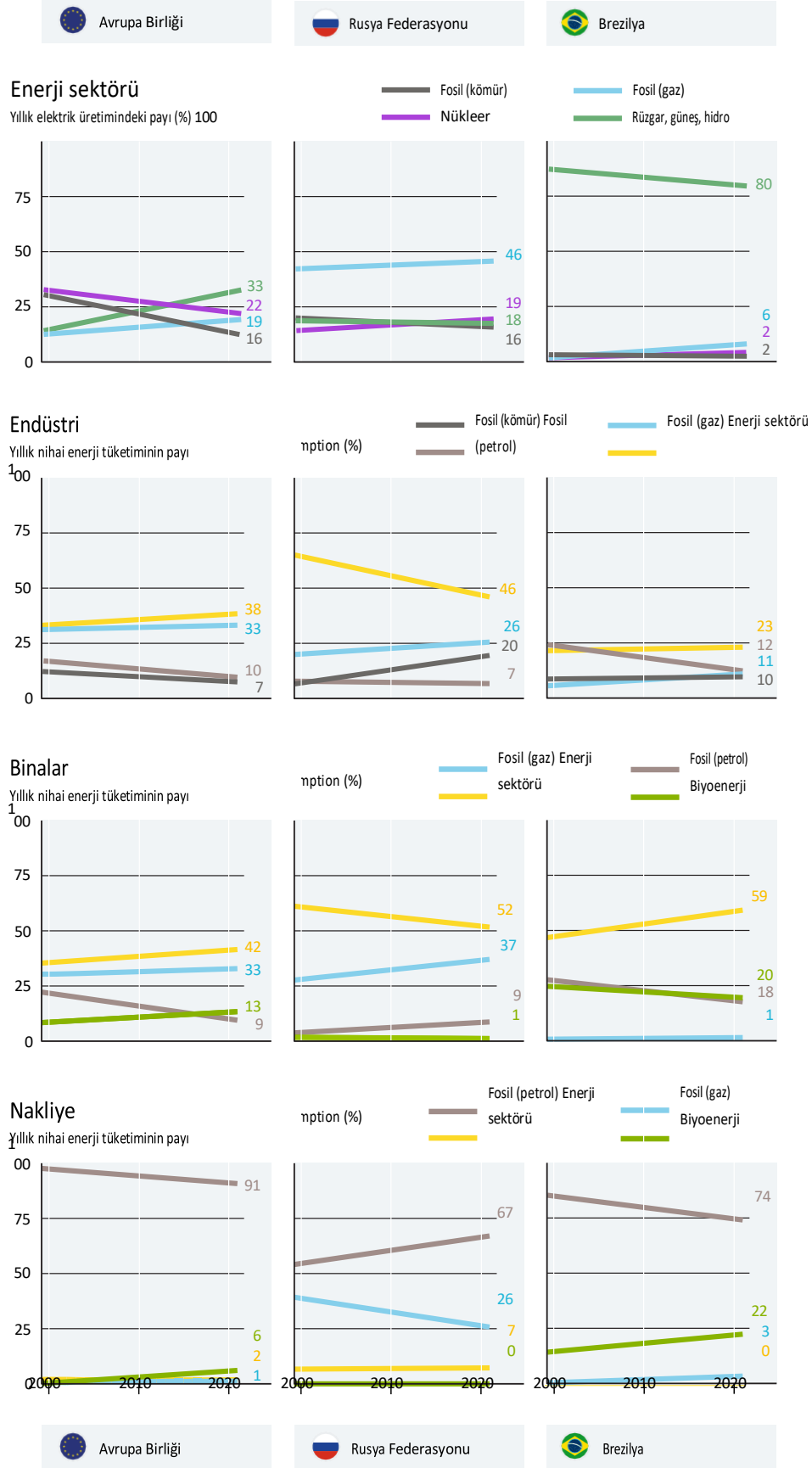
Faaliyet tarafındaki büyümenin bir kısmına karşı, verimlilikteki gelişmeler (bir faaliyeti gerçekleştirmek için daha az enerji kullanmak), yapısal değişim (ekonomik yapıdaki veya kullanılan teknolojilerdeki değişimler, örneğin hizmete dayalı ekonomilere geçiş) ve karbon yoğunluğundaki değişimler (daha düşük karbonlu yakıtlara veya fosil olmayan kaynaklara geçiş) olmuştur (Bersalli, Tröndle ve Lilliestam 2023). Tarihsel olarak, küresel enerji yoğunluğu (gayri safi yurtiçi hasıla birimi başına enerji kullanımı) giderek azalırken, karbon yoğunlukları 2013 yılından bu yana düşmeye başlamıştır (Friedlingstein ve *ark.* 2023). Ancak, bu gelişmeler

şimdiye kadar, en azından küresel düzeyde, faaliyetlerdeki büyümeyi dengelemek için yeterli olmamış ve emisyonlarda genel artışlara yol açmıştır. Örneğin, küresel olarak, daha yüksek kişi başına elektrik kullanımına, daha büyük bina taban alanlarına (son yirmi yılda yüzde +60 artış), daha fazla küresel üretim katma değerine (2009-2019 arasında yüzde 32), daha büyük yolcu araçlarına (spor hizmet araçları 2023'te toplam otomobil satışlarının neredeyse yarısına sahipti) ve daha fazla hava yolculuğuna (Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği 2023; IEA 2023; IEA 2024c) doğru uzun vadeli bir kayma vardır.

Havacılık sektörü göz önüne alındığında, 1990 ile 2021 yılları arasında sektörün emisyon yoğunluğu düşmüştür, ancak bu düşüş sadece havacılığın enerji yoğunluğunun yüzde 60 oranında azalmasından kaynaklanırken, fosil bazlı yakıtlara olan bağımlılığın devam etmesi nedeniyle karbon yoğunluğu değişmemiştir. 1990 ve 2021 yılları arasında yolcu talebi üç kat, yük talebi ise dört kat artarak emisyonları önemli ölçüde artırmıştır (Bergero *vd.* 2023). Biyokütle ve atık gibi fosil olmayan kaynaklardan üretilen sürdürülebilir havacılık yakıtlarının payını artırmak için giderek artan sayıda politika ve girişim oluşturulmuştur (IEA 2024d). Ancak, talep seviyeleri yönetilmeden sektörde iddialı iklim hedeflerine ulaşılması pek mümkün değildir (Bergero *vd.* 2023).

Şekil 2.3 Fosil ve fosil olmayan enerji kaynaklarının küresel olarak ve başlıca salımcılar için sektörlere göre payı





Not: Tüm enerji kaynakları gösterilmediği için paylar tüm ülkeler ve kategoriler için yüzde 100'e eşit değildir. Sadece enerji ile ilgili sektörler (bkz. Şekil 2.2) gösterilmiştir. Enerji sektörü için değerler 2022'ye kadar, diğer tüm sektörler ise 2021'e kadar raporlanmıştır.

Kaynak: Wiatros-Motyka ve diğerleri (2024); IEA (2024e).

Kömür, petrol ve gaz küresel olarak enerji sistemlerine hakim olmaya devam etmektedir (Şekil 2.3). Bununla birlikte, güneş ve rüzgar enerjisi üretimi hızla artarken fosillerin enerji sektöründeki payı azalmaya başlamıştır ve küresel yıllık yenilenebilir enerji kapasitesi ilaveleri 2023 yılında yüzde 50 oranında artmıştır (IEA 2024f). Yenilenebilir enerji, şebekeler ve depolama için yapılan harcamaların petrol, gaz ve kömür için yapılan toplam harcamalardan daha yüksek olması nedeniyle küresel temiz enerji yatırımları hızla artmaktadır. Ancak bölgeler ve ülkeler arasında farklılıklar bulunmaktadır (IEA 2024d). 2022'de fosil kaynaklar küresel elektrik üretiminin yüzde 61'ini oluştururken, bu oran beş yıl öncesine göre yüzde 4 puanlık bir düşüş göstermiştir (Wiatros-Motyka vd. 2024). Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa'da kömürden elektrik üretiminde mutlak düşüşler ve Çin'de hızla azalan nispi pay ile bölgesel değişiklikler daha dramatik olmuştur (Şekil 2.3). Bununla birlikte, gazdan elektrik üretimi Amerika Birleşik Devletleri'nde ve küresel olarak artmaya devam etmektedir. On bir ülke 2022 yılında yıllık elektrik üretiminin yüzde 30'undan fazlasını rüzgar ve güneş enerjisinden elde etmeyi başarmıştır. Yeni küresel elektrik talebinin büyük bir kısmının yenilenebilir kaynaklardan karşılanması öngörüldüğünden (Wiatros-Motyka vd. 2024), enerji sektörü emisyonlarının yakında zirveye ulaşabileceğine dair işaretler vardır (bkz. kutu 4.1). Ancak bu eğilimlere rağmen, enerji sektörü emisyonları 2023 yılında yüzde 1,6 oranında artmıştır ve politika uygulamalarında bir boşluk bulunmaktadır (bölüm 3). Azaltılmamış fosil yakıtların aşamalı olarak kullanımdan kaldırılmasını hızlandırma konusunda artan bir kararlılık söz konusudur. Ancak, fosil yakıt üreten başlıca ülkelerin veya şirketlerin hiçbiri, fosil yakıt çıkarma veya üretiminden tamamen uzaklaşmak için bu faaliyetleri aşamalı olarak durdurmaya taahhüt etmemiştir (Net Zero Tracker 2023).

Kömür, petrol ve gaz, 2021 yılında hala sanayi sektöründe doğrudan nihai enerji tüketiminin yüzde 57'sini, binalar sektöründe yüzde 36'sını ve ulaşım sektöründe yüzde 95'ini oluşturmaktadır (Şekil 2.3) (IEA 2024e). Bu son kullanım sektörlerinin elektrifikasyonu, verimliliği artırmak ve enerji sektöründe yenilenebilir kaynaklara hızlı geçiştten yararlanmak için önemli bir stratejidir. Sanayi ve bina sektörlerini hızla elektrikleştiren Çin haricinde, bu alandaki ilerleme özellikle ulaşım alanında genellikle yavaş olmuştur. Genel olarak, son kullanım sektörleri için nihai enerji tüketiminde enerji sektörünün payı

Çoğu ülke ve bölgede yüzde 50. Ayrıca, son beş yılda çok yavaş ilerleme kaydedilmiştir; bu da politika veya teknik darboğazların hala aşılması gerektiğini göstermektedir.

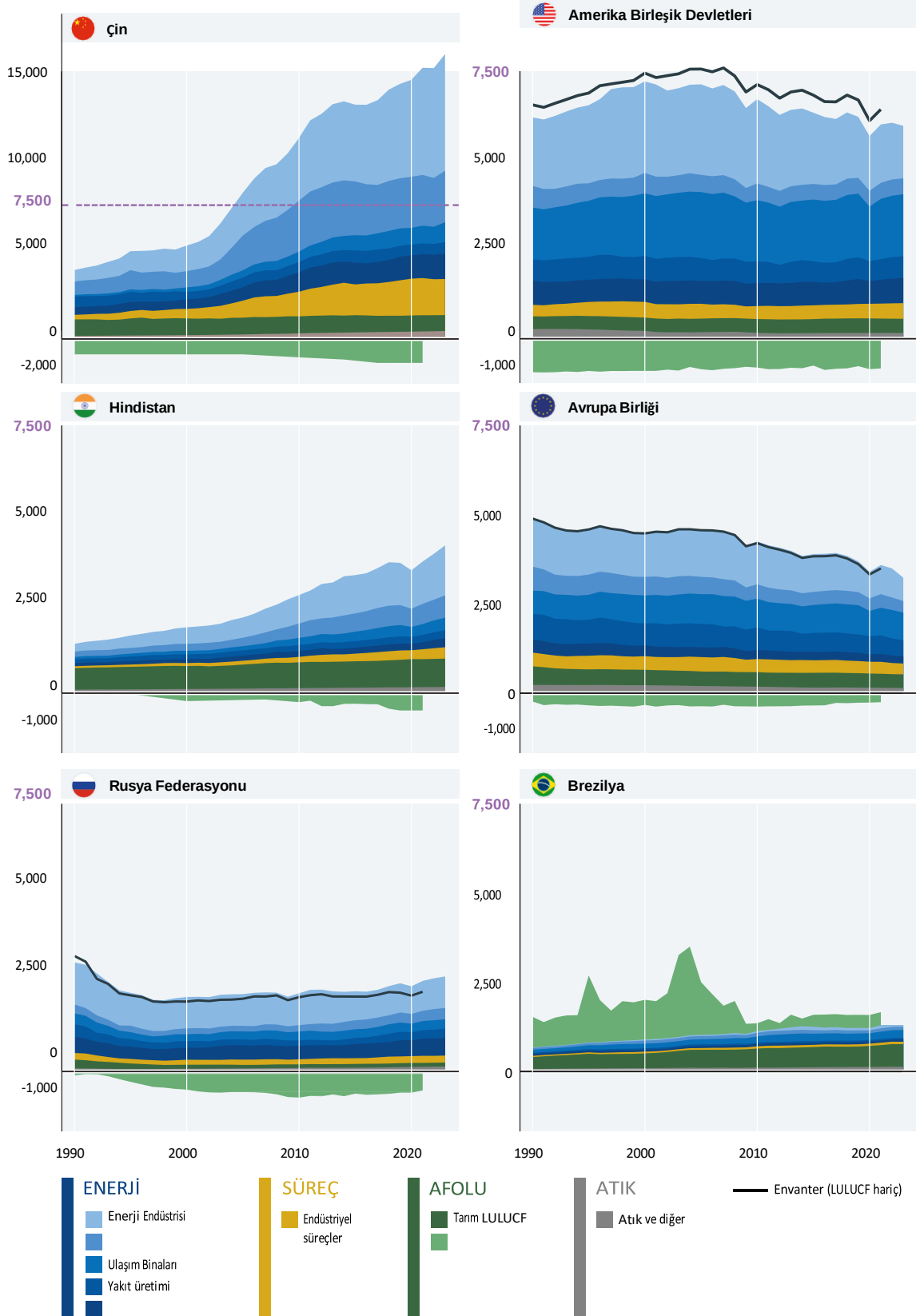
İklim ve enerji politikaları mevcut ve geçmiş emisyonların önemli bir itici gücüdür, ancak etkilerinin ölçülmesi zor olmaya devam etmektedir. Yakın zamanda 1.500 iklim politikası üzerinde yapılan küresel bir çalışma, başarılı politika müdahalelerinin eylemsiz senaryoya kıyasla emisyonları 0,6 GtCO₂ ila 1,8 GtCO₂ azaltmış olabileceği sonucuna varmıştır. Politika araçları arasında karbon fiyatlandırması, sübvansiyonlar, bina yönetmelikleri, enerji verimliliği zorunlulukları ve standartları yer almaktadır. Bu politika araçlarının birçoğu, tek başına önlemler yerine bir politika karışımının parçası olduklarında daha yüksek etkilere sahip olmuştur (Stechemesser vd. 2024). Hoppe ve diğerleri (2023), 1990'dan bu yana azaltım politikalarının uygulanmasının Eylemsiz senaryoya kıyasla yılda birkaç GtCO₂e. Araştırma ve geliştirmeyi destekleyen politikalar, teknolojinin yayılması için erken aşamalarda daha yüksek bir olumlu etkiye sahipken, tarife garantileri, vergi teşvikleri ve sübvansiyonlar yenilenebilir enerji üretiminin payını artırmada etkili olmuştur. Düzenleyici araçlar (araç yakıt ekonomisi standartları, emisyon standartları ve bina sektörü düzenlemeleri gibi) bina ve ulaşım sektörlerinde enerji kullanımının azaltılmasında etkili olurken, zorunlu enerji denetimleri ve yenilenebilir enerji desteği sanayi sektörü için olumlu sonuçlar göstermiştir.

24 G20'nin emisyonları 2023'te genel olarak arttı ve toplam emisyonların yüzde 77'sini oluşturdu

Şu anda, küresel olarak en büyük altı emisyon kaynağı Çin, Amerika Birleşik Devletleri, Hindistan, Avrupa Birliği, Rusya Federasyonu ve Brezilya'dır (Şekil 2.4).² 2023 yılına ilişkin ön tahminler (yalnızca 2021 yılına kadar verilerin mevcut olduğu LULUCF CO₂ hariç), Çin, Hindistan ve Rusya Federasyonu'nda 2022 yılına kıyasla sera gazı emisyonlarında bir artış, Avrupa Birliği ve Amerika Birleşik Devletleri'nde ise bir düşüş olduğunu göstermektedir (Tablo 2.2). Brezilya'daki sera gazı emisyonları 2023 yılında sabit kalmıştır.

² 2023 yılındaki toplam sera gazı emisyonları açısından, LULUCF CO₂ hariç.

Şekil 2.4 En büyük altı sera gazı yayıcısının sera gazı emisyonları

Sera gazı emisyonları (MtCO₂ e/yıl)

Not: Emisyonlar bölgesel bazda hesaplanmıştır. LULUCF CO₂ emisyonları ve uzaklaştırmaları burada envanter yaklaşımına dayanmaktadır. Sektörlerin tanımları için [ek A](#)'daki tablo A.4'e bakınız. Burada sunulan sera gazı emisyonlarının (AKAKDO CO₂ hariç) üçüncü taraf kaynaklara dayandığını (bkz. [ek A](#)), ancak mevcut en son (Ek I) envanter tahminleriyle bir karşılaştırmanın siyahla gösterildiğini unutmayın.

Kaynak: Crippa ve diğerleri (2024); Grassi ve diğerleri (2022).

G20 üyeleri, o yıl katılan Afrika Birliği hariç olmak üzere, 2023 yılında küresel sera gazı emisyonlarının yüzde 77'sini oluşturmaktadır (tablo 2.2). Tüm Afrika Birliği ülkeleri G20 toplamına eklendiğinde, ülke sayısı iki kattan fazla artarak 44'ten 99'a çıkmakta, toplam emisyonlar sadece yüzde 5 puan artarak yüzde 82'ye yükselmektedir.³ Birçok Afrika Birliği ülkesini içeren en az gelişmiş ülkeler (EAGÜ), toplamın yüzde 3'ü ile küresel emisyonlara küçük bir katkıda bulunmaya devam etmektedir.

Özellikle ormansızlaşma ve arazi kullanım değişikliğinden kaynaklanan net AKAKDO_{CO2} emisyonları tropikal bölgelerde yoğunlaşmaya devam etmektedir; Brezilya, Endonezya ve Demokratik Kongo Cumhuriyeti 2022'de küresel toplamın (defter tutma bazlı) yüzde 55'ine katkıda bulunmuştur. AKAKDO_{CO2} katkısı daha yüksek olan ülkeler aynı zamanda politika kaynaklı arazi kullanım değişiklikleri, ormansızlaşma, yönetilen arazilerdeki orman yangınları veya orman korumaya doğru kaymalar nedeniyle sera gazı emisyonlarında daha büyük yıllık dalgalanmalar yaşama eğilimindedir (Şekil 2.4). Diğer ülkelerde ve dünya bölgelerinde, geçtiğimiz on yıllarda ağaçlandırma, yeniden ağaçlandırma ve orman yönetiminden kaynaklanan net AKAKDO_{CO2} uzaklaştırmaları rapor edilmiştir. Buna şunlar dahildir

Amerika Birleşik Devletleri, Hindistan, Avrupa Birliği ve Rusya Federasyonu (Şekil 2.4).

Son 20 yıldaki önemli değişikliklere rağmen, en büyük salımcıların ve dünya bölgelerinin mevcut, kişi başına düşen ve geçmişteki salımları arasında büyük farklılıklar olmaya devam etmektedir. Kişi başına düşen sera gazı emisyonları Amerika Birleşik Devletleri ve Rusya Federasyonu'nda dünya ortalaması olan 6,6 ton CO₂ eşdeğerinin önemli ölçüde üzerindeyken, Hindistan, Afrika Birliği ve EAGÜ'lerde önemli ölçüde altındadır (tablo 2.2). Tarihsel kümülatif CO₂ emisyonları (LULUCF dahil) açısından, Amerika Birleşik Devletleri bugüne kadar en fazla küresel CO₂ emisyonu üreten ülke olmuş, onu Avrupa Birliği ve Çin izlemiştir. Buna karşılık, Hindistan, EAGÜ'ler ve Afrika Birliği, oldukça kalabalık ülkeler ve bölgeler olmalarına rağmen, tarihsel kümülatif emisyonların sadece küçük bir kısmını üretmiştir (tablo 2.2). Geçen yılki Emisyon Açığı Raporu'nda (UNEP 2023) tartışıldığı üzere, literatürdeki tutarlı bir bulgu, en yüksek gelire veya servete sahip hanelerin dünya çapında emisyonların orantısız bir payına katkıda bulunduğudur. Bu haneler aynı zamanda daha zengin ülkelerde yoğunlaşmaktadır.

Tablo 2.2 Seçilmiş ülke ve bölgelerin toplam, kişi başına ve tarihsel emisyonları

	2023'te toplam sera gazı emisyonları	Toplam sera gazı emisyonlarındaki değişim, 2022-2023	2023'te kişi başına düşen sera gazı emisyonları	Tarihi CO ₂ emisyonları, 1850-2022
	MtCO ₂ e (toplamın %'si)	%	tCO ₂ e/kişi	GtCO ₂ (toplamın %'si)
Çin	16,000 (30)	+5.2	11	300 (12)
Amerika Birleşik Devletleri	5,970 (11)	-1.4	18	527 (20)
Hindistan	4,140 (8)	+6.1	2.9	83 (3)
Avrupa Birliği (27 ülke)	3,230 (6)	-7.5	7.3	301 (12)
Rusya Federasyonu	2,660 (5)	+2	19	180 (7)
Brezilya	1,300 (2)	+0.1	6.0	119 (5)
Afrika Birliği (55 ülke)	3,190 (6)	+0.7	2.2	174 (7)
EAGÜ'ler (47 ülke)	1,730 (3)	+1.2	1.5	115 (4)
G20 (Afrika Birliği hariç)	40,900 (77)	+1.8	8.3	1,990 (77)

Not: Emisyonlar bölgesel bazda hesaplanmıştır. LULUCF CO₂ emisyonları mevcut ve kişi başına düşen sera gazı emisyonlarından hariç tutulmuştur, ancak defter tutma yaklaşımına dayalı olarak geçmiş CO₂ emisyonlarına dahil edilmiştir. Burada sunulan sera gazı emisyonlarının üçüncü taraf kaynaklara dayandığını unutmayın (bkz. Ek A), ancak mevcut en son (Ek I) envanter tahminleriyle bir karşılaştırma şekil 2.5'te mevcuttur. Afrika Birliği'ndeki bazı ülkeler aynı zamanda EAGÜ'lerdir.

Kaynak: Crippa ve diğerleri (2024); Friedlingstein ve diğerleri (2023).

³ Afrika Birliği, 54 Birleşmiş Milletler Üye Devleti ve Sahra Arap Demokratik Cumhuriyeti olarak Afrika Birliği'ne kabul edilen Batı Sahra'n ın Özerk Olmayan Bölgesi'nden oluşmaktadır.

3

Ulusal olarak belirlenen katkılar ve uzun vadeli taahhütler:
Küresel manzara ve G20 üyelerinin ilerlemesi

Baş yazarlar:

Takeshi Kuramochi (NewClimate Institute, Almanya) ve Taryn Fransen (World Resources Institute, Amerika Birleşik Devletleri)

Katkıda bulunan yazarlar:

Michel den Elzen (PBL Hollanda Çevre Değerlendirme Ajansı, Hollanda), Leonardo Nascimento (NewClimate Enstitüsü, Almanya), Clea Schumer (Dünya Kaynakları Enstitüsü, Amerika Birleşik Devletleri), Mengpin Ge (Dünya Kaynakları Enstitüsü, Amerika Birleşik Devletleri), Claudio Angelo (Observatório do Clima, Brezilya), Hancheng Dai (Pekin Üniversitesi, Çin), Archie Gilmour (Overseas Development Institute, Büyük Britanya ve Kuzey İrlanda Birleşik Krallığı), Mariana Gutiérrez Grados (Iniciativa Climática de México [ICM], Meksika), Frederic Hans (NewClimate Institute, Almanya), Sarah Heck (Climate Analytics, Almanya), Christopher Henderson (World Resources Institute, Amerika Birleşik Devletleri), Camilla Hyslop (Oxford Üniversitesi, Birleşik Krallık), Anna Kanduth (Kanada İklim Enstitüsü, Kanada), Ben King (Rhodium Group, Amerika Birleşik Devletleri), Hannah Kolus (Rhodium Group, Amerika Birleşik Devletleri), Vivian Sunwoo Lee (İklimimiz için Çözümler, Kore Cumhuriyeti), Camila Agustina Mercure (Fundación Ambiente y Recursos Naturales [FARN], Arjantin), Silke Mooldijk (NewClimate Institute, Almanya), Fabby Tumiwa (Institute for Essential Services Reform, Endonezya), Jorge Villarreal Padilla (ICM, Meksika) ve Saritha Sudharma Vishwanathan (Indian Institute of Management Ahmedabad [IIMA], Hindistan; Kyoto Üniversitesi, Japonya)

Veriye katkıda bulunanlar:

Ioannis Dafnomilis (PBL Hollanda Çevresel Değerlendirme Ajansı, Hollanda), Kimon Keramidas (Ortak Araştırma Merkezi, Avrupa Komisyonu, İspanya), Malte Meinshausen (Melbourne Üniversitesi, Avustralya), Alister Self (İklim Kaynağı, Avustralya)

31 Giriş

Paris Anlaşması'nın mimarları, tarafların emisyon açığını kapatmak için azaltım çabalarındaki hırslarını artıracaklarını öngörmüşlerdi. Üç önemli kilometre taşı, önümüzdeki aylarda bu vizyonu kritik bir teste tabi tutacak. İlk olarak, Kasım 2024'e kadar, taraflar "yüzyılın ortasına kadar ya da ortası civarında net sıfır emisyonla adil geçişlere yönelik" uzun vadeli düşük emisyonlu kalkınma stratejilerini bildirmeye ya da revize etmeye teşvik edilmektedir. Ardından, 2024 yılı sonuna kadar taraflar, ulusal olarak belirlenmiş katkılarına (NDC'ler) yönelik ilerlemelerini özetleyen ilk iki yıllık şeffaflık raporlarını sunacaklardır. Son olarak, Şubat 2025'e kadar taraflar 2035 yılı için hedef ve tedbirleri içeren yeni NDC'lerini bildireceklerdir. 2023'te tamamlanan ilk küresel envanter, taraflara NDC'lerini geliştirmelerinde rehberlik etmektedir. Paris Anlaşması hedeflerine ulaşılması, tarafların yeni ve dönüştürücü bir yol çizmek için bu andan ne ölçüde yararlanacaklarına bağlıdır.

Bu bölüm, uzun vadeli taahhütler ve NDC'lerin yanı sıra bunların uygulanmasını destekleyen yerel politikaların mevcut durumunu ele almaktadır. Bölüm aşağıdaki şekilde yapılandırılmıştır. Bölüm 3.2, Paris Anlaşması'nın kabul edilmesinden bu yana NDC'lere ilişkin küresel ilerlemeyi değerlendirmektedir. Bölüm 3.3, G20'nin NDC hedeflerine yönelik ilerlemesini incelemektedir. Bu bölüm, literatürdeki emisyon senaryolarını sentezleyerek "bir ülkenin hedef kapsamındaki gelecekteki emisyonları ile mevcut politikaları kapsamındaki emisyonları" (Fransen vd. 2023; ayrıca bkz. den Elzen vd. 2019) arasındaki fark olarak tanımlanan uygulama açığını ölçmektedir. Bölüm 3.4, NDC'lerin G20 üyelerinin bu hedeflere yönelik ilerlemelerine etkisi de dahil olmak üzere, net sıfır hedefleri ve uzun vadeli taahhütler konusunda küresel ve G20 ilerlemesini değerlendirmektedir. Tek tek ülkelerin yanı sıra G20, Afrika Birliği ve Avrupa Birliği'ni de içermektedir. Afrika Birliği'nin ne kolektif bir NDC'si ne de net sıfır hedefi olduğundan, değerlendirme Afrika Birliği'nin bir bütün olarak taahhütlerini içermektedir. (Hem Afrika Birliği hem de G20 üyesi olan Güney Afrika'nın taahhütleri değerlendirilmektedir). Avrupa Birliği

Avrupa Birliği'nin hem kolektif bir NDC'si hem de net sıfır hedefi vardır, bu nedenle bunlar Avrupa Birliği ve G20 üyeleri Fransa, Almanya ve İtalya'ninkilerle birlikte değerlendirmeye dahil edilmiştir. Bu bölümün metodolojisi ve ön bulguları, bulgular hakkında yorum yapabilmeleri için G20 üyelerinin hükümetlerine sunulmuştur.

Bu bölümde değerlendirilen literatür ve veriler için son tarih, aksi belirtilmedikçe 1 Haziran 2024'tür. Ülke düzeyindeki emisyonlar, aksi belirtilmedikçe bölgesel emisyonları temsil etmektedir. Sera gazı (GHG) emisyonları, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Altıncı Değerlendirme Raporundaki 100 yıllık küresel ısınma potansiyelleri kullanılarak ifade edilmiştir. Bölüm 2'nin aksine, bu bölümde tarihsel enerji ve sanayi emisyonları için Nascimento ve *diğerleri* (2024a) tarafından derlenen en son ulusal sera gazı envanterleri kullanılmış, arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormancılıktan (LULUCF) kaynaklanan tarihsel karbondioksit (CO₂) emisyonları için uyumlaştırılmış ulusal sera gazı envanterlerine dayalı veri seti ile desteklenmiştir (Grassi ve *diğerleri* 2023). Bu metodolojik tercihler, 2. ve 3. bölümlerde ülke düzeyindeki emisyon tahminlerinde küçük farklılıklara neden olmaktadır.

3 Mevcut NDC'lerdeki küresel eğilimler bir sonraki NDC'ler için önemli rehberlik sağlamaktadır

NDC'ler Paris Anlaşmasının temelini oluşturmaktadır. Bunlar, ülkelerin gerçekleştirmeye yönelik tedbirler aldıkları ve ilerlemelerini raporladıkları taahhütlerdir. Her beş yılda bir sunulan her bir NDC, bir öncekinin ötesinde "bir ilerlemeyi temsil etmeli" ve her bir tarafın "mümkün olan en yüksek hırsını" ve "farklı ulusal koşullar ışığında ortak ancak farklılaştırılmış sorumluluklarını ve ilgili yeteneklerini" yansıtmalıdır. Bölüm 1'de açıklandığı üzere, bir sonraki NDC'ler, tarafları NDC'lerini 1,5°C ile ve "net sıfıra adil geçişlere yönelik" uzun vadeli düşük emisyonlu kalkınma stratejileriyle uyumlu hale getirmeye ve sektörlerle özgü küresel azaltım çabalarını ortaya koymaya çağıran ilk küresel envanter çalışmasının sonuçlarına göre belirlenecektir.

tarafları "ulusal olarak belirlenmiş bir şekilde" katkıda bulunmaya teşvik etmiştir. Daha fazla destek ve yatırım ihtiyacına dikkat çekmiştir. Emisyon Açığı Raporu, yeni veya güncellenmiş NDC'leri bildiren ülkelerin sayısını, bu güncellemelerin emisyonlar üzerindeki etkisini ve bu NDC'lerde yer alan emisyon azaltma hedefleriyle ilgili temel özellikleri izlemektedir (tablo 3.1).

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Taraflar Konferansı'nın (COP 28) yirmi sekizinci oturumunda alınan karar - daha önceki iki COP'ta alınan kararlar gibi - ülkelerden 2030 hedeflerini yeniden gözden geçirmelerini ve güçlendirmelerini talep etmiş olsa da, 1 Eylül 2024 tarihine kadar sadece üç ülke (Madagaskar, Namibya ve Panama) yeni veya güncellenmiş NDC sunmuş ve sadece Madagaskar 2030 hedefini güçlendirmiştir (Climate Watch 2024a). Bu sunumlar, orijinal NDC'lerini değiştiren veya güncelleyen Paris Anlaşması taraflarının toplam sayısını 168 toplam NDC'den 151'e (Avrupa Birliği ve 27 Üye Devletini tek bir taraf olarak sayarak) çıkarmıştır. Mevcut koşulsuz NDC'ler, tam olarak uygulandıkları takdirde, küresel 2030 sera gazı emisyonlarını ilk NDC'lere kıyasla yaklaşık 5.0 gigaton CO₂ eşdeğeri (GtCO_{2e}) (aralık: 2.2-8.0 GtCO_{2e}) veya koşullu NDC'ler de sayılırsa 5.3 GtCO_{2e} (aralık: 2.7-8.0 GtCO_{2e}) azaltacaktır.¹ Bu tahminler geçen yılki tahminlere benzerdir çünkü o zamandan bu yana yapılan NDC güncellemeleri oldukça küçüktür.

İlk NDC'lere kıyasla, artık daha fazla NDC sera gazı azaltım hedefleri içermektedir ve daha fazla hedef (hala azınlıkta olsa da) bir baz yılı göre mutlak azaltım hedefleridir. İkinci olarak, bu hedeflerin çoğunluğu artık ekonomi çapındadır - yani, bir ülkenin ekonomisinin belirli bölümleri yerine tamamını kapsamaktadır. Çok az sayıda NDC tüm sera gazlarını kapsarken, çoğunluğu üç ana gazı (CO₂, metan ve azot oksit) kapsamaktadır. Bu durum, tarafları "tüm sera gazlarını, sektörleri ve kategorileri kapsayan ve küresel ısınmanın 1,5°C ile sınırlandırılmasıyla uyumlu, farklı ulusal koşullar ışığında en son bilim tarafından bilgilendirilen iddialı, ekonomi çapında emisyon azaltma hedefleri" sunmaya teşvik eden ilk küresel envanterin sonuçları ışığında dikkate değerdir.²

¹ Veriler, 1 Haziran 2024 literatür kesim tarihi ile güncellenmiş NDC'lere sahip üç model grubundan gelmektedir (Keramidas ve ark. 2023; Meinshausen ve ark. 2023; Nascimento vd. 2023) ve iki açık kaynak aracı (Climate Action Tracker 2024b; Fransen vd. 2022, Climate Watch 2024a kullanılarak güncellenmiştir).

² Paris Anlaşması, gelişmiş ülke NDC'lerinin ekonomi çapında, mutlak emisyon azaltım hedeflerine sahip olmasını, gelişmekte olan ülkelerin ise zaman içinde ekonomi çapında hedeflere doğru ilerlemesini öngörmüştür.

Tablo 3.1 Paris Anlaşmasının COP 21'de kabul edilmesinden bu yana NDC özelliklerinin gelişimi

NDC özellikleri	COP 21 (2015)	COP 26 (2021)	COP 27 (2022)	COP 28 (2023)	EGR 2024
NDC sayısı:	NDC sayısı (LULUCF dahil küresel emisyonların %'si)				
İlk NDC'lere göre 2030 emisyonlarını azaltan	N/A	65 (63%)	79 (79%)	82 (80%)	83 (80%)
Sera gazı azaltım hedefi içeren	122 (85%)	143 (89%)	147 (91%)	148 (91%)	148 (91%)
Bazı yıla göre bir sera gazı azaltım hedefi içeren	35 (33%)	43 (34%)	44 (34%)	46 (35%)	46 (35%)
Referans senaryoya göre bir sera gazı azaltım hedefi içeren	74 (19%)	84 (19%)	87 (21%)	87 (20%)	87 (20%)
Sera gazı yoğunluğu hedefi içeren	7 (32%)	7 (33%)	7 (33%)	5 (32%)	5 (32%)
Hedef kapsamı					
Tüm sektörleri kapsayan bir sera gazı hedefi içeren (enerji; sanayi; atık; LULUCF)	46 (44%)	80 (53%)	85 (55%)	88 (55%)	89 (55%)
En azından CO ₂ , metan ve azot oksidi kapsayan bir sera gazı hedefi içeren	99 (53%)	125 (57%)	130 (58%)	132 (58%)	132 (58%)
Kyoto Protokolü'nde listelenen tüm sera gazlarını (CO ₂ , metan, azot oksit, hidroflorokarbonlar, perflorokarbonlar, sülfür hekzaflorür ve azot triflorür)	20 (29%)	22 (30%)	23 (31%)	23 (31%)	23 (31%)
Koşulluluk					
Tamamen koşullu olan	45 (12%)	34 (12%)	32 (12%)	33 (12%)	35 (12%)
Tamamen koşulsuz olan	30 (58%)	36 (62%)	34 (62%)	34 (61%)	34 (61%)
Hem koşullu hem de koşulsuz öğeler içeren	78 (20%)	96 (21%)	101 (21%)	101 (21%)	99 (21%)

Not: Bazı NDC'ler birden fazla türde sera gazı hedefi içermektedir.

Paris Anlaşması, küresel envanterin NDC'ler de dahil olmak üzere "Taraflara eylemlerini ve desteklerini güncelleme ve geliştirme konusunda bilgi vermesini" öngörmektedir. İlk küresel envanter çalışması 2023 yılında tamamlanmıştır. Paragraf 28'de ana hatlarıyla belirtildiği üzere, Tarafları bir dizi sektöre özgü "küresel çabaya" "ulusal olarak belirlenmiş bir şekilde" katkıda bulunmaya çağırılmaktadır. Bu hedefler ve bunlarla ilgili hedefler ve diğer tedbirleri içeren mevcut NDC'lerin sayısı tablo 3.2'de sunulmuştur. Bu analiz, NDC'lerin küresel çabalar karşısındaki yeterliliğini değil, uygunluğunu dikkate almaktadır. Örneğin, 2030 yılına kadar yenilenebilir enerji kapasitesini üç katına çıkarmaya yönelik küresel çaba için,

Yenilenebilir enerji kapasitesiyle ilgili bir hedef veya tedbir içeren herhangi bir NDC sayılmıştır. Ancak analiz, her bir NDC'deki veya NDC'lerdeki yenilenebilir tedbirlerin toplu olarak yenilenebilir kapasiteyi küresel olarak üç katına çıkaracak kadar güçlü olup olmadığını değerlendirmemektedir.

NDC'lerin büyük çoğunluğu yenilenebilir enerji ve enerji verimliliğinin teşvik edilmesiyle ilgili tedbirler içerirken, çok daha küçük bir kısmı azaltılmamış kömürün aşamalı olarak azaltılmasına ve fosil yakıtlardan uzaklaşmaya yönelik çabaları açıkça ele almaktadır.

Tablo 3.2 Küresel envanter sonuçlarıyla ilgili tedbirler içeren NDC'lerin sayısı

Küresel çaba (küresel envanter sonucu paragrafı)	İlgili önlemleri içeren NDC'lerin sayısı (Climate Watch 2024a)
Yenilenebilir enerji kapasitesinin 2030 yılına kadar üç katına çıkarılması (28a)	152
Enerji verimliliği iyileştirmelerinin küresel ortalama yıllık oranının 2030 yılına kadar iki katına çıkarılması (28a)	142
Azaltılmamış kömür enerjisinin aşamalı olarak azaltılmasına yönelik çabaların hızlandırılması (28b)	42
Küresel olarak net sıfır emisyonlu enerji sistemlerine yönelik çabaların hızlandırılması (28c)	151
Enerji sistemlerinde fosil yakıtlardan uzaklaşılması (28d)	27
Diğerlerinin yanı sıra yenilenebilir enerji, nükleer, azaltım ve uzaklaştırma teknolojileri de dahil olmak üzere sıfır ve düşük emisyonlu teknolojilerin hızlandırılması (28e)	151
CO ₂ dışı emisyonların küresel olarak önemli ölçüde azaltılmasının hızlandırılması (28f)	83
Karayolu taşımacılığından kaynaklanan emisyonların azaltılmasının hızlandırılması (28g)	139
Verimsiz fosil yakıt sübvansiyonlarının aşamalı olarak kaldırılması (28h)	Veri mevcut değil
Paris Anlaşması sıcaklık hedefine ulaşmak için, 2030 yılına kadar ormansızlaşma ve orman tahribatının durdurulması ve tersine çevrilmesine yönelik çabaların artırılması ve sera gazı yutakları ve rezervuarları olarak hareket eden diğer karasal ve deniz ekosistemleri de dahil olmak üzere doğanın ve ekosistemlerin korunması, muhafaza edilmesi ve restore edilmesi (33)	116

Bu analizin bir sonraki NDC turu için çıkarımları aşağıdaki gibidir. İlk olarak, ülkelerin 2030 hedeflerini güçlendirmeleri için tekrarlanan COP talepleri anlamlı bir ilerleme sağlamayı durdurmuştur, ancak küresel ısınmayı 1.5°C ile sınırlama olasılığını korumak için mevcut 2030 NDC hedeflerinden daha iyisini yapmak gerekmektedir (bkz. Bölüm 4). Bir sonraki NDC'lerin hazırlanması, küresel envanterin sonuçlarına yanıt olarak politika uygulamasının nasıl güçlendirileceğini düşünmek için bir fırsat sunmaktadır. İdeal olarak, bu hem daha iddialı 2035 hedeflerini mümkün kılacak hem de 2030 hedeflerinin aşılmasıyla, yani emisyonların mevcut NDC hedeflerinin altına çekilmesiyle sonuçlanacaktır. İkinci olarak, NDC hedeflerinin kapsamı ve kapsamı COP 21'den bu yana artmış olsa da, küresel emisyonların sadece yüzde 55'i ekonomi genelindeki hedefler kapsamındadır. NDC'lerin bir sonraki turu, küresel envanter sonuçlarında vurgulandığı gibi, hedef kapsamını geliştirmek için bir fırsat sunmaktadır. Son olarak, mevcut NDC'ler küresel envanter sonuçlarında belirlenen küresel çabaların birçoğuyla ilgili tedbirler içermekle birlikte, çoğu durumda bu tedbirlerin belirtilen hedeflere ulaşmak için yeterince güçlü olduğu henüz net değildir. Ayrıca, fosil yakıtlardan uzaklaşma gibi bazı küresel çabalar çoğu NDC'de açıkça yansıtılmamaktadır. Bu nedenle bir sonraki NDC turu, ülkelerin bu küresel çabalara katkılarını daha kapsamlı bir şekilde değerlendirmeleri ve şeffaf bir şekilde açıklamaları için bir fırsat teşkil etmektedir.

3 G20 ekonomilerinin NDC'lere yönelik ilerlemesi durdu

Bu bölümde, G20 üyelerinin 2030 NDC hedeflerine ulaşma yolunda toplu ve bireysel olarak kaydettikleri ilerleme değerlendirilmekte ve böylece NDC uygulama

boşluk. Kutu 3.1, değerlendirme için uygulanan analitik yöntemleri özetlemektedir. Değerlendirme, benimsenen politikaların beklenen emisyon azaltma etkisini ölçen emisyon senaryolarına dayanmaktadır.

2023 raporu ile karşılaştırıldığında, veri seti yıllık olarak yayınlanan çalışmalardan güncellemeleri içermektedir (Keramidas vd. 2023; Nascimento vd. 2023; Climate Action Tracker 2024; değerlendirmede dikkate alınan çalışmaların listesi için [cevrimici](#) olarak sunulan [ek B3'e](#) bakınız). Afrika Birliği, Avrupa Birliği gibi kuruluş çapında bir emisyon azaltma hedefine sahip olmadığı için değerlendirmeye alınmamıştır. Emisyon projeksiyonlarının değerlendirilmesine, emisyon projeksiyon çalışmalarına henüz tam olarak yansıtılmamış olan son önemli politika gelişmelerinin dikkate alınması eşlik etmektedir ([ek B](#)).

Bu bölüm, her bir G20 üyesinin kendi NDC hedeflerine yönelik uygulama çabalarının yeterliliğini değerlendirirken, Paris Anlaşması'nın iklim hedefine (bkz. Bölüm 5) göre bireysel G20 üyelerinin uygulama çabalarının yeterliliğini değerlendirmemektedir. Böyle bir değerlendirme, üzerinde fikir birliği bulunmayan mekân, zaman ve eşitlikle ilgili önemli temel varsayımlara bağlıdır (Lecocq ve Winkler 2024). Ülkelerin azaltım hedeflerini eşitlik temelli çaba paylaşımı yaklaşımlarına (Pan v d. 2017; Robiou du Pont vd. 2017; Robiou du Pont ve Meinshausen 2018; van den Berg vd. 2020) dayalı olarak sunan "yük paylaşımı" ve "adil paylaşım" literatürü tartışmalıdır (örneğin Dooley vd. 2021) ve ülkelerin kendileri de çeşitli yaklaşımlar benimsemektedir (Winkler vd. 2018) (ayrıca bkz. Bölüm 5). Ulusal hükümetler tarafından veya literatürde önerilen bazı adalet göstergeleri, uluslararası çevre hukukunun hakkaniyet ilkeleriyle uyumlu değildir (Rajamani ve ark. 2021).

Kutu 3.1 G20 üyelerinin kaydettiği ilerlemenin değerlendirilmesinin altında

2030 hedeflerine yönelik ilerlemenin güncellenmiş değerlendirmesi, bağımsız araştırma grupları tarafından yapılan emisyon projeksiyon çalışmalarının bir sentezine dayanmaktadır. Değerlendirmede dikkate alınan çalışmalar çoğunlukla 2022 ve 1 Haziran 2024 tarihleri arasında yayınlanmıştır. Çalışmaların bir listesi ve dahil edilmelerine ilişkin kriterler [ek B.2'de](#) mevcuttur. Önceki Emisyon Açığı Raporları ile uyumlu olarak, değerlendirme den Elzen *ve diğerlerinin* (2019) metodolojisini takip etmektedir. NDC hedefleri, belirli son tarihlere kadar kabul edilen ve uygulanan tüm politikaları yansıtan ve bu rapor için yasama kararları, yürütme emirleri veya eşdeğerleri olarak tanımlanan mevcut politikalar senaryosu altındaki emisyon projeksiyonları ile karşılaştırılmaktadır. Bu, resmi olarak ilan edilen plan veya stratejilerin tek başına uygun olmayacağı, ancak bu tür plan veya stratejilerin uygulanmasına yönelik münferit icra emirlerinin uygun olacağı anlamına gelir. En son kabul edilen ve bazıları Bölüm 3.3.3'te sunulan politikalar, kabul edilmelerinden önce hazırlandıkları için incelenen senaryo çalışmalarında dikkate alınmayabilir.

NDC'lerin koşulluluğunu değerlendirmek için Dünya Kaynakları Enstitüsü'nün kategorizasyonu uyarlanmıştır (Climate Watch 2022): Hindistan, Endonezya ve Meksika hem koşulsuz hem de koşullu NDC'lere sahiptir, Güney Afrika sadece koşullu bir NDC'ye sahiptir.

G20 koşulsuz NDC'ler toplamına dahil edilmiştir.

Bağımsız çalışmalara dayanan değerlendirme, ulusal hükümetler tarafından yayınlanan resmi projeksiyonlarla da karşılaştırılmıştır. En son Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi sunumlarındaki "Mevcut önlemlerle" senaryo projeksiyonlarının çoğu, mevcut politikalar senaryo projeksiyonları olarak kabul edilmektedir. Değerlendirmenin metodolojik sınırlamaları, önceki Emisyon Açığı Raporlarında açıklananlara benzerdir. Değerlendirme, NDC hedefi için 'zaman içinde nokta' emisyon projeksiyonlarına dayanmaktadır

ylı,³ ve LULUCF dahil emisyonlar üzerinde.

3.1 2030 NDC uygulama durumu

G20 üyelerinin toplu olarak şu miktarda salım yapması öngörülmektedir

2030 yılında koşulsuz NDC'ler altında 34 GtCO₂e (merkezi tahmin) ve mevcut politikalar senaryosu altında 35 GtCO₂e (merkezi tahmin) (bkz. kutu 3.1 ve [ek B](#)). Bu, 2019 seviyeleri ile aynıdır ve koşulsuz NDC'leri 1 GtCO₂e aşmaktadır. Mevcut politikalar senaryosunun 2030 yılı projeksiyonları geçen yılki rapora kıyasla biraz düşmektedir, ancak her ikisi de göreceli hedef bileşenlerine sahip olan Çin ve Hindistan'ın NDC'leri nedeniyle koşulsuz NDC senaryosu projeksiyonları da düşmektedir. Bu nedenle, koşulsuz NDC'ler için uygulama açığı geçen yılki değerlendirmeye benzer kalmaktadır (ülkeye özgü emisyon projeksiyonlarına ve bunların literatür aralığına [ek B.5](#), şekil B-1'den bakınız). Sonuçlar, koşulsuz NDC'lere ulaşmak için ülkeler ve sektörler arasında ek ve/veya daha sıkı politikaların benimsenmesi ve etkili bir şekilde uygulanmasının gerekli olduğunu güçlü bir şekilde ortaya koymaktadır.

Aralarında Çin, Hindistan ve Amerika Birleşik Devletleri'nin de bulunduğu on bir G20 ekonomisi için mevcut politikalar kapsamındaki tahminler geçen yılki değerlendirmeden daha düşükken, bu düşüşler geri kalan altı G20 ekonomisindeki artış tahminleriyle kısmen dengelenmiştir.⁴ Son altı ekonomi arasında en dikkat çekici olanı Endonezya'dır. 2030 mevcut politikalar senaryosu

Climate Action Tracker tarafından değerlendirilen "esir" kömür santrallerinden (yani sanayi tesislerine doğrudan enerji sağlayan şebeke dışı elektrik santralleri) daha önce bildirilmeyen emisyonlar ve Ortak Araştırma Merkezi tarafından revize edilen LULUCF emisyon projeksiyonları nedeniyle projeksiyonlar 0,3 GtCO₂e artmıştır.

Bireysel G20 üyelerinin en son koşulsuz NDC hedeflerine doğru ilerlemeleri, mevcut politikalarla hedeflere ulaşma olasılığına göre düzenlenmiş şekil 3.1'de daha ayrıntılı olarak gösterilmektedir. Genel olarak, on bir G20 üyesinin mevcut politikalarla NDC hedeflerine ulaşmada yetersiz kaldığı değerlendirilmektedir. Yukarıda açıklanan nedenlerden dolayı Endonezya'nın yanı sıra, Suudi Arabistan'ın da bu yıl NDC'sine ulaşma olasılığının daha düşük olduğu değerlendirilmektedir; bunun başlıca nedeni, varsayılan taban çizgileri hakkında daha fazla bilgi edinilmesinin ardından literatürde güncellenmiş NDC tahminlerinin revize edilmesidir. Avrupa Birliği, Fit for 55 paketi ve REPowerEU planı da dahil olmak üzere son politikaların olası etkilerini ölçen daha fazla çalışma nedeniyle artık NDC'sini karşılama yolunda olarak değerlendirilmektedir.

Mevcut politikalar temelinde NDC hedeflerini karşılayacağı öngörülen bazı G20 üyeleri, yeni veya güncellenmiş NDC'lerinde hedef seviyelerini güçlendirmemiş veya sadece orta düzeyde güçlendirmiş olanlardır (bölüm 3.2.1; den Elzen *vd.* 2022; Nascimento *vd.* 2024b). Üç G20 üyesi için, mevcut NDC'leri kapsamında öngörülen emisyonlar

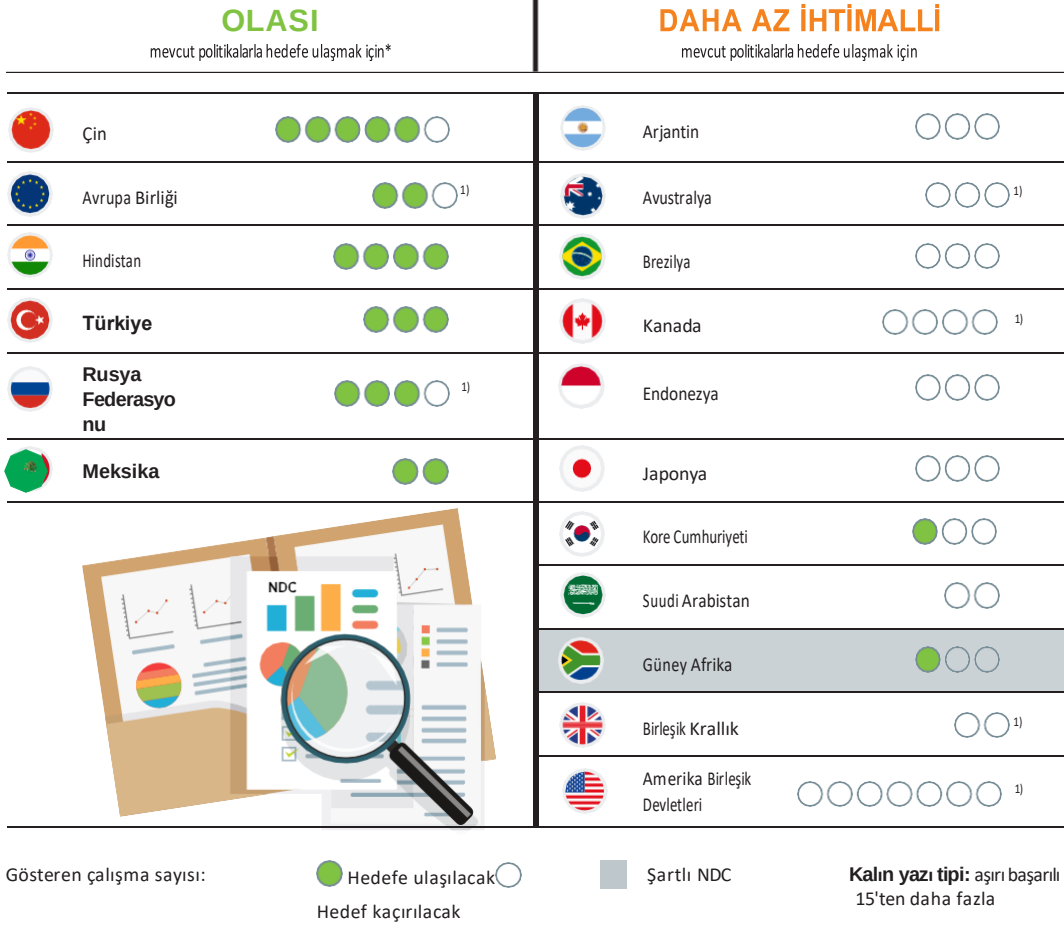
³ Bazı ülkeler de çok yıllık bir dönem için emisyon bütçesi belirlemektedir; bu hedeflerin değerlendirilmesi farklı sonuçlara yol açabilir.

⁴ Burada, Avrupa Birliği'nin de dahil olduğu on yedi G20 ekonomisi analiz edilmektedir.

politikaları, bu hedeflerin sunulmasından bu yana koşulsuz NDC hedef seviyelerinin önemli ölçüde altındadır ve bu nedenle uygulama açığını yapay olarak düşürmektedir. Eğer koşulsuz

NDC projeksiyonları bu üyeler için mevcut politika projeksiyonları ile değiştirildiğinde, G20 üyelerinin toplu uygulama açığı 1,9 GtCO₂e'ye yükselmektedir.

Şekil 3.1 Mevcut NDC hedeflerine ulaşılmasına yönelik ilerlemenin değerlendirilmesi



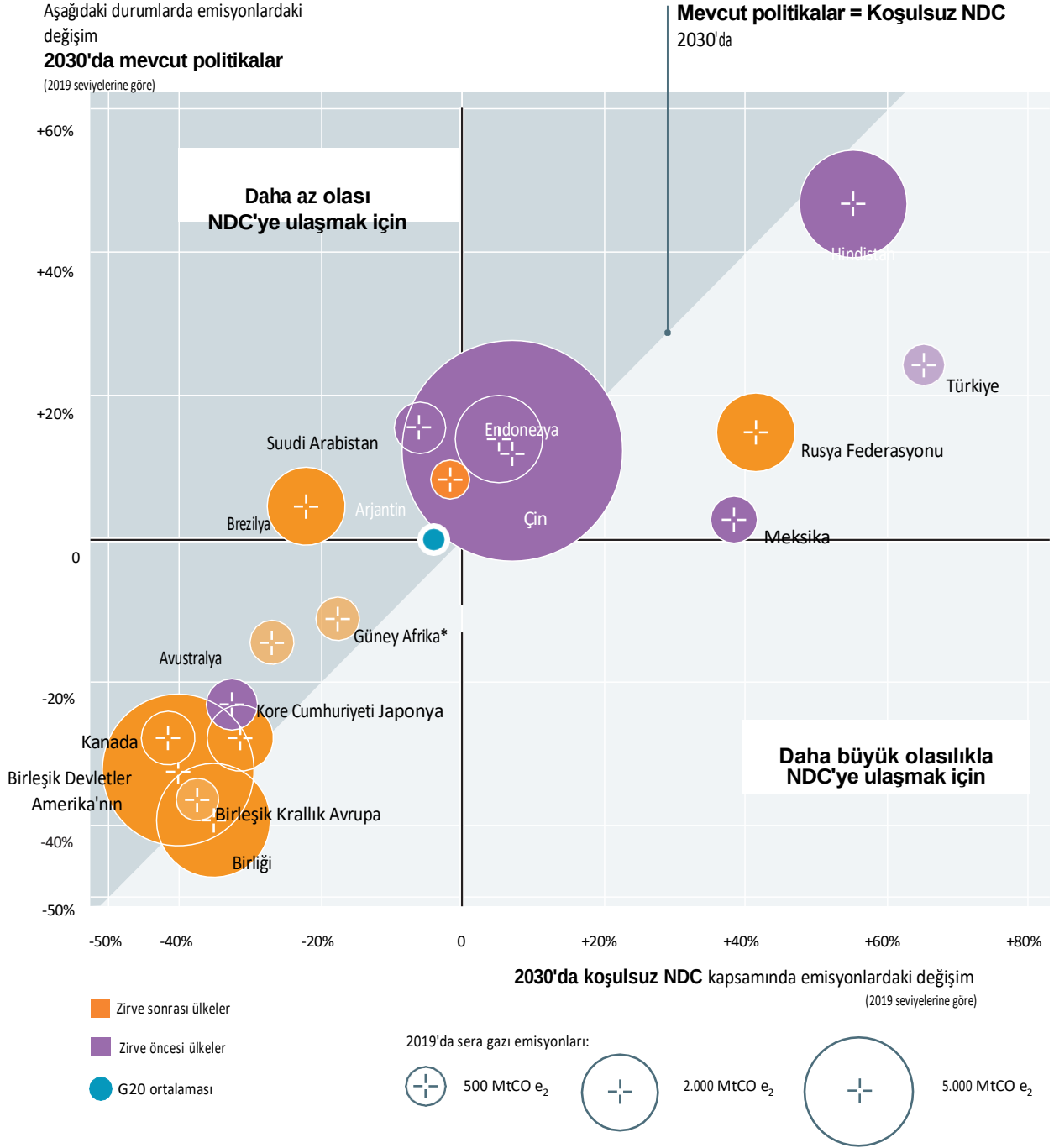
Not: Bu değerlendirmede ele alınan tüm NDC'ler, aksi belirtilmedikçe, koşulsuz NDC'lerdir. Afrika Birliği'nin 1 Haziran 2024 itibarıyla kuruluş çapında bir NDC'si bulunmamaktadır. Değerlendirme, çoğunlukla 2022 veya sonrasında yayınlanan bağımsız çalışmalara dayanmaktadır (incelenen çalışmaların listesi için [ek B2](#)'ye bakınız). Bir ülkenin mevcut NDC hedefine ulaşmasını öngören bağımsız çalışmaların sayısı, toplam çalışma sayısı ile karşılaştırılmış ve parantez içinde belirtilmiştir.

¹⁾ Resmi yayınlardan elde edilen mevcut politikalar senaryo projeksiyonları da incelenmiştir. Beş G20 üyesinin (Avustralya, Kanada, Avrupa Birliği, Birleşik Krallık ve Amerika Birleşik Devletleri) resmi yayınları, mevcut politikalar senaryoları altında 'zaman noktasında' NDC hedeflerine henüz ulaşmayı öngörmediklerini göstermektedir (Avustralya, İklim Değişikliği, Enerji, Çevre ve Su Bakanlığı 2024; Avrupa Çevre Ajansı 2023; Kanada Çevre ve İklim Değişikliği 2023; Capros vd. 2021; Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 2024); Rusya Federasyonu için, Beşinci İki Yıllık Raporun resmi projeksiyonları, ülkenin mevcut politikalarla NDC'sine ulaşacağını göstermektedir (Rusya Federasyonu 2023). Avrupa Birliği için, Avrupa Çevre Ajansı'nın resmi projeksiyonları, başta REPowerEU planı olmak üzere yakın zamanda kabul edilen bazı politikaların etkisini tam olarak hesaba katmamaktadır.

Hindistan, Endonezya ve Meksika'nın koşullu NDC'leri, 2030 yılında G20 toplam emisyonlarını yılda yaklaşık 0,8 GtCO₂e azaltacaktır. Hindistan ve Meksika'nın şartlı NDC'lerini karşılayacağı öngörülmektedir (sırasıyla 4 çalışmanın 4'ü ve 3 çalışmanın 2'si). Şekil 3.2'de gösterildiği üzere, G20 üyeleri arasında, uygulama boşluklarının yanı sıra 2019 seviyelerine göre 2030'da öngörülen emisyonlarda geniş bir çeşitlilik vardır. Köşegen boyunca yer alan değerler

uygulama boşluğu olmadığı anlamına gelirken, köşegenin altındaki değerler ülkelerin NDC'lerine ulaşma ihtimalinin daha yüksek olduğunu, köşegenin üzerindeki değerler ise mevcut politikalar temelinde mevcut NDC hedeflerine ulaşma ihtimalinin daha düşük olduğunu göstermektedir. Şekil ayrıca, toplu olarak, 2030'daki G20 hedeflerinin, 2°C'ye uyum sağlamak için gereken ortalama küresel azaltma yüzdesinden uzak kaldığını göstermektedir. 1,5°C senaryoları (bkz. Bölüm 4).

Şekil 3.2 2019 emisyonlarına göre 2030 yılına kadar G20 üyeleri için toplu ve bireysel olarak mevcut NDC hedeflerinin ve uygulama boşluklarının görünümü



Not: Güney Afrika (yıldızla gösterilmiştir) hariç, şekil koşulsuz NDC taahhütlerini içermektedir. Köşegen çizginin altındaki G20 üyeleri, mevcut politikalarla dayanak NDC'lerini karşılama olasılıklarının yüksek olduğunu göstermektedir. G20 ortalaması, 2019'daki sera gazı emisyonlarının büyüklüğü belirtilmeden gösterilmiştir.



332 Kişi başına düşen emisyonlar

Yukarıdaki bulguları desteklemek ve bölüm 2'yi tamamlamak amacıyla, şekil 3.3'te 2019 yılındaki kişi başına düşen sera gazı emisyonları ve NDC ve mevcut politikalar senaryoları kapsamında 2030 yılı için öngörüler sunulmaktadır. Genel olarak, 2023'e kıyasla sınırlı değişiklikler söz konusudur; en son NDC'ler kapsamında G20 üyelerinin 2030'daki ortalama kişi başı emisyonlarının mevcut politikalar senaryosuna (7,0 tCO_{2e}) kıyasla sadece marjinal düzeyde daha düşük (6,8 tCO_{2e}) olacağı öngörülmektedir.

Bölüm 2'deki bulguları yansıtan şekil 3.3, kişi başına düşen emisyonların G20 üyeleri arasında büyük farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır. Emisyonları zirveye ulaşmış olan G20 üyeleri ile henüz zirveye ulaşmamış olan G20 üyeleri arasında 2019 ve 2030 yılları arasında öngörülen eğilimler önemli ölçüde farklıdır (daha fazla tartışma için bkz. bölüm 3.4.3). Kişi başına düşen emisyonların, emisyonları zirve yapmış olan çoğu G20 üyesi için 2030 yılına kadar önemli ölçüde azalacağı öngörüldürken, emisyonları henüz zirve yapmamış olan G20 üyeleri arasındaki eğilimler, kısmen ekonomik durumlarının geldiği aşamaya bağlı olarak çok çeşitlidir. Bununla birlikte, 2030 yılında kişi başına emisyonların, hem mevcut politikalar hem de NDC senaryoları altında neredeyse tüm G20 üyeleri için küresel ortalama 1,5°C'ye uyumlu seviyelerden önemli ölçüde yüksek kalacağı tahmin edilmektedir. Bazı G20 üyeleri için 2030 yılındaki emisyon seviyeleri, küresel 1,5°C uyumlu seviyelerin üç katı üzerinde olacaktır.

333 İç politikadaki gelişmeler

Bölüm 3.3.2'deki projeksiyonlar en son politika gelişmelerini içermemektedir, çünkü bunların çoğu henüz yansıtılmamıştır

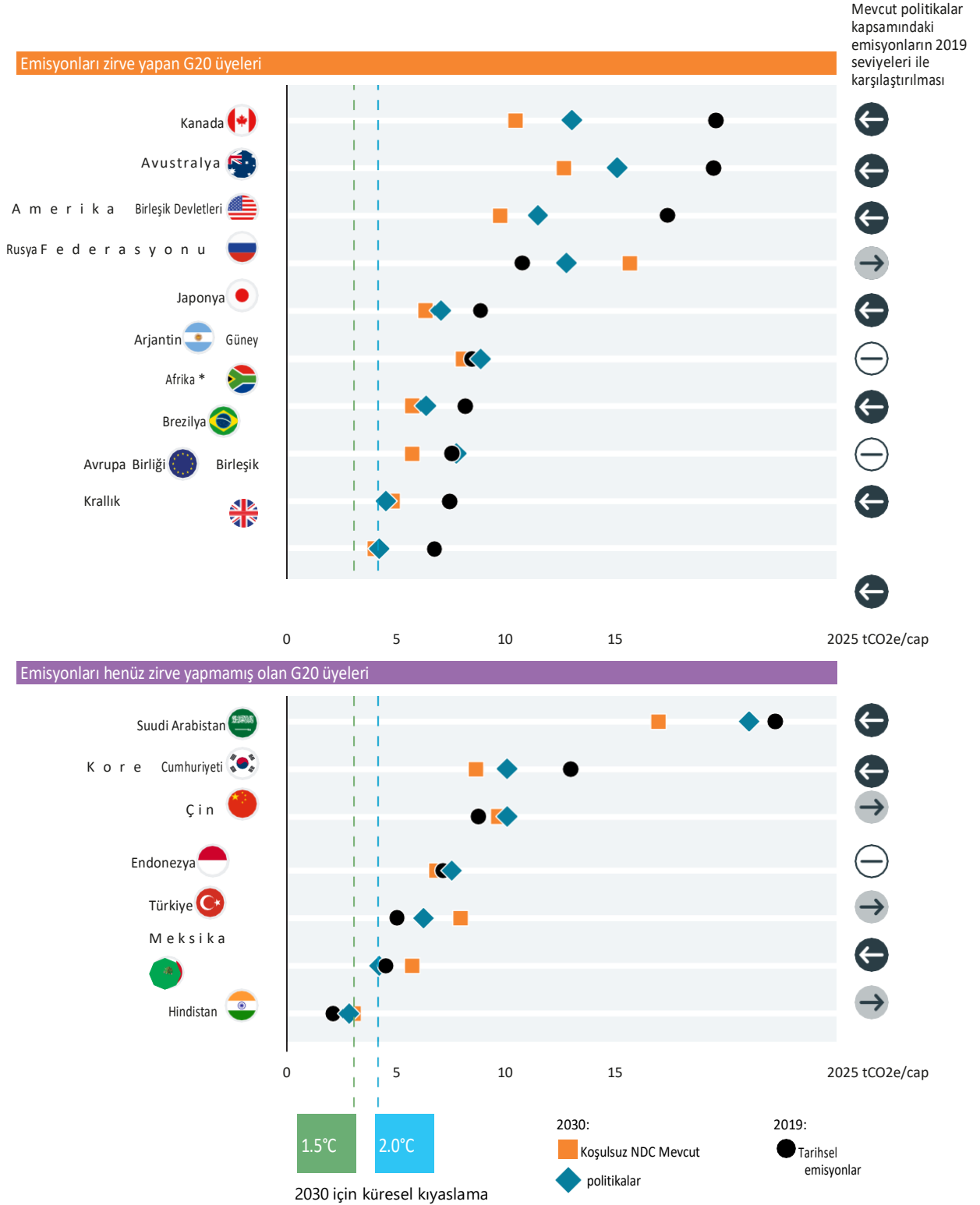
modellerde. Bu raporun önceki baskılarına paralel olarak, gelecekteki sera gazı emisyon yörüngelerini etkileyebilecek belirli politikaları belirlemek için G20'nin son politika güncellemelerinin (2023 ortasından 2024 ortasına kadar) sistematik bir incelemesi yapılmıştır. İnceleme, son çalışmalarda küresel veya ulusal uygulama boşluklarını azaltmada olumlu veya olumsuz etkileri olduğu ölçülen veya analiz edilen politikalara odaklanmıştır. İnceleme, hakemli literatürden (Nascimento vd. 2024c) başlamış, ardından ilgili G20 üyelerindeki ulusal politika uzmanlarının değerlendirmeleri ve inceleme süreci boyunca ulusal hükümetlerden gelen girdilerle devam etmiştir.

İnceleme, birçok G20 üyesinde iklim politikasının ilerlemiş olmasına rağmen, 2030'a doğru emisyonlar üzerindeki etkilerini değerlendiren çalışmaların hala eksik olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, geçen yılki değerlendirmeden bu yana G20 üyelerinin benimsediği politikaların 2030 yılında küresel emisyonlar üzerinde önemli etkileri olup olmayacağını değerlendirmek mümkün olmamıştır.

İnceleme ayrıca, bazı durumlarda, son iklim politikalarının etkisinin, G20 üyelerinin kendi sınırları içindeki veya dışındaki çelişkili politikalar veya gelişmeler tarafından kısmen iptal edilebileceğini ortaya koymuştur (örneğin Nascimento ve ark. 2024c).

Ek B, seçilmiş G20 üyeleri için bu son politika güncellemelerine kapsamlı olmayan bir genel bakış sunmaktadır. Genel bakış yukarıda açıklandığı şekilde sistematik olarak geliştirilmiş olsa da, doğrudan iklim motivasyonuyla yönlendirilmeyenler de dahil olmak üzere, kapsanmayan politikaların yine de önemli emisyon azaltımlarıyla sonuçlanabileceği ve zaman içinde daha sıkı politikaların uygulanmasını destekleyebileceği kabul edilmektedir.

Şekil 3.3 Mevcut politikalar ve koşulsuz NDC'ler tarafından ima edilen G20 üyesi kişi başına emisyonlar (LULUCF dahil), 1,5°C ile uyumlu küresel ortalama seviyelerle karşılaştırıldığında



Not: Mevcut politikalar ile 2019 seviyeleri arasındaki kişi başına emisyon farkının +/- yüzde 5'ten az olduğu G20 üyeleri için, önemli bir değişiklik olmadığını belirtmek üzere ok yerine düz bir çizgi kullanılmıştır. i) Güney Afrika için koşullu NDC dikkate alınmıştır; ii) 2030 projeksiyonları için, veri kaynakları için [ek B3'e](#) bakınız. Merkezi tahminler, beş veya daha fazla çalışma mevcut olduğunda medyan değerlerdir, aksi takdirde den Elzen ve diğerlerinin (2019) yaklaşımını izleyen ortalama değerlerdir; iii) ülke başına tarihsel ve öngörülen (orta doğurganlık varyantı) nüfus verileri Birleşmiş Milletler Dünya Nüfus Beklentileri 2024'ten alınmıştır (Ekonomik ve Sosyal İşler Bakanlığı, Nüfus Bölümü 2024); iv) 2019 için tarihsel emisyon verileri, enerji ve sanayi emisyonları için en son ulusal sera gazı envanterlerinden (Nascimento vd. 2024a) ve AKAKDO için Grassi vd. (2023) ulusal envanterlere dayalı AKAKDO için; v) NDC taahhütleri senaryosu için G20 toplam emisyonlarını tahmin etmek amacıyla Hindistan, Rusya Federasyonu ve Türkiye için mevcut politikalar senaryosu kapsamındaki emisyon projeksiyonları kullanılmıştır; vi) Küresel ortalama 1,5°C ölçütü (>%50 şans, aşım yok veya düşük aşım) bu raporun 4. bölümündeki bulgulara dayalı olarak hesaplanmıştır; entegre değerlendirme modellerinden elde edilen emisyon tahminleri, arazi kullanımı emisyon muhasebesindeki farklılıkları ayarlamak için değerlendirme dönemi boyunca (2019-2030) 6 GtCO2e dengelenmiştir.

34 Uzun vadeli ve net sıfır taahhütlerdeki gelişmeler endişelenmek için nedenler gösteriyor

341 Uzun vadeli ve net sıfır taahhütlerde küresel gelişmeler

1 Eylül 2024 itibarıyla, 107 ülkeyi temsil eden ve küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık yüzde 82'sini kapsayan 101 taraf, ya yasada (28 taraf), ya NDC veya uzun vadeli strateji gibi bir politika belgesinde (56 taraf) ya da üst düzey bir hükümet yetkilisi tarafından yapılan bir duyuruda (17 taraf) net-sıfır taahhütlerini kabul etmiştir.⁵ 2023 Emisyon Açığı Raporundan bu yana, sadece Romanya net-sıfır hedefi eklemiştir. Küresel sera gazı emisyonlarının yüzde 2'sini kapsayan ilave on iki taraf, uzun vadeli stratejilerinin bir parçası olarak başka bir (net-sıfır olmayan) sera gazı azaltım hedefine sahiptir. 2019 küresel sera gazı emisyonlarının toplam yüzde 37'si 2050 veya öncesi için net-sıfır hedefler kapsamında yer alırken, küresel emisyonların yüzde 45'i 2050'den sonraki yıllar için net-sıfır taahhütler kapsamındadır. Küresel emisyonların yüzde 0,1'ini temsil eden beş taraf, halihazırda net sıfır emisyonu ulaştıklarını ve bu durumu sürdürmeyi açıkça taahhüt ettiklerini bildirmiştir.

Net-sıfır hedeflerinin kapsamı çeşitlilik göstermektedir; bazıları ekonominin tüm sera gazlarına ve sektörlerine uygulanırken, diğerleri sektörlerin ve gazların bir alt kümesine uygulanmaktadır. Toplam 73 net-sıfır hedefi tüm sektörleri kapsarken, geri kalanı sektörel kapsamı belirtmemektedir. Toplam 51'i tüm gazları kapsamakta, 11'i tüm gazlardan daha azını kapsamakta ve geri kalanı belirtilmemektedir. Net-sıfır hedefleri olan ülkelerin büyük çoğunluğu, hedeflerinin uluslararası gemicilik ve havacılığı kapsayıp kapsamadığını ve uluslararası denkleştirmelerin kullanımına izin verip vermediklerini belirtmemektedir. Altı taraf brüt emisyon azaltımı ve karbon giderimi için ayrı hedefler belirlemiş ve hem azaltımların hem de giderimlerin net sıfır hedeflerine ulaşmada oynayacağı öngörülen rolü açıkça kabul etmiştir.

342 G20 üyelerinin net sıfır taahhütlerine ilişkin uygulama detayları

Mevcut küresel emisyonların dörtte üçünden sorumlu olan G20 üyeleri, küresel emisyonların net sıfıra ne zaman ulaşacağını büyük ölçüde belirleyecektir. Cesaret verici bir şekilde, Meksika ve Afrika Birliği dışındaki tüm G20 üyeleri net sıfır hedefleri belirlemiştir. Bununla birlikte, genel olarak, yasal statü, uygulama planlarının varlığı ve kalitesi ve yakın vadeli emisyon yörüngelerinin net sıfır hedefleriyle uyumu dahil olmak üzere net sıfır uygulamasına duyulan güvenin temel göstergelerinde sınırlı ilerleme kaydedilmiştir (Rogelj *vd.* 2023).

Şekil 3.4, G20 üyelerinin net sıfır hedeflerinin temel özelliklerinin üç bağımsız izleyiciye (Climate Action Tracker 2024b; Climate Watch 2024b; Net Zero Tracker 2024) dayanan bir meta analizini sunmaktadır. (Bu analize dahil edilme kriteri, bir takipçinin G20 üyelerinin çoğunluğunun net sıfır hedeflerini takip etmesi gerektiğidir). Dokuz G20 üyesinin yasal olarak bağlayıcı net sıfır hedefleri vardır - geçen yılki değerlendirmede olduğu gibi - 12'si ise bir uygulama planı yayınlamıştır. Bununla birlikte, bu uygulama planlarının çoğunluğu, uygulamaya ayrıntılı bir düzeyde rehberlik edecek somut ayrıntılardan ve kilometre taşlarından yoksundur; yalnızca üç tarafın (Avrupa Birliği, Fransa ve Birleşik Krallık) planları, değerlendirilen iki izleme veritabanında (Climate Action Tracker 2024b; Net Zero Tracker 2024) net sıfır hedefine ulaşmak için öngörülen yollar veya önlemler hakkında en üst düzeyde bilgi sağlayan planlar olarak derecelendirilmiştir. Emisyonları zirveye çıkarmak net sıfıra ulaşmak için bir ön koşul olduğundan, emisyonları mümkün olan en kısa sürede ve mümkün olan en düşük seviyede zirveye çıkarmayı planlarken, daha sonra karbonsuzlaştırmanın temelini atmak, emisyonların henüz zirveye çıkmadığı ülkeler için uygun bir yakın vadeli planlama odağıdır (bkz. bölüm 3.4.3'te daha fazla tartışma).

Şekil 3.4 G20 net sıfır hedefi durumu ve ayrıntıları

		Kaynak	Hedef yıl	Tüm sektörleri ve gazları kapsar	Karbon giderimi hakkında şeffaf bilgi	Yayınlanmış plan	İnceleme süreci	Yıllık raporlama
Emisyonları zirve yapan G20 üyeleri								
	Arjantin	politika belgesinde	2050	✓	✗	✗	?	✗
	Avustralya	hukukta	2050	✓	✓	[sonuçsuz]	✓	✓
	Brezilya	politika belgesinde	2050	?	✗	✗	?	✗
	Kanada	hukukta	2050	✓	✓	✓	✓	✓
	Avrupa Birliği	hukukta	2050	✓	✓	✓	✓	✓
	Fransa	hukukta	2050	✓	✓	✓	✓	✓
	Almanya	hukukta	2045	✓	✓	✓	✓	✓
	İtalya	politika belgesinde	2050	✓	✓	✓	[değerlendirilmedi]	✓
	Japonya	hukukta	2050	✓	✗	✓	✓	✓
	Rusya Federasyonu	hukukta	2060	✓	✓	✓	✓	✗
	Güney Afrika	politika belgesinde	2050	✓	✗	✗	?	✗
	Birleşik Krallık	hukukta	2050	✓	✓	✓	✓	✓
	Amerika Birleşik Devletleri Amerika	politika belgesinde	2050	✓	✓	✓	✓	✓
Emisyonları henüz zirve yapmamış olan G20 üyeleri								
	Afrika Birliği	net sıfır hedefi yok						
	Çin	politika belgesinde	2060	?	✗	✓	✓	✓
	Hindistan	politika belgesinde	2070	✓	✗	✗	?	✗
	Endonezya	politika belgesinde	2060	✓	✗	[sonuçsuz]	?	✗
	Meksika	net sıfır hedefi yok						
	Kore Cumhuriyeti	hukukta	2050	✓	✓	✓	✓	✓
	Suudi Arabistan	hükümet duyurusu	2060	?	✗	✗	?	✗
	Türkiye	politika belgesinde	2053	✓	✗	✓	?	✗

✓ Gerçekleştirildi ✓ Kısmen yerine getirildi ✗ Yerine getirilmedi ? Bilgi yok

Not: Her bir G20 net sıfır hedefinin değerlendirildiği göstergeler ve kriterler hakkında daha fazla bilgi [ek B'](#)de yer almaktadır.

38 G20 NDC'lerinin ve uzun vadeli taahhütlerin zirve ve net sıfıra yönelik etkileri

Isınmayı 1,5°C (> % 50) ile sınırlayan senaryolarda, küresel emisyonlar 2025'ten önce zirveye ulaşır, 2050'lerin başında net sıfır CO₂ ve yüzyılın sonlarında net sıfır sera gazı (Shukla *et al.* eds. 2022). Farklı ulusal koşullar ışığında ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ve ilgili kabiliyetler ilkesi ve bugüne kadar görülen ısınma için farklı tarihsel sorumluluklar, ülkelerin bu kriterlere doğru birlikte hareket etmeyeceğini göstermektedir. Hem Paris Anlaşması hem de ilk küresel değerlendirme sonucu, zirveye ulaşmanın "gelişmekte olan ülkeler için daha uzun zaman alacağını" ve "sürdürülebilir kalkınma, yoksulluğun ortadan kaldırılması ihtiyaçları ve eşitlik tarafından şekillendirilebileceğini ve farklı ulusal koşullarla uyumlu olabileceğini" belirterek, zirveye ulaşma konusunda açıkça farklılıklar öngörmektedir. Bu bağlamda, küresel emisyonların büyük çoğunluğunu oluşturan G20 üyelerinin emisyon yörüngeleri özellikle önemlidir.

Bu nedenle, bu bölümde G20 üyelerinin mevcut emisyonları, NDC'leri ve net sıfır hedeflerinin ima ettiği şekilde zirve ve net sıfıra yönelik emisyon yörüngeleri incelenmektedir.⁶ Bu bölümde, bu hedeflerin veya bunlara ulaşmaya yönelik yolların, farklı ulusal koşullar ışığında, ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ilkesi ve ilgili kabiliyetlerle tutarlı olup olmadığı değerlendirilmemektedir.

G20 üyeleri, maksimum emisyon yıllarının envanter verilerinin mevcut olduğu en son yıldan en az beş yıl önce gerçekleşmesi halinde emisyonları zirve yapmış olarak kategorize edilmektedir; ancak bu tanım zirve yılını takip eden emisyon eğilimlerini dikkate almamaktadır.⁷ Bu tanıma göre, G20 üyelerinin onunda net emisyonlar zirve yapmıştır. Şekil 3.5, bu üyelerde 2030 yılına kadar NDC'lerin ima ettiği emisyon değişim oranını ve 2030'dan sonra karşılık gelen net sıfır hedeflerinin ima ettiği emisyon değişim oranını göstermektedir.

Bu ülkelerin çoğu için mevcut NDC hedefleri, net sıfıra ilerlemenin geriye doğru yüklenmesini göstermektedir. Yani, hedef yıla kadar net sıfıra ulaşmak için 2030'dan sonra karbonsuzlaştırma oranlarının hızlanması gerekecektir, çoğu yüzde 20 veya daha fazla. Emisyon azaltımları geri yüklendiğinde, net sıfır yılından önce daha büyük kümülatif emisyonlar meydana gelir ve azaltımların geri yüklenmediği duruma göre daha fazla ısınmaya katkıda bulunur. Sadece üç ülke (Kanada, Birleşik Krallık ve Amerika Birleşik Devletleri)

net sıfır hedeflerine ulaşmak için 2030 sonrası karbonsuzlaştırmayı hızlandırmak. Ancak kritik olarak, bu üç ülkeden hiçbirinin mevcut politikalar altında NDC'sine ulaşması muhtemel değildir - bu nedenle hepsinin yakın vadede karbonsuzlaşmayı hızlandırması gerekecektir. Emisyonları 1990 yılında zirve yapmış olmasına rağmen şu anda artmakta olan Rusya Federasyonu'nun net sıfır hedefine ulaşabilmesi için rotasını tamamen tersine çevirmesi gerekecektir. Emisyonların zirve yaptığı G20 üyeleri için, zirve ile net sıfır emisyon arasındaki süre en az 37 yıldır (Japonya) ve Avrupa Birliği ve Rusya Federasyonu için 60 yıl veya daha fazlasına uzanmaktadır.

Envanter verilerinin mevcut olduğu en son yıldan beş yıl öncesi itibarıyla net emisyonları henüz zirveye ulaşmamış olan yedi G20 üyesi için, bu bölüm zirveye ulaşmaya yönelik zımni veya açık taahhütleri belgelemektedir (Şekil 3.5). Bu G20 üyelerinden üçü (Endonezya, Meksika ve Kore Cumhuriyeti) sera gazı emisyonlarını 2030 yılına kadar zirveye çıkarmayı açıkça veya zımnen taahhüt ederken, Çin CO₂ emisyonlarını 2030'dan önce zirveye çıkarmayı taahhüt etmektedir. Bir tanesi (Türkiye) 2030 ile 2040 yılları arasında (2038'de) zirveye ulaşmayı taahhüt etmektedir. Geri kalan G20 üyeleri (Hindistan ve Suudi Arabistan) NDC'lerine göre 2030'a kadar zirve yapmayacak ve net sıfır taahhütleri dışında 2030 sonrası emisyon yörüngelerini belirtmeyeceklerdir. Net sıfır hedeflerine ulaşmak için, bu gruptaki ülkelerin zirve noktasından net sıfır emisyonuna halihazırda zirve yapmış olan ülkelere çok daha kısa sürede geçmeleri gerekecektir - 37 ila 60 yıldan fazla bir süreye karşılık 15 ila 40 yıl içinde.

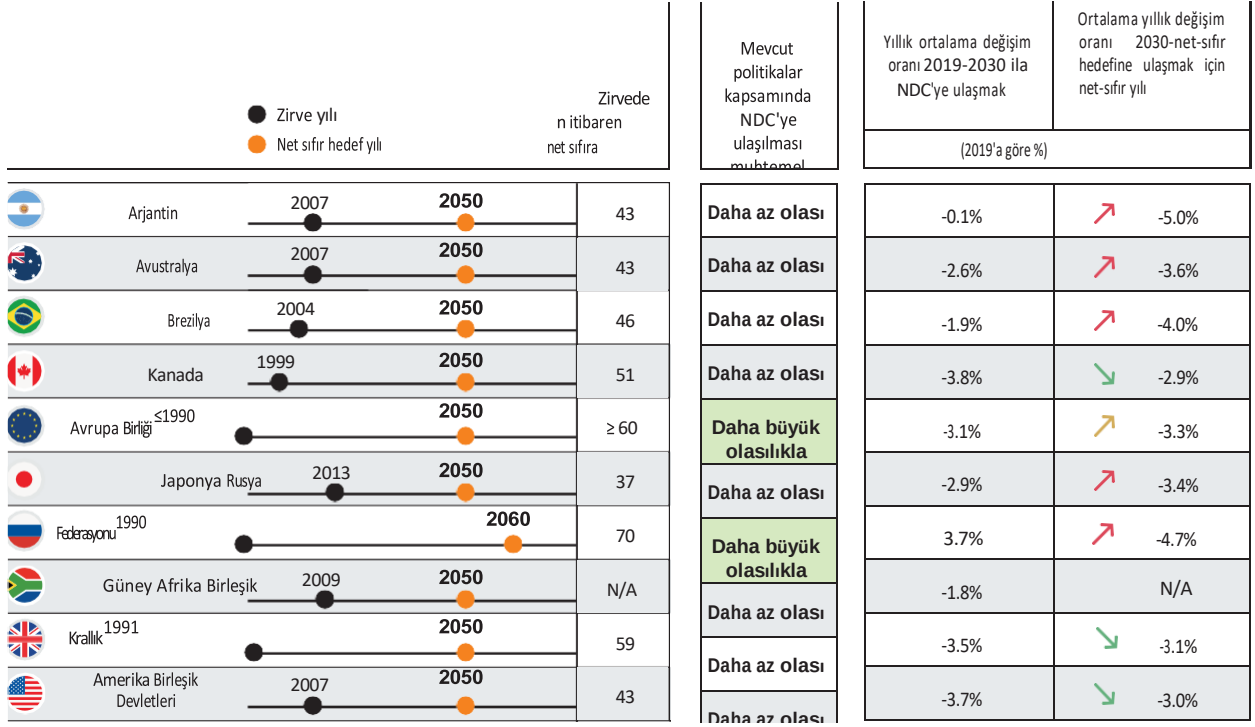
Bu analiz, G20 üyelerinin NDC'lerinde ima edildiği gibi net sıfır hedeflerine ulaşma konusundaki mevcut yaklaşımlarındaki sınırlamaları vurgulamaktadır. Emisyonların halihazırda zirve yaptığı ülkelere, çoğu NDC hedefi, emisyon azaltımlarının daha sonraki yıllara erteleneceğini ve bunun da yakın vadede daha yüksek kümülatif emisyonlarla birlikte daha sonraki on yıllarda zorlu dekarbonizasyon oranlarıyla sonuçlanacağını öne sürmektedir. Bu ülkelere yakın vadede daha fazla hırs, kümülatif emisyonları azaltırken, daha sonra potansiyel olarak gerçekçi olmayan hızlı dekarbonizasyona güvenmekten kaçınılabilir. Emisyon azaltımları geri yüklenmemiş olan ülkeler, henüz NDC'lerini gerçekleştirme yolunda değiller ve bu da daha fazla yakın vadeli zirve yapmadığı ülkelere, zirve ile net sıfır arasında öngörülen süre oldukça kısadır. Bu zaman çerçevesine bağlı kalmak, yakın vadede daha erken ve daha düşük zirve için çaba göstererek ve sonrasında hızlı düşüş için zemin hazırlayarak kolaylaştırılacaktır.

⁶ Bu analiz, ortak bir NDC veya net sıfır hedefi olmadığı için Afrika Birliği'ni ve Avrupa Birliği ile bir NDC paylaştıkları için Fransa, Almanya ve İtalya'yı hariç tutmaktadır.

⁷ Bu değerlendirmenin amaçları doğrultusunda, maksimum emisyon yılı en son envanter verilerinin mevcut olduğu yıldan (ülkeye bağlı olarak 2019-2023) en az beş yıl önce gerçekleşmediği sürece ülkeler zirve yapmış olarak kabul edilmemektedir. Şekilde yer alan bazı ülkelerin 3.5 maksimum emisyon seviyelerini çoktan geçmiştir ancak beş yıllık müteakip envanter verileri henüz mevcut olmadığı için henüz zirve yapmış olarak kategorize edilmemiştir. Örneğin, Kore Cumhuriyeti'nin emisyonları 2018'den 2021'e (mevcut en son veriler) kadar azalmıştır. Bu eğilim 2022 ve 2023 verileri elde edildikçe devam etseydi, Kore Cumhuriyeti 2018'de emisyonları zirveye ulaşmış olarak sınıflandırılacaktı.

Şekil 3.5 G20 üyelerinin ima edilen emisyon yörüngeleri

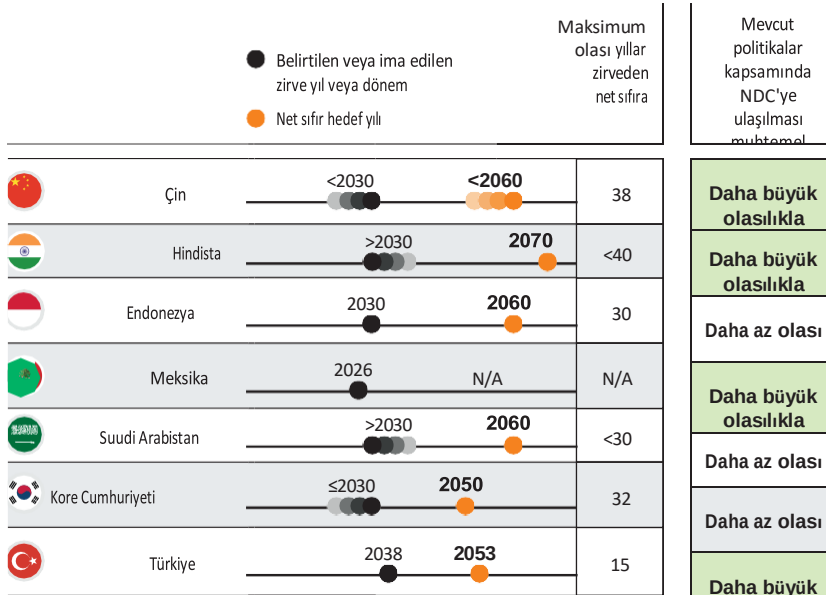
Emisyonları zirve yapan G20 üyeleri



NDC'ye ulaşıldığı varsayılarak 2030 sonrası dekarbonizasyon oranı:

hızlanma ihtiyacı ↗ hızlanmaya gerek yok ↘

Emisyonları henüz zirve yapmamış olan G20 üyeleri



Not: Emisyon rakamları LULUCF dahil sera gazı emisyonları içindir. Güney Afrika'nın net sıfır hedefi sadece CO₂'yi kapsarken, NDC'si tüm sera gazlarını kapsamaktadır, bu nedenle 2030 sonrası sera gazları için bir değişim oranı veya zirveden net sıfır sera gazına kadar geçen yılları hesaplamak mümkün değildir. Güney Afrika'nın 2019-2030 yılları arasındaki değişim oranı, koşullu NDC'si temelinde hesaplanmıştır. İhtiyaç duyulan hızlanma yüzde 10'dan az ise, ülkelerin 2030 sonrası karbonsuzlaştırmayı "marjinal" olarak hızlandırması gerektiği belirtilmiştir.

4

2030 ve 2035'teki emisyon açığı

Baş yazarlar:

Joeri Rogelj (Imperial College London, Büyük Britanya ve Kuzey İrlanda Birleşik Krallığı; Uluslararası Uygulamalı Sistem Analizi Enstitüsü [IIASA], Avusturya), Michel den Elzen (PBL Hollanda Çevre Değerlendirme Ajansı, Çevre Çalışmaları Enstitüsü, Vrije Universiteit Amsterdam Hollanda) ve Joana Portugal-Pereira (Universidade Federal do Rio de Janeiro [UFRJ], Brezilya)

Katkıda bulunan yazarlar:

Giacomo Grassi (Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi [JRC], İtalya) Neil Grant (Climate Analytics Almanya) Robin Lamboll (Imperial College London, Birleşik Krallık), Shivika Mittal (Cicero, Norveç) ve Saritha Sudharma Vishwanathan (Indian Institute of Ahmedabad Hindistan; Kyoto Üniversitesi Japonya)

41 Giriş

Bu bölüm, en son ulusal olarak belirlenen katkıların (NDC'ler) tam olarak uygulanmasından kaynaklanan tahmini küresel sera gazı (GHG) emisyonları ile ısınmayı 1,5°C'den 2°C'ye kadar belirli seviyelerde sınırlayan en düşük maliyetli yollar altındaki emisyonlar arasındaki farkı ifade eden emisyon açığı değerlendirmesini güncellemektedir. Bu bölüm ayrıca NDC hedeflerine mevcut politikalarla ulaşıp ulaşılamayacağını veya taahhüt edilen sera gazı emisyon azaltımları ile mevcut politikalar kapsamında öngörülenler arasında bir uygulama boşluğu olup olmadığını incelemektedir. Ne taahhütler ne de politikalar geçen yıla kıyasla önemli ölçüde değişmemiştir. Isınmanın belirli sıcaklık seviyeleriyle sınırlandırılmasıyla uyumlu en düşük maliyetli yollar da aynı kalmaktadır, ancak bu yılki rapor, 2020'den bu yana kaybedilen zamanın 2030'a kadar derin emisyon azaltımlarına ulaşılması üzerindeki etkilerini vurgulamaktadır.

Bölüm 4, Paris Anlaşmasının uzun vadeli sıcaklık hedefine ulaşma olasılığını korumak için şu anda nelerin gerekli olduğuna ve bir sonraki NDC'lerde (2035 için azaltım hedeflerini içerecek) nelerin gerekli olacağına odaklanmaktadır. Bu bağlamda, bu bölümün yanıtladığı kilit sorular şunlardır:

Küresel ısınmanın 2030, 2035 ve 2050 yıllarında 2°C'nin çok altında ve tercihen 1,5°C'de sınırlandırılması için küresel kilometre taşları nelerdir?

Mevcut taahhütler ve politikalar 2030 ve 2035'te hangi emisyon seviyelerine yol açıyor ve bunlar küresel kilometre taşlarıyla nasıl karşılaştırılıyor?

► 2030 ve 2035'teki emisyon boşluklarını kapatmak için gereken küresel hırs ve uygulama eylemi seviyesi için çıkarımlar nelerdir?

Bu yüzyıl boyunca küresel ısınmanın etkileri nelerdir?

42 2030 ve 2035 emisyon açığını değerlendirmek için senaryolar

Emisyon açığı değerlendirmesi dört kategoriye ayrılmış bir dizi senaryodan yararlanmaktadır: mevcut politikalar referans senaryosu, NDC senaryoları, en güçlü taahhüt senaryosu ve belirli sıcaklık sınırlarıyla uyumlu en düşük maliyetli azaltma senaryoları (tablo 4.1). Bu senaryolar, sırasıyla 4.3 ve 4.4 bölümlerinde ele alınan emisyon açığı ve küresel sıcaklık sonuçlarının tahmin edilmesi için arka plan sağlamaktadır.

Tablo 4.1 Emisyon açığı değerlendirmesi için seçilen senaryoların ve küresel ısınma projeksiyonlarının özeti

Kategori	Senaryo vakaları	Kesim yılı	Senaryo açıklaması
Referans senaryo	Güncel politikalar	2023	Bu senaryo, Kasım 2023 itibarıyla halihazırda kabul edilmiş ve uygulanmakta olan tüm politikaların gerçekleştirildiğini ve hiçbir ek önlem alınmadığını varsayarak küresel sera gazı emisyonlarını öngörmektedir. Bu senaryo, 2030'un ötesine uzatıldığında, çabaların benzer bir azim düzeyinde devam edeceğini varsaymaktadır.
NDC senaryoları	Koşulsuz NDC'ler	2024	Bu senaryo, açık dış desteğe bağlı olmayan en son NDC'lerin tam olarak uygulandığını varsayarak sera gazı emisyonlarını öngörmektedir (son tarih: Eylül 2024). Bu senaryo, 2030'un ötesine uzatıldığında, benzer bir azim düzeyinde çabaların devam edeceğini varsaymaktadır.
	Şartlı NDC'ler	2024	Bu senaryo, koşulsuz NDC'lere ek olarak, uygulamanın finansman, teknoloji transferi ve/veya kapasite geliştirme gibi uluslararası destek almaya bağlı olduğu en son NDC hedeflerini de kapsamaktadır (son tarih: Eylül 2024). Bu senaryo, 2030'un ötesine uzatıldığında, çabaların benzer bir azim seviyesinde devam edeceğini varsaymaktadır.
En güçlü rehin senaryosu	Şartlı NDC'ler + tüm net-sıfır taahhütler	2023	Bu, dahil edilen en iyimser senaryodur. Koşullu NDC senaryosunun 2030'a kadar ve sonrasında tüm net sıfır veya diğer uzun vadeli düşük emisyonlu kalkınma stratejisi (LT-LEDS) taahhütlerinin (son tarih: Temmuz 2024) gerçekleştirileceğini varsaymaktadır.
Küresel ısınmanın belirli seviyelerde sınırlandırılması ile tutarlı azaltım senaryoları	2°C'nin altında	N/A	2020'den itibaren başlayan ve yirmi birinci yüzyıl boyunca küresel ısınmayı en az yüzde 66 ihtimalle 2°C'nin altında tutmakla tutarlı en düşük maliyetli bir yol.
	1,8°C'nin altında	N/A	2020'den itibaren en düşük maliyetli yol ve yirmi birinci yüzyıl boyunca küresel ısınmayı en az yüzde 66 ihtimalle 1,8°C'nin altında tutma tutarlılığı.
	Etrafında 1,5°C (aşım olmadan veya sınırlı aşım)	N/A	2020'den başlayarak küresel ısınmanın tüm yüzyıl boyunca en az yüzde 33 olasılıkla 1,5°C'nin altında tutulmasını ve 2100 yılına kadar en az yüzde 50 olasılıkla 1,5°C'nin altına çekilmesini sağlayan en düşük maliyetli yol. Bu yol, yüzyılın ikinci yarısında net sıfır sera gazı emisyonuna ulaşmaktadır.

Tüm senaryolar, Emisyon Açığı Raporunun önceki baskılarına benzer metodolojileri takip etmektedir. Daha fazla ayrıntı bu yılki raporun [D ekinde](#) ve geçen yılki raporun (Birleşmiş Milletler Çevre Programı [UNEP] 2023) C ekinde verilmiştir. Senaryo tahminleri tablo 4.3'te özetlenmiştir.

Mevcut politikalar senaryosunun değerlendirilmesi, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Çalışma Grubu III *Altıncı Değerlendirme Raporu* (IPCC WGIII AR6) kapsamındaki modelleme çalışmalarına dayanmakla birlikte (Lecocq vd. 2022), bu çalışmalar tarafından yapılan daha güncel sera gazı emisyon projeksiyonlarını kullanmaktadır: Climate Action Tracker (2023); PBL Hollanda Çevre Değerlendirme Ajansı (den Elzen vd. 2023; den Elzen vd. 2024; Nascimento vd. 2023), Joint Research Centre-Global Energy and Climate Outlook (Keramidas vd. 2023) ve ENGAGE (Riahi vd. 2021; Tagomori vd. 2023). Ayrıca, Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) STEPS'in sera gazı emisyon projeksiyonları

IEA Dünya Enerji Görünümü 2023'te belirtilen senaryo dahil edilmiştir (IEA 2023; IEA 2024a). Bu kaynaklar dikkate alındığında, mevcut politikalar altında küresel 2030 sera gazı emisyon tahminleri 57 gigaton karbondioksit eşdeğeri ($GtCO_2e$) (aralık: 53-59) olup, geçen yılki değerlendirmeden biraz daha yüksektir (yaklaşık $1 GtCO_2e$) (tablo 4.3).

Güncellenmiş NDC senaryoları, Climate Action Tracker (2023), Joint Research Centre-Global Energy and Climate Outlook (Keramidas vd. 2023), PBL Netherlands Environmental Assessment Agency (den Elzen vd. 2022; den Elzen vd. 2023) ve Meinshausen vd. (2023) tarafından yürütülen dört modelleme çalışmasından elde edilen bulgulara dayanan mevcut en son güncellemeleri yansıtmaktadır.

Senaryo uzantıları, LT-LEDS dahil olmak üzere mevcut politikaların, NDC'lerin ve net sıfır taahhütlerin 2030 sonrası etkilerini araştırmak için kullanılmaktadır.¹ Yüzyılın ilerisine yönelik sera gazı projeksiyonları çok daha büyük politikalara tabi olduğundan

¹ Teknik bir tartışma ve yöntemin ayrıntıları için UNEP'e (2023) bakınız.

2030'a kadar olan projeksiyonlardan daha belirsiz olan iki durum, halihazırda ülkeler tarafından ortaya konan azaltım taahhütlerine dayalı olarak potansiyel geleceğin tamamını yansıtacak şekilde sunulmuştur (Rogelj v d . 2023). En muhafazakar durum, basitçe mevcut politikaların devam edeceğini varsaymaktadır

senaryo. Aralığın diğer ucunda, en güçlü taahhüt senaryosu olarak adlandırılan en katı taahhüde dayalı senaryo, 2030 yılına kadar koşullu NDC'lerin tam olarak uygulanmasını ve LT-LEDS de dahil olmak üzere taahhüt edilen tüm net sıfır emisyon hedeflerine tam olarak ulaşılmasını varsaymaktadır.

Kutu 4.1 Küresel sera gazı emisyonları zirveye ulaştı mı ya da ulaşmak üzere mi?

Küresel sera gazı emisyonları 2023 yılında rekor seviyeye ulaşmış ve şu anda pandemi öncesi seviyelerin üzerinde olmasına rağmen, kademeli olarak plato çizmektedir (bölüm 2; Dhakal v d . 2022; Forster vd. 2024). Bu durum şu soruyu gündeme getirmektedir: Küresel emisyonlar 2023'te mi zirve yaptı yoksa yakında mı zirve yapacak?

Emisyonların zirveye ulaşması birkaç belirsiz faktöre bağlıdır. İlk olarak, düşük ve orta gelirli bölgelerdeki (özellikle Çin ve Hindistan) temiz teknoloji alımı, enerji talebi artışını geride bırakmalı ve fosil kaynaklara herhangi bir ilaveden kaçınılmalıdır. İkincisi, emisyonları zirveye ulaştıran ülkeler ve bölgeler (ağırlıklı olarak Avrupa), bugüne kadar en fazla ilerleme kaydedilen enerji sektörünün karbonsuzlaştırılmasının ötesinde emisyon azaltımlarını sürdürmelidir. Üçüncüsü, hidroelektrik üretiminde iklim kaynaklı düşüşler ve ısınmanın arazi kullanımı emisyonları ve yangınlar üzerindeki etkileri gibi doğal ve dolaylı antropojenik etkiler zirve noktasını etkileyebilir (bkz. kutu 2.1). Tüm bunlar birlikte küresel emisyonların zirve yapıp yapmayacağını ve ne zaman yapacağını değerlendirmeyi zorlaştırmaktadır.

Yine de ilerleme işaretleri var. Son analizler mevcut temiz teknoloji büyüme eğilimlerinin devam etmesi ve CO₂ dışı emisyonların azaltılması yönünde bir miktar ilerleme kaydedilmesi halinde emisyonların 2024 yılında düşme ihtimalinin yüzde 70 olduğunu ortaya koymaktadır (Fyson v d . 2023). Bu gerçekleşirse, 2023 küresel sera gazı emisyonlarının zirvesini işaret edebilir, ancak bu ancak birkaç yıllık istikrarlı emisyon düşüşünden sonra doğrulanabilir.

2024'teki ilk eğilimler karışık sinyaller vermektedir. Olumlu açıdan bakıldığında, yenilenebilir enerji kapasitesi 2023 yılında yaklaşık 500 GW artmış ve Çin, Avrupa Birliği ve Amerika Birleşik Devletleri bu artışın yüzde 83'ünü oluşturmuştur (IEA 2024b; International Renewable Energy Agency 2024). Yenilenebilir enerji kaynakları 2024 yılında 2023 yılına kıyasla daha hızlı büyüyebilir (Wiatros-Motyka, Fulghum ve Jones 2024); bunun nedeni Çin'deki rekor rüzgar ve güneş enerjisi ilaveleri ile hidroelektrik üretimindeki toparlanmadır (Myllyvirta 2024 a). Çin'in fosil

CO₂ emisyonları 2024 yılının ikinci çeyreğinde yüzde 1 oranında düşmüş ve kömürün elektrik üretimindeki payı Mayıs 2024'te yüzde 53 ile rekor düşük seviyeye gerilemiştir (Myllyvirta 2024a; Myllyvirta 2024b). Bu eğilimler devam ederse, dünyanın en büyük emisyon yayıcısı olan Çin'in fosil CO₂ emisyonları 2023 yılında zirveye ulaşmış olabilir.

Ancak son veriler, ekonomik büyüme, 2024'ün ilk yarısındaki yoğun sıcak hava dalgaları ve karayolu taşımacılığının elektrifikasyonu nedeniyle elektrik talebindeki artış nedeniyle küresel enerji sektörü emisyonlarının 2024'te daha önce beklenenden daha az düşeceğini göstermektedir (IEA 2024c; Wiatros- Motyka, Fulghum ve Jones 2024). Mevcut tahminler, 2024'teki elektrik talebi artışının (+1200 TWh/yıl) Fyson ve diğerleri (2023) tarafından yapılan varsayımları açacağını ve fosil yakıt kullanımı ve emisyonlardaki zirveyi potansiyel olarak geciktireceğini göstermektedir. IEA, elektrik talebindeki artışın kömür talebindeki zirveyi 2024 yılına erteleyeceğini tahmin etmektedir (IEA 2024d). Petrol ve gaz talebine ilişkin görünüm de 2024 yılında büyümenin devam edeceğine ve metan emisyonlarının hızlanmaya devam edeceğine işaret etmektedir (IEA 2024e; IEA 2024f; Shindell vd. 2024).

Bu bölümdeki senaryolar, yakın vadeli eğilimlerin değerlendirilmesini ve önümüzdeki birkaç yıl içinde küresel zirveye ulaşmak için uygulamanın hızlandırılmasının önemini doğrulamaktadır. Mevcut politikalar senaryosu, küresel sera gazı emisyonlarının 2025 ve 2030 yılları arasında kabaca sabitleneceğini öngörürken, koşulsuz ve koşullu NDC senaryoları 2030'dan önce bir düşüş patikası öngörmektedir (Şekil 4.1).

Dünya, küresel CO₂ ve sera gazı emisyonlarını zirve noktasına ulaştırmanın ve böylece net sıfır emisyona giden çok daha uzun yolda kritik bir kilometre taşına ulaşmanın eşiğinde olabilir. Emisyonların 2025'ten önce zirveye ulaşması mümkün olmakla birlikte, bu durum enerji dönüşümünün hızlandırılmasına ve fosil yakıt arz ve talebinin azaltılmasına bağlıdır.

Küresel ısınmanın belirli seviyelerle sınırlandırılmasıyla tutarlı üç en düşük maliyetli senaryo, Paris Anlaşması bağlamında ilgili ısınma seviyeleriyle birlikte dahil edilmiştir: 2°C, 1,8°C ve 1,5°C. Her bir sıcaklık seviyesi için temel sera gazı emisyon yörüngeleri IPCC WGIII AR6 veri tabanından alınmıştır (Byers v d .

2022; Riahi ve ark . 2022), ilgili sıcaklık tahminleri ise IPCC WG1 AR6 fiziksel bilim değerlendirmesine (Nicholls ve ark. 2021; Kikstra ve ark. 2022) dayanmaktadır ve kalan karbon bütçesine ilişkin son güncellemelerle tutarlıdır Forster ve ark. (2024) (tablo 4.2).

2°C'nin altı ve 1,8°C senaryoları küresel ısınmayı yüzyıl boyunca en az yüzde 66 ihtimalle bu seviyelerle sınırlandırmaktadır. 1,5°C senaryolarının yüzyıl boyunca ısınmayı 1,5°C'nin altında tutma şansı daha düşüktür, bu nedenle "aşım yok veya sınırlı aşım" olarak nitelendirilirler. "Aşım yok veya sınırlı aşım" özelliği, IPCC WGIII AR6 raporunda kullanılan C1a kategori tanımıyla aynı şekilde, yirmi birinci yüzyılın tamamı boyunca ısınmanın 1,5°C ile sınırlı kalma şansının hiçbir zaman yüzde 33'ten az olmaması sağlanarak yakalanmıştır. IPCC'nin 1,5°C'lik küresel ısınmaya ilişkin Özel Raporu ve AR6'da kullanılan tanımlarla uyumlu olarak, ısınmanın 1,5°C'ye dönme ihtimali en az yüzde 50 olarak belirlenmiştir. En yüksek ısınma sınırı nedeniyle, bunun diğer senaryolarla uyumlu olarak en az yüzde 66'ya yükseltilmesi, emisyonlar üzerinde sınırlı bir etkiye sahip olacaktır.

2030, 2035 ve yüzyılın ortasına kadar olan kilometre taşları. Ancak bu durum, ısınmanın 1,5°C'ye dönme ihtimalinin daha yüksek olduğu yüzyılın ikinci yarısındaki emisyon ve uzaklaştırma seviyelerini etkileyecek ve CO₂ uzaklaştırma yoluyla net-negatif emisyonların daha fazla yayılması anlamına gelecektir.

En düşük maliyetli senaryolar 2020'de başlayan sıkı azaltım eylemlerine dayanırken, mevcut politikalar ve NDC senaryoları son güncellemelere dayanmaktadır ve bu da senaryolar arasında bir tutarsızlık olduğunu ortaya koymaktadır (zaman kaybıyla ilgili kutu 4.2'ye bakınız). Emisyon azaltım yollarını daha yakın yıllarda başlatan güncellenmiş en düşük maliyetli senaryolar literatürde yeni yeni yer almaya başlamaktadır. Bu literatür daha da geliştiğinde, bu raporun en düşük maliyetli azaltım yolları güncellenebilir.

Tablo 4.2 2030 ve 2050 yıllarında küresel toplam sera gazı emisyonları ve farklı senaryoların küresel ısınma özellikleri
küresel ısınmanın belirli sıcaklık limitleriyle sınırlandırılmasıyla tutarlı

Senaryo	Senaryo sayısı	Küresel toplam sera gazı emisyonları (GtCO ₂ e)			Tahmini sıcaklık sonucu			
		2030 yılında	2035 yılında	2050 yılında	%50 şans	%66 şans	%90 şans	En yakın IPCC WGIII AR6 senaryo sınıfı
2°C'nin altında (>66 şans)*	195	41 (37-46)	36 (31-39)	20 (16-24)	Tepe Noktası: 1,7-1,8°C 2100 yılında: 1,4-1,7°C	Tepe Noktası: 1,8-1,9°C 2100 yılında: 1,6-1,9°C	Zirve: 2,2-2,4°C 2100 yılında: 2-2,4°C	C3a
Aşağıda 1,8°C (>66 şans)*	139	35 (28-41)	27 (21-31)	12 (8-16)	Tepe Noktası: 1,5-1,7°C 2100 yılında: 1,3-1,6°C	Tepe Noktası: 1,6-1,8°C 2100 yılında: 1,4-1,7°C	Tepe Noktası: 1,9°C-2,2°C 2100 yılında: 1,8-2,2°C	N/A
Etrafında 1,5°C (>50% 2100'de aşım olmadan veya sınırlı aşım ile şans)*	50	33 (26-34)	25 (20-27)	8 (5-13)	Tepe Noktası: 1,5-1,6°C 2100 yılında: 1,1-1-3°C	Tepe Noktası: 1,6-1,7°C 2100 yılında: 1,2-1,5°C	Tepe Noktası: 1,9-2,1°C 2100 yılında: 1,6-1,9°C	C1a

* Değerler, senaryolar arasında medyan ve yirminci sekseninci yüzdeler aralığı temsil etmektedir. Olasılıklar, 1,8°C'nin altı ve 2°C'nin altı senaryoları için yirmi birinci yüzyılın herhangi bir zamanındaki en yüksek ısınmayı ifade etmektedir. Yüzyılın ikinci yarısında net-negatif CO₂ emisyonlarına ulaşıldığında, küresel ısınma, "Tahmini sıcaklık sonucu" sütunlarında gösterildiği gibi, bu tepe ısınma özelliklerinden daha da azaltılabilir. Yaklaşık 1,5°C senaryoları için olasılık 2100 yılındaki küresel ısınmaya uygulanırken, "aşım yok veya sınırlı aşım" özelliği, projeksiyonların yirmi birinci yüzyıl boyunca yüzde 67'den fazla olasılıkla 1,5°C'yi aşmamasını veya başka bir deyişle, yirmi birinci yüzyılın tamamı boyunca ısınmanın 1,5°C ile sınırlı olmasının en düşük olasılığının hiçbir zaman yüzde 33'ten az olmamasını sağlayarak yakalanır. Bu tanım, IPCC WGIII AR6 raporu tarafından kullanılan C1a kategori tanımıyla aynıdır. UNEP Emisyon Açığı Raporu analizi, 2020'den itibaren derhal harekete geçileceğini varsayan senaryoları kullanmaktadır.

Not: Bu tablodaki sera gazı emisyonları AR6'daki 100 yıllık küresel ısınma potansiyeli değerleriyle bir araya getirilmiştir.

4 2030, 2035 ve 2035 yıllarındaki emisyon boşlukları 2050 büyük kalır

Emisyon açığı, ülkelerin azaltım taahhütlerinin bilimsel kanıtların bize gerekli olduğunu söylediği seviyelerden ne kadar uzak olduğunu göstermektedir. En son NDC'lerin tam olarak uygulanmasından kaynaklanan tahmini küresel sera gazı emisyonları ile Paris Anlaşması'nın uzun vadeli sıcaklık hedefi olan küresel ısınmayı 2°C'nin çok altında sınırlama çabaları ile uyumlu en düşük maliyetli yollar altındaki emisyonlar arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır.

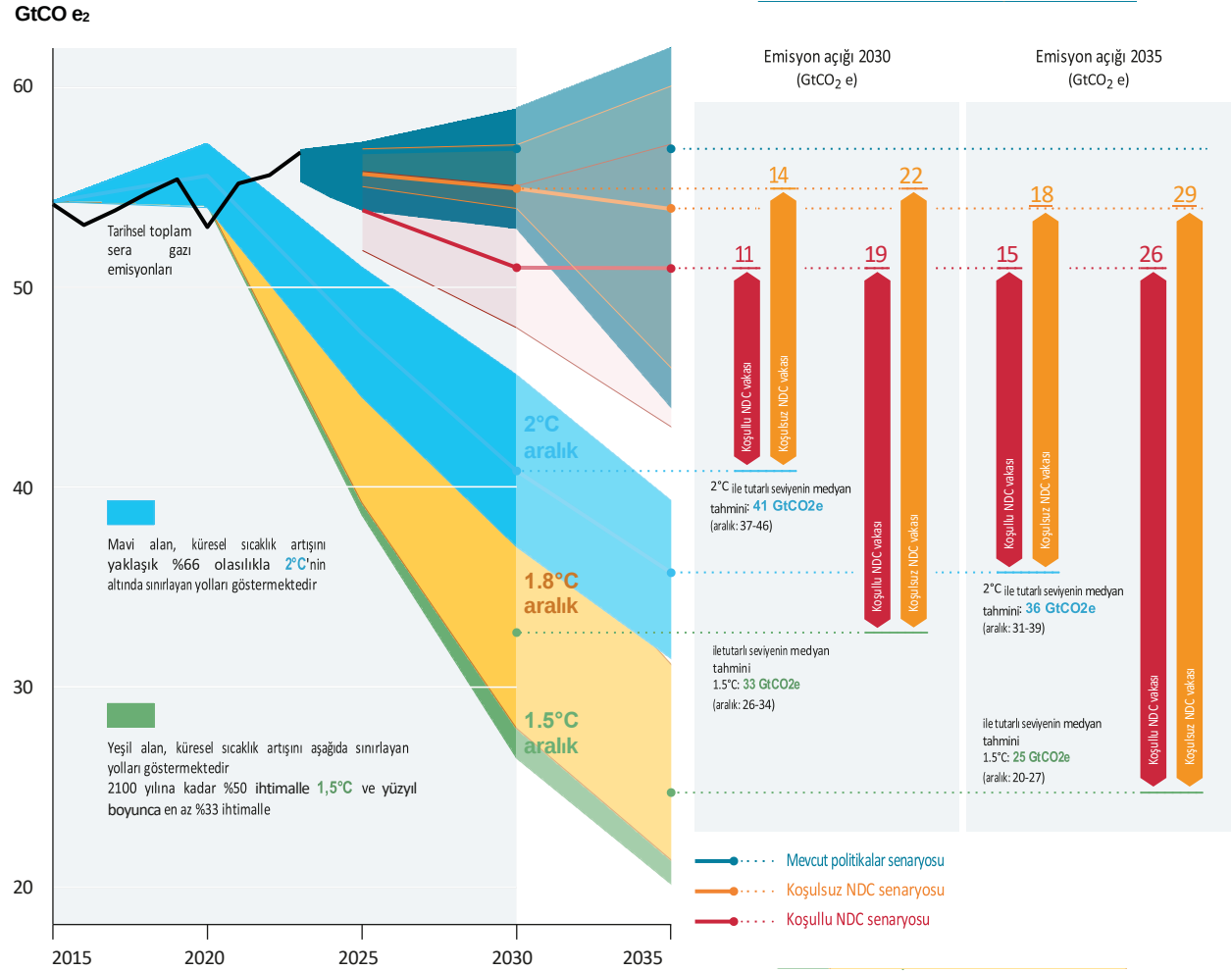
Sanayi öncesi seviyelerin 1,5°C üzerinde. Aşağıdaki bölümlerde 2030 (bölüm 4.3.1) ve 2035 yıllarındaki emisyon açığı tahmin edilmektedir (bölüm 4.3.2) ve 2050 (bölüm 4.3.3). Değerlendirme, bir sonraki NDC'lerini hazırlayan ülkelere güçlü bir mesaj göndermektedir. Paris Anlaşmasının uzun vadeli sıcaklık hedefine ulaşılması ancak üç şeyin gerçekleşmesiyle mümkün olacaktır: 2030 ve 2035 emisyonlarını ve uygulama açığını kapatmak için bugün harekete geçilmesi; 2030 ve 2035 emisyonlarını ve uygulama açığını kapatmak için

2035'e yönelik iddialı azaltım hedeflerine sahip yeni NDC'ler; ve daha sonra taahhüt edilen emisyon azaltımlarını genişletmek ve sağlamak için sürekli eylem.

4.1 2030 emisyon açığının kapatılması için hızlandırılmış uygulama gerekiyor

Küresel emisyonları etkileyen yeni NDC'ler sunulmadığından, bunların etkilerinin ölçülmesinde herhangi bir güncelleme yapılmadığından ve en düşük maliyetli yollarda herhangi bir güncelleme yapılmadığından, 2030'daki emisyon açığı geçen yılki değerlendirmeye kıyasla değişmemiştir (şekil 4.1 ve tablo 4.3). Koşulsuz NDC'lerin tam olarak uygulanmasının, 2°C'nin altındaki yollarda yıllık yaklaşık 14 GtCO₂ e (aralık: 13-16 GtCO₂ e) ve 1,5°C yollarında 22 GtCO₂ e (aralık: 21-24 GtCO₂ e) boşluk ile sonuçlanacağı tahmin edilmektedir. Buna ek olarak, koşullu NDC'ler tam olarak uygulanırsa, bu açıklar yaklaşık 3 GtCO₂ e azalır.

Şekil 4.1 Farklı senaryolar altında sera gazı emisyonları ve 2030 ve 2035 yıllarındaki emisyon açığı



Not: Mevcut politikalar ve NDC senaryoları için medyan tahminler ve min-maks aralıkları gösterilmektedir. Küresel ısınmanın 2°C, 1,8°C ve 1,5°C ile sınırlandırılmasıyla tutarlı senaryolar, medyanları ve yirminci-sekseninci yüzdilik dilim aralığını göstermektedir.

Koşulsuz ve koşullu NDC senaryolarının tam olarak uygulanması, 2030 yılında emisyonları 2019 seviyelerine göre sırasıyla yüzde 4 ve yüzde 10 azaltırken, 2030 emisyonlarının aşağıdakilerle uyumlu olması için yüzde 28'lik bir azalma gerekmektedir

2°C ve 1,5°C için yüzde 42'lik bir azaltım gerekmektedir.² Bu tahminler 2023 değerlendirmesindekilerle aynıdır, ancak 2030'a bir yıl kala bu tahminlere ulaşmak daha zor hale gelmektedir (bkz. kutu 4.2).

Tablo 4.3 2030, 2035 ve 2050 yıllarında küresel toplam sera gazı emisyonları ve farklı senaryolar altında ilgili emisyon boşluklarının tahmini

Senaryo	Öngörülen sera gazı emisyonları (GtCO _{2e})	Tahmini emisyon açıkları (GtCO _{2e})		
	Medyan ve aralık	2°C'nin altında	1,8°C'nin altında	Yaklaşık 1,5°C
2030				
Güncel politikalar	57 (53-59)	16 (12-18)	22 (18-24)	24 (20-26)
Koşulsuz NDC'ler	55 (54-57)	14 (13-16)	20 (19-22)	22 (21-24)
Şartlı NDC'ler	51 (48-55)	11 (7-14)	17 (13-20)	19 (15-22)
2035				
Mevcut politikalar devam ediyor	57 (44-62)	21 (9-26)	30 (18-35)	32 (20-37)
Koşulsuz NDC'ler devam ediyor	54 (46-60)	18 (10-24)	27 (19-33)	29 (21-35)
Şartlı NDC'ler devam ediyor	51 (43-57)	15 (8-22)	24 (17-30)	26 (19-33)
Şartlı NDC + tüm net sıfır taahhütler	43 (38-49)	8 (2-13)	16 (11-22)	19 (13-24)
2050				
Mevcut politikalar devam ediyor	56 [25-68]	36 (4-48)	44 (12-56)	48 (16-60)
Şartlı NDC + tüm net sıfır taahhütler	19 [6-30]	-1 (-14-10)	7 (-6-18)	11 (-2-22)

Not: Senaryolar tablo 4.1'de tanımlanmıştır. 2030 medyan mevcut politikalar tahmini, esas olarak güncellenen son emisyon eğilimlerinin ve metodolojik güncellemelerin etkisi nedeniyle, geçen yılki değerlendirmenin medyan tahmininden yaklaşık 0,5 GtCO_{2e} daha yüksektir (yuvarlama sonucu tabloda 1 GtCO_{2e} daha yüksektir).

2035 ve 2050 için sera gazı emisyon aralıkları, farklı projeksiyon modeli varsayımları arasında minimum-maksimum aralığı gösterir ve 2030 mevcut politika/NDC değerlendirme belirsizliğini içerir (UNEP 2023, bölüm 4, ek C). Bu, mevcut politikaların veya NDC'lerin 2030 için hangi emisyonlara yol açacağı konusundaki belirsizliğin ve bunun geleceğe nasıl uzatılabileceği konusundaki belirsizliğin bu aralık tarafından yakalandığı anlamına gelir. Boşluk sayıları ve aralıkları orijinal sayılara göre (yuvarlama yapılmadan) hesaplanmıştır ve bunlar tablodaki yuvarlanmış sayılardan farklı olabilir. Sayılar tam GtCO_{2e}'ye yuvarlanmıştır. Boşluk sayıları ve aralıkları, mevcut politikaların ve NDC senaryolarının sera gazı emisyonları için medyan ve minimum ve maksimum tahminleri ile belirli sıcaklık sınırları doğrultusunda en düşük maliyetli senaryoların sera gazı emisyonları için medyan tahmini arasındaki fark olarak hesaplanmıştır. Sera gazı emisyonları AR6'dan alınan 100 yıllık küresel ısınma potansiyeli değerleriyle bir araya getirilmiştir.

Bu zorluğa ek olarak, uygulamanın hızlandığına dair hiçbir işaret yoktur ve ülkeler mevcut NDC'lerini yerine getirme yolunda bile değildir (ayrıca bkz. Bölüm 3). Başka bir deyişle, halihazırda yürürlükte olan politikalara dayalı olarak öngörülen emisyonlar ile tam NDC uygulaması kapsamındaki emisyonlar arasında bir uygulama boşluğu bulunmaktadır (den Elzen vd. 2019; Roelfsema vd. 2020; Fransen vd. 2023).³ Bu boşluk geçen yılki değerlendirmeyle hemen hemen aynıdır: 2030 yılında koşulsuz NDC'ler için yaklaşık 2 GtCO_{2e} (aralık: 0-3 GtCO_{2e}) ve koşullu NDC'ler için 5 GtCO_{2e} (aralık: 2-9 GtCO_{2e}).

Toplamda bu, yıllık yaklaşık yüzde 5,5'lik hızlı ve derin emisyon azaltımları ve 2°C'nin altındaki ve 1,5°C'lik yollarda emisyon açığını kapatmak için bugünden 2030'a kadar sırasıyla yüzde 9,0'a ihtiyaç vardır. Bölüm 6, bunu yapmak için pek çok fırsat olduğunu göstermektedir.

² Bu yüzdeler, IPCC WGIII AR6 raporunda verilenlerden biraz farklıdır; bu durum, Emisyon Açığı Raporu yüzdelerinin AR6 ile karşılaştırıldığında 2019 emisyon seviyelerinde yapılan güncellemelere dayandığını yansıtır olabilir.

³ Bu rapordaki uygulama boşluğunun, politikaların benimsenmesi ile taahhütler arasındaki boşluğa atıfta bulunduğunu, ancak benimsenen politikaların amaçlanan ve nihai sonuçları arasında ek bir uygulama boşluğu olabileceğini unutmayın (Fransen vd. 2023).

❏ **Mevcut senaryoların ima ettiği 2035 emisyon açığı, bugün hızlandırılmış uygulama, iddialı yeni NDC'ler ve sonrasında sürekli eylem ile kapatılabilir**

Ülkelerin 2035 yılı için azaltım hedeflerini Şubat 2025'te yayınlanacak bir sonraki NDC'lere dahil etmeleri beklenmektedir. Bir sonraki NDC'lere dayalı olarak 2035 için emisyon açığı ancak gelecek yıl hesaplanabilecek olsa da, bu bölüm 2035 için görünümü araştırılmaktadır

Mevcut politikaların ve NDC senaryolarının genişletilmesine dayalı emisyon açığı (tablo 4.3).

Tablo 4.3'te gösterildiği gibi, mevcut NDC senaryolarının devamı, 2035 yılında emisyon açığında 2°C ısınma sınırı için 4 GtCO_{2e} ve 1,5°C sınırı için 7 GtCO_{2e}'lik bir artışa neden olurken, mevcut politikaların ima ettiği azaltım çabasının devamı 2035 yılında daha da geniş bir açığı oluşmasına neden olacaktır.

Kutu 4.2 2020'den bu yana kaybedilen zamanın etkileri nelerdir?

Küresel ısınmanın 1,5°C, 1,8°C ve 2°C ile sınırlandırılması tutarlı azaltım senaryoları, en düşük maliyetli iklim stratejilerinin 2020'den itibaren başladığını ve 2020-2030 döneminde sera gazı emisyonlarında güçlü azalmalarla sonuçlandığını varsaymaktadır (tablo 4.3). Ancak, 2020'de COVID-19 kaynaklı emisyon düşüşünün ardından, metan da dahil olmak üzere küresel sera gazı emisyonları artmaya devam etmiştir (bkz. Bölüm 2; Forster *vd.* 2024). Bu zaman kaybının, şiddeti bundan sonra ne olacağına bağlı olan çeşitli sonuçları vardır.

2020'den bu yana atmosfere eklenen CO₂ emisyonları, ısınmayı 2°C'nin altında (>%66 şans) ve yaklaşık 1,5°C'de (>%50 şans) sınırlamak için kalan karbon bütçesini sırasıyla 900 ve 200 GtCO_{2e}'ye düşürmüştür (Forster *ve ark.* 2024).

Emisyon açığının 2030 yılına kadar kapatılacağı varsayıldığında, küresel ısınmanın belirli hedeflerle sınırlandırılması tutarlı azaltım senaryolarına kıyasla, 2020-2030 döneminde 20 ila 35 Gt arasında ilave kümülatif CO₂ emisyonu salınacaktır. Bu durum

orijinal yolların gösterdiğinden yaklaşık 0,01 ila 0,02°C daha yüksek ısınmaya neden olur. Derin metan azaltımlarının olmaması da daha yüksek ısınmaya katkıda bulunacaktır (Rogelj *ve* Lamboll 2024; Shindell *vd.* 2024). Bölüm 6'da gösterildiği gibi, teorik olarak 2030 ve 2035 için teknik emisyon azaltma potansiyeli hala emisyon açığını kapatmak için yeterlidir.

Bununla birlikte, 2020'den bu yana kaybedilen zamanın daha ciddi bir sonucu, karbon yoğun altyapının kilitlenmeye devam etmesi ve gerekli emisyon azaltımlarını gerçekleştirmek için daha az zaman kalması nedeniyle 2030 yılına kadar en derin emisyon azaltımlarına ulaşmanın zorlaşmasıdır. Bu da 2030 yılına kadar aradaki farkın kapatılmasının fizibilitesini azaltmaktadır. Kurumsal, jeofiziksel ve teknolojik fizibilite konuları üzerine yakın zamanda yapılan bir çalışma, son emisyon eğilimlerinin etkisini araştırmış ve en derin emisyon senaryoları için 1,5°C'nin üzerinde 0,1°C medyan ısınma gibi düşük bir aşım ortaya koymuştur. Bu durum, 2023 yılına kadar olan gecikmelerin öngörülmesi gereken minimum küresel ısınma seviyesini nasıl yükselttiğinin altını çizmektedir (Bertram *ve ark.* 2024). Her bir yıllık gecikme, bazıları geri döndürülemez olan iklim etkilerini de artırmaktadır (Nauiels *vd.* 2019).

Bir sonraki NDC'lerdeki küresel isteklilik, 2°C'nin altında ve 1,5°C yollarıyla tutarlı seviyelere ulaşmak için 2035 yılı için küresel sera gazı projeksiyonlarını 2019 seviyelerinin sırasıyla yüzde 37 ve 57 altına düşürmelidir. Bunun uygulanabilir kalması için 2030'dan önce güçlü bir eylem gereklidir. Küresel emisyonlar 2030 yılında mevcut politikalarla ve mevcut NDC'lerin tam olarak uygulanmasından kaynaklanan seviyelerin altına çekilmediği sürece, ısınmayı aşım olmadan veya sınırlı aşım ile 1,5°C ile sınırlamak imkansız hale gelecek ve ısınmayı 2°C ile sınırlama zorluğunu güçlü bir şekilde artıracaktır (Pathak *ve ark.* 2022).

Örnek vermek gerekirse, boşluk değerlendirmesinin temelini oluşturan veriler, sıkı iklim eylemlerinin 2024 yılında başlaması durumunda, 2035 yılında 2°C ve 1,5°C'nin altındaki senaryolarla tutarlı emisyon seviyelerini karşılamak için gereken yıllık emisyon azaltımlarının 4 ve

Yılda ortalama yüzde 7,5. Bu oran, 2030'daki emisyon seviyelerini karşılamak için gereken azaltım oranlarından yaklaşık yüzde 1,5 puan daha düşüktür (bölüm 4.3.1). Ancak, ülkeler sadece mevcut koşulsuz NDC emisyon seviyelerine ulaşırsa 2030'da ve o zamana kadar sıkı azaltımların ertelenmesi durumunda

Gerekli emisyon kesintileri, 2°C'nin altı senaryosu için 2030'dan 2035'e kadar yılda yaklaşık yüzde 8'e ve 1,5°C senaryosu için yılda ortalama yüzde 15'e ikiye katlanmaktadır.

Ülkeler, küresel ısınmayı aşısız veya sınırlı aşım ile 1,5°C ile sınırlama olasılığını korumak için 2030 için mevcut NDC hedeflerini sadece tam olarak uygulamakla kalmamalı, aynı zamanda ötesine de geçmelidir. Yakın vadeli uygulamanın hızlandırılması, ülkelerin bir sonraki NDC'lerinde 2035 için daha iddialı azaltım hedefleri ortaya koymalarını da sağlayacaktır. Ayrıca bu hedeflere ulaşmayı daha uygulanabilir hale getirecektir.

❏ **2050'deki emisyon açığı, şimdi harekete geçilmesine ve net sıfır emisyona geçilmesine bağlıdır**

Yüzyılın ortasına gelindiğinde, sonuçlar 2030 ve 2035 için bulunanlardan daha büyük bir emisyon açığına işaret etmektedir. Mevcut politikaların devam ettiği en muhafazakar durumda, emisyon açığı 2050 yılında en düşük maliyete göre 36-48 GtCO_{2e}'ye çıkmaktadır.

Isınmayı sırasıyla 2°C ve 1,5°C ile sınırlayan yollar.

Her iki sayıya da, yakın vadeli politikaların birkaç on yıl sonrasına nasıl yansıtılacağı konusundaki belirsizlikten kaynaklanan geniş belirsizlik aralıkları eşlik etmektedir.

Tüm koşullu NDC'lerin ve uzun vadeli net sıfır hedeflerinin gerçekleştirildiği bu raporun en iyimser durumu, alternatif bir uç nokta sunmaktadır. Bu durumda, ısınmayı sırasıyla 2°C, 1,8°C ve 1,5°C ile sınırlayan en düşük maliyetli yollarla karşılaştırıldığında hem boşluk hem de çevresindeki belirsizlikler -1, 7 ve 11 $GtCO_2e$ 'ye düşmektedir (bkz. Tablo 4.3). Ancak, bu en iyimser durum ihtiyatlı bir şekilde yorumlanmalıdır çünkü çoğu ülkenin uzun vadeli net sıfır hedeflerine ulaşmaya uygun NDC'leri, uygulama planları veya finansmanı bulunmamaktadır (bkz. Bölüm 3 ve 6). Bu durum, hem ekonomileri geçmiş eğilimlerden sürdürülebilir, düşük karbonlu geleceklere doğru yönlendirmenin zorluğunu hem de 2035 için geliştirilmiş, güçlendirilmiş ve iddialı yeni NDC'lerin fırsatını ve gerekliliğini vurgulamaktadır, çünkü bunlar uzun vadeli taahhütlerin uygulanma ve başarıma olasılığını ve güvenilirliğini belirleyecek olan yakın vadeli adımlardır.

4 Sıcaklık etkileri için acil eylem önemlidir

Önceki yıllarda olduğu gibi, emisyon açığının sıcaklık üzerindeki etkileri, emisyonların yirmi birinci yüzyıla yansıtılması ve AR6 değerlendirmesine göre kalibre edilen azaltılmış karmaşıklığa sahip bir iklim modeli FaIR ile küresel ısınma etkilerinin değerlendirilmesi yoluyla tahmin edilmektedir (Kikstra vd. 2022; Nicholls vd. 2021; Smith 2023). Yüzyılın sonuna kadar olan projeksiyonlar doğası gereği belirsizdir ve iklim eyleminin hangi düzeyde devam edeceği veya teknoloji maliyetlerinin nasıl gelişeceği gibi senaryo varsayımlarına tabidir. Bu belirsizlikler, aşağıda belirtilen merkezi ısınma projeksiyonlarını çevreleyen geniş aralıklarda (Şekil 4.2'de raporlanmıştır) yansıtılmaktadır. Emisyon Açığı Raporu'nun sıcaklık projeksiyonları, IEA Açıklanan Taahhütler Senaryosu, İklim Eylemi İzleyicisi ve 2023 Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi NDC Sentez Raporu (hepsi yüzde 50 olasılıkla sıcaklık projeksiyonları bildirmektedir) gibi diğer önemli değerlendirmelerdekilerle tutarlıdır.

Mevcut politikaların ima ettiği azaltım çabalarının devamı, küresel ısınmayı yüzde 66 olasılıkla yüzyıl boyunca maksimum 3,1°C ile sınırlarken, ısınmanın 3,6°C'yi aşma olasılığı yüzde 10'dur. Koşulsuz veya koşullu NDC'lerin devamı bu tahminleri düşürmektedir, ancak bu tahminlerin en iddialısı bile ısınmayı en az yüzde 66 ihtimalle 2,5°C'nin altında tutmamaktadır. Bu senaryolar, 2050 yılına gelindiğinde küresel ısınmanın 1,5°C'nin çok üzerinde olacağını ve 3'te 1'e varan bir olasılıkla (yüzde 34) ısınmanın o zamana kadar 2°C'yi aşacağını öngörmektedir.

Koşullu NDC'lerin ve tüm net sıfır taahhütlerin tam olarak uygulanmasını birleştiren en iyimser taahhüt temelli senaryo, yüzyıl boyunca ısınmayı yüzde 66 ihtimalle 1,9°C ile sınırlandırırken, 2,2°C'nin üzerine çıkma olasılığını yüzde 10'da bırakmaktadır. Isınmadaki farkın yanı sıra, önemli bir ayrım da bu senaryonun, en iyi tahminle küresel ısınmanın bu yüzyıl boyunca durdurulduğu tek senaryo olmasıdır. Diğer senaryolarda, ısınma 2100 yılına kadar henüz istikrar kazanmamıştır ve sıcaklık yirmi ikinci yüzyılda da artmaya devam edecektir. Şekil 4.2'deki en iyimser senaryo hariç tüm senaryolarda, bu yüzyıl boyunca 1,5°C'yi aşma olasılığı neredeyse kesindir. En iyimser senaryo için medyan ısınma tahmini 1,7°C'dir ve 1,5°C'nin 0,2°C aşılacağına işaret etmektedir.

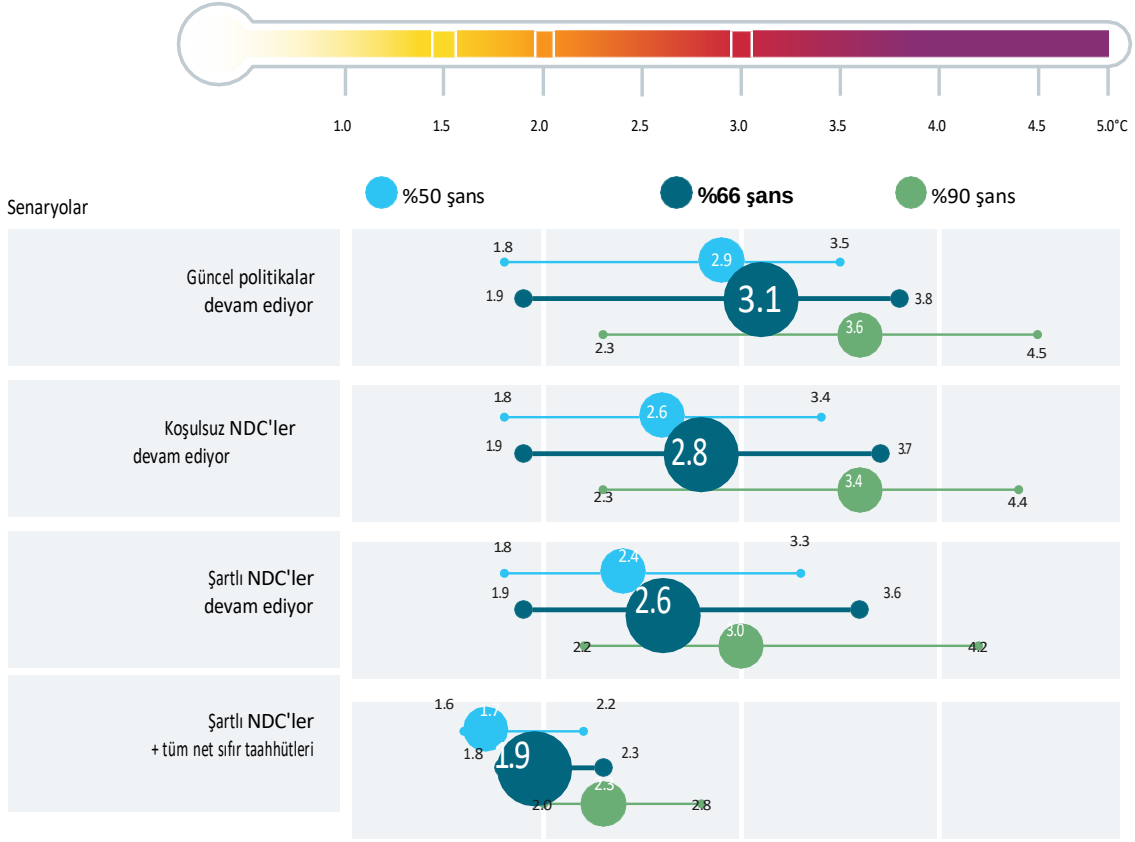
Yukarıdaki senaryolar, acil eylemin sıcaklık projeksiyonları üzerindeki önemli etkisini ve kilitlenmeyi önlemek için uygulama açığını kapatmaya yeniden odaklanılması gerektiğini vurgulamaktadır. Koşullu NDC'lerin ima ettiği azaltım çabasının uygulanması ve devam ettirilmesine dayalı projeksiyonlar, mevcut politikalara dayalı olanlara kıyasla yaklaşık 0,5°C daha düşük tepe ısınması göstermektedir. Ayrıca, yakın vadeli koşullu NDC'lerin yerine getirilmesi, küresel ısınma projeksiyonlarını daha da azaltan net-sıfır taahhütlere ve LT-LEDs'lere ulaşma şansını artırmaktadır. Mevcut tüm LT-LEDs ve net sıfır hedeflerinin dahil edilmesi, en yüksek küresel ısınma projeksiyonlarını ilave 0,5°C azaltmaktadır. Mevcut taahhütlere dayalı en iyimser senaryolarda bile, ısınmanın 1,5°C'yi aşma ihtimali yaklaşık 4'te 3 (yüzde 77), küresel ısınmanın 2°C'yi aşma ihtimali (5'te 1) ve 2,5°C veya daha yüksek ısınma seviyelerini aşma ihtimali ise sıfır olmayan bir ihtimal olarak kalmaktadır.

Kutu 4.3 1,5°C'yi çoktan kaçırdık mı?

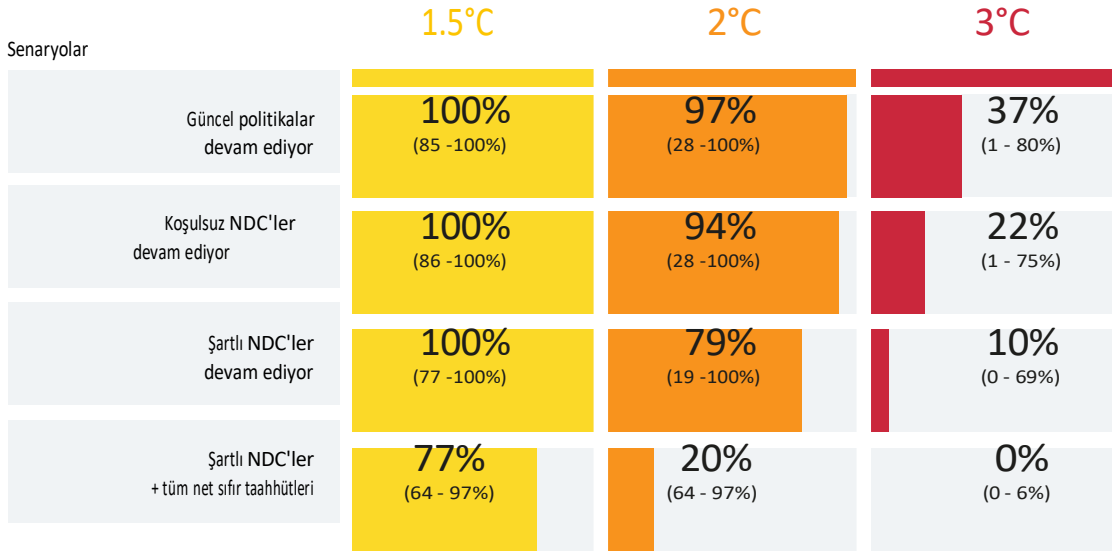
Mevcut politikaların ima ettiği ve 1,5°C'nin altındaki azaltım hırsı, iki NDC'ye yanıt olarak muazzam bir şekilde artmaya devam ederse, sınırlayıcı faktörlerin neredeyse hiç şansı yoktur: 1,5°C'ye kadar ısınan emisyon azaltımlarının sağlanmasında bir artış. Bunun nedenleri açıktır: önümüzdeki yıllarda mevcut politikalar ve mevcut NDC'lerin devamı, yüzyılın ortasına kadar net sıfır emisyon hedeflerine ulaşılması ve yakın vadede azalmalar ve ötesinde ısınma oranı ile sonuçlanmamaktadır. Bu nedenle, mevcut en iyimser durumda, önümüzdeki on yıllarda, yaklaşık 1,7°C ile sınırlandırılan ısınma tahminlerinin, on yılda yaklaşık 0,25°C olan mevcut orandan çok fazla değişmesi (yüzde 50) beklenmemektedir (Şekil 4.2). 2030 NDC hedeflerinin aşılması, yani getirilmesi (Forster ve ark. 2024). Mevcut küresel ısınma seviyeleri, 2030'da mevcut yaklaşık 1,3°C'nin ima ettiğinin altında emisyon seviyeleridir (Forster ve ark. 2024), bu da 1,5°C NDC'lere ve iddialı yeni 2035 NDC'lerin sunulmasının sanayi öncesi seviyelerin üzerinde olduğu anlamına gelir, bu nedenle ısınmayı on yıl gibi kısa bir sürede 1,5°C'ye yakın tutmanın anahtarıdır. Isınmanın 1,5°C'ye yakın ya da mümkün olma ihtimali.

Şekil 4.2 Bu bölümde değerlendirilen taahhüt temelli senaryolar kapsamında küresel ısınma projeksiyonları

Yirmi birinci yüzyılda sanayi öncesi seviyelere göre en yüksek ısınma (°C)



Isınmanın belirli bir sıcaklık sınırını aşma olasılığı (%)



Not: Aralıklar, 2030 için emisyon tahminleri aralığını ve bunların uzantılarındaki varyasyonları dikkate alan senaryo belirsizliği ni yansıtmaktadır (UNEP [2023], bölüm C.4.1). Bu, 2030 emisyonları ve uzantıları için varsayımlar arasındaki minimum-maksimum varyasyonun tamamını göstermektedir. Emisyon Açığı Raporu tipik olarak sıcaklık projeksiyonlarını ve sıcaklık sınırlarından kaçınmayı yüzde 66 şans seviyesinde sunmaktadır. Diğer seviyeler (yüzde 50 ve 90) bütünlük için dahil edilmiştir.

5 Aradaki farkın kapatılması: G20 üyelerinin bir sonraki ulusal katkılarında küresel dönüm noktalarının eyleme ve azme dönüştürülmesi

Baş yazarlar:

Neil Grant (Climate Analytics, Büyük Britanya ve Kuzey İrlanda Birleşik Krallığı), Anne Olhoff (UNEP Kopenhag İklim Merkezi, Danimarka) ve Jiang Kejun (Enerji Araştırma Enstitüsü, Çin)

Katkıda bulunan yazarlar:

Luzie Helfmann (Climate Analytics, Almanya), Ploy Pattanun Achakulwisut (Birleşmiş Milletler, Amerika Birleşik Devletleri), Shonali Pachauri (Uluslararası Uygulamalı Sistem Analizi Enstitüsü, Avusturya), Yann Briand (Sürdürülebilir Kalkınma ve Uluslararası İlişkiler Enstitüsü [IDDRI], Fransa), Emilio Lèbre La Rovere (Center for Integrated Studies of Climate Change and the Environment - CentroClima, Institute of Graduate Studies and Research in Engineering [COPPE], Universidade Federal do Rio de Janeiro [UFRJ], Brezilya), Carolina Dubeux (COPPE, UFRJ, Brezilya), William Wills (COPPE, UFRJ, Brezilya) ve Henri Waisman (IDDRI, Fransa)

51 Giriş

Paris Anlaşmasının başarılı bir şekilde kabul edilmesinin nedenlerinden biri, ülkelerin anlaşmanın kolektif uzun vadeli hedeflerini karşılamaya yönelik ulusal olarak belirlenmiş katkılarını (NDC'ler) ilettikleri aşağıdan yukarıya bir yaklaşıma dayanmasıdır. Bu nedenle, bir sonraki NDC'lerin küresel emisyon ve sıcaklık etkileri ancak tüm bireysel NDC'ler sunulduktan ve bir araya getirildikten sonra tahmin edilebilir. Bununla birlikte, ilk küresel envanter çalışmasının sonucu, ülkeleri bir sonraki NDC'lerini küresel ısınmayı 1.5°C ile sınırlandırmaya teşvik etmektedir (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi [UNFCCC] 2024, bölüm 1). Bu nedenle, ülkeler bir sonraki NDC'lerini hazırlarken temel bir soru, Paris Anlaşması'nın sıcaklık hedefine uyumun ulusal düzeyde nasıl yorumlanabileceğidir.

Bu sorunun basit veya tek bir cevabı yoktur. Ancak, yukarıdan aşağıya modelleme yaklaşımlarına dayalı olarak, 4. bölümde açıklandığı üzere, bu yüzyılda küresel ısınmanın sırasıyla 2°C ve 1,5°C'nin altında sınırlandırılmasıyla tutarlı senaryolara uyum sağlamak için çeşitli ülkelerin veya ülke gruplarının bir sonraki NDC'lerinde ihtiyaç duyacakları azaltım hırsı ve eylem aralıkları hakkında bir anlayış kazanmak mümkündür. Bu bölümün amaçları doğrultusunda, toplu olarak G20 üyelerine odaklanılmaktadır (bölüm 5.2). Önceki bölümlerle uyumlu olarak, Avrupa Birliği gibi kuruluş çapında bir emisyon azaltma hedefi olmadığı için Afrika Birliği değerlendirilmemiştir.

Aynı zamanda, iddialı azaltım eyleminin yanı sıra ulusal kalkınma önceliklerini gerçekleştiren aşağıdan yukarıya ulusal senaryolara dayalı olarak, ülke düzeyinde uygulanabilir olabilecek hırs ve eylem aralıkları hakkında bir anlayış kazanmak mümkündür (bölüm 5.3). Bu tür senaryolar birçok ülke için ortaya çıkmaktadır. Ülke düzeyinde modelleme yaklaşımları genellikle 2°C'nin altı ve 1,5°C senaryolarıyla küresel uyumu sağlamasa da, ulusal düzeydeki belirli bağlamı, yetenekleri ve dinamikleri daha iyi temsil edebilir ve iddialı hedefler belirlemek ve bunlara ulaşmak için uygulama yolları hakkında ayrıntılı bilgiler sağlayabilir (ayrıca bkz. bölüm 6).

Aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya yaklaşımlar birlikte, Paris Anlaşması'nın (2015) 4. maddesi uyarınca, ülkelerin bir sonraki NDC'lerinin mümkün olan en yüksek azmi yansıtmasını nasıl sağlayacakları konusunda değerli bilgiler sağlayabilir.

52 G20 üyelerinin Paris'e uyumlu eylem ve azimlerine ilişkin yorumlar, küresel ortalamadan daha hızlı hareket etmeleri gerektiğini gösteriyor

Bu bölümde, küresel emisyon azaltım kilometre taşlarının ülkeler veya ülke grupları için kilometre taşlarına nasıl dönüştürülebileceğine ilişkin değerlendirmeler ve bulgular sunulmaktadır. Metodolojiler ulusal düzeydeki sonuçları araştırmak için kullanılabilecek olsa da, G20 için toplu sonuçlar sunulmaktadır.

İki yöntem dikkate alınmıştır. Her ikisi de belirli bir sıcaklık sınırının altında kalan küresel bir emisyon yolundan başlamakta, ancak farklı ilkeler kullanarak emisyonları ulusal düzeye dağıtmaktadır. Bu yöntemler birlikte, ulusal düzeyde adil ve iddialı bir NDC'nin ne anlama gelebileceğine dair perspektifler sunmak için kullanılabilir.

Emisyonların maliyet etkinliğine dayalı olarak ulusal düzeye dağıtılması, hangi ülkelerde ve sektörlerde emisyonları azaltmanın en ucuz olduğunu vurgular. Bu yöntem, gelecekteki emisyon azaltımlarının dağılımının herhangi bir hakkaniyet ilkesiyle uyumlu olup olmadığını dikkate almadığı için eleştirilmektedir. Bu çok önemlidir, çünkü "küresel bir kolektif eylem sorunu bağlamında bir devletin katkısının yeterliliği ancak böyle bir 'adil pay' ile ilişkili olarak değerlendirilebilir" (Patt vd. 2022).

Farklı hakkaniyet ilkelerine dayalı olarak gelecekteki azaltım çabalarının hakkaniyetli bir dağılımının tanımlanması, azaltım çabalarının adil bir şekilde dağıtılması için bir yol sağlar. Hakkaniyet çok yönlü olduğundan ve bu tür bir hesaplama değerden bağımsız olmadığından, adil paylaşım ilkelerini birleştiren veya bir dizi yaklaşımı dikkate alanlar da olmadığından, bu yöntemin zorlukları da yok değildir. Bu yöntem fiziksel emisyonlardan ziyade aktarılabilir emisyon tahsisatlarını dikkate aldığından (Kantha vd. 2018), bu yöntemle sağlanan hedef seviyeleri, başka yerlerdeki emisyon azaltımları için yurtiçi uygulama ve uluslararası desteğin bir kombinasyonu ile karşılanabilir.

Hakkaniyetin felsefi (Caney 2021) ve hukuki (Rajamani vd. 2021) yorumlarına dayanan çok çeşitli hakkaniyet yaklaşımları geliştirilmiştir (Höhne, den Elzen ve Escalante 2014; Pan, Teng ve Wang 2014; Robiou du Pont vd. 2017; van den Berg vd. 2020; Winkler vd. 2011). Bu yaklaşımlar (diğerlerinin yanı sıra) ulusların tarihsel sorumluluklarını, kapasitelerini ve ihtiyaçlarını dikkate almaktadır. Sadece eşitlik ilkelerinin seçimi nihai adil paylaşım tahsisini değil, aynı zamanda yaklaşımın parametrisasyonunu ve uygulamasını da etkiler (van den Berg ve ark. 2020). Siyasi süreci şeffaf bir şekilde bilgilendirmek için yaklaşımların normatif varsayımları konusunda net olması önemlidir (Dooley v d. 2021; Kantha vd. 2018).

Adil paylaşım ilkeleri ve uygulamaları konusunda bir fikir birliğinin yokluğunda, bazı yaklaşımlar birkaç eşitlik ilkesini tek bir adil paylaşım tahsis şemasında birleştirirken (Kemp-Benedict vd. 2019; McKinnon vd. 2023), diğerleri geniş bir tahsis yelpazesinden temsili bir tahsisi dikkate almaktadır (Climate Action Tracker 2023a; Robiou du Pont ve Meinshausen 2018), ancak bu bazıları tarafından eleştirilmektedir (Dooley vd. 2021).

Küresel azaltım çabalarının maliyet-etkin veya adil paylaşım ilkelerine göre dağıtılması tek seçenek değildir.

Küresel emisyon azaltımlarının Paris Anlaşması doğrultusunda ulusal düzeye nasıl aktarılabilirliğini bildirmek için kullanılabilecek yollar. Örneğin, NDC'lerin sürdürülebilir kalkınma ve yoksulluğun ortadan kaldırılmasına yönelik çabalarla nasıl uyumlu olduğuna ilişkin değerlendirmeler de dahil edilebilir (Kikstra vd. 2021; Soergel vd. 2021). Bu bölümün amacı, herhangi bir yaklaşımın diğerine göre belirli bir şekilde uygulanmasını savunmak veya herhangi birinin doğru olduğunu iddia etmek değil, sadece G20 için 2030 ve 2035 yıllarına yönelik azaltım "iniş bölgeleri" ile ilgili açıklayıcı bulgular sunmaktır.

G20 üyeleri için açıklayıcı bulgular yukarıdan aşağıya yaklaşımlar üzerine

Bu bölüm, maliyet etkin ve adil paylaşım ilkelerini uygulayarak küresel emisyonları bu bloğa tahsis etmenin olası bir uygulamasına dayalı olarak bir grup olarak G20 için olası hırs aralıklarını göstermektedir. G20 çok heterojen bir ülkeler grubu olmaya devam ettiğinden, bir bütün olarak bu ülkeler grubu için elde edilen sonuçlar doğrudan G20 üyelerinin herhangi birine uygulanamaz.

Maliyet etkin hedef aralıkları üretmek için, bölüm 4'te değerlendirilen küresel 1,5°C ve 2°C uyumlu patikalar, İklim Eylemi İzleyicisi (Climate Action Tracker 2023b) kapsamında geliştirilen bir metodoloji kullanılarak bölgesel düzeyden ulusal düzeye küçültülmüştür. Bölüm 4'te 1.5°C ve 2°C uyumlu patikaları tanımlamak için kullanılan sınıflandırmanın aynısı kullanılmıştır (metodoloji hakkında daha fazla ayrıntı için [cevrimici olarak sunulan Ek D'](#)ye bakınız).

Bu arada, adil paylaşım hedef aralıklarını üretmek için, literatürdeki tüm G20 üyelerini kapsayan eşitlik yolları dikkate alınmıştır (Baer vd. 2008; Höhne ve Moltmann 2008; Höhne ve Moltmann 2009; Holz, Kantha ve Athanasiou 2018; Robiou du Pont vd. 2017). Eşitlik yaklaşımlarına ilişkin daha geniş bir literatür mevcut olsa da (Chakravarty vd. 2009; Pan vd. 2017; van den Berg vd. 2020; Winkler vd. 2011), çok az sayıda çalışma tüm G20 ülkelerini kapsamaktadır ve kapsamayanlar bu analizin dışında tutulmuştur. Literatür, Climate Action Tracker tarafından üretilen başlıca hakkaniyet yaklaşımlarının uygulamalarıyla tamamlanmaktadır.¹ Bu yaklaşımlar birlikte, ayrı olarak sunulan yalnızca maliyet etkinliğine dayalı kategori hariç, Höhne, den Elzen ve Escalante'de (2014) tanımlanan tüm hakkaniyet kategorilerini kapsamaktadır. Seçilen ilkelerin tümü, ulusal koşullar ve Paris Anlaşması (Rajamani vd. 2021) ışığında ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ve ilgili kabiliyetler ilkesiyle tutarlıdır ve literatürde ele alınan başlıca eşitlik yaklaşımlarını kapsamaktadır.

Küresel emisyon azaltımlarının ulusal emisyon azaltımlarına nasıl dönüştürüleceğine ilişkin varsayımların altını çizmek önemlidir.

¹ Bu bölümde, Climate Action Tracker'ın girdi verilerini kullanıyoruz, ancak Climate Action Tracker'in bu veri nihai bir sonuç olarak sentezleme metodolojisini takip etmiyoruz. Daha fazla ayrıntı için bkz. [ek D](#).

Bu tür bir alıştırma yapılırken, özellikle mekan, zaman ve eşitlik konularında (Lecocq ve Winkler 2024). Kullanılan yöntemler hakkında daha fazla ayrıntı için bkz. [ek D.](#)

Arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormancılık (AKAKDO) emisyonlarına ilişkin tahminlerin ulusal sera gazı (SG) envanterleri ve modelleri arasında uyumlaştırılması konusundaki zorluklar ve belirsizlikler (Gidden vd. 2023; Grassi vd. 2021; bölüm 2; bölüm 4) ve AKAKDO emisyonlarının ülkeler arasında eşitlik temelinde nasıl paylaştırılabileceğine ilişkin literatür eksikliği göz önüne alındığında, bu analiz AKAKDO emisyonlarını hariç tutmaktadır. Sonuç olarak, bu sonuçların karşılaştırılması gereken küresel ölçütler değişmektedir. AKAKDO emisyonları patikalardan hariç tutulduğunda,

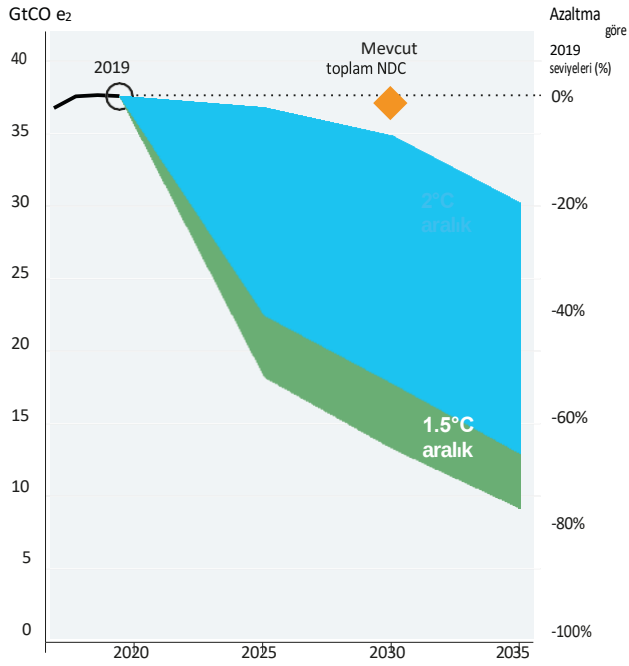
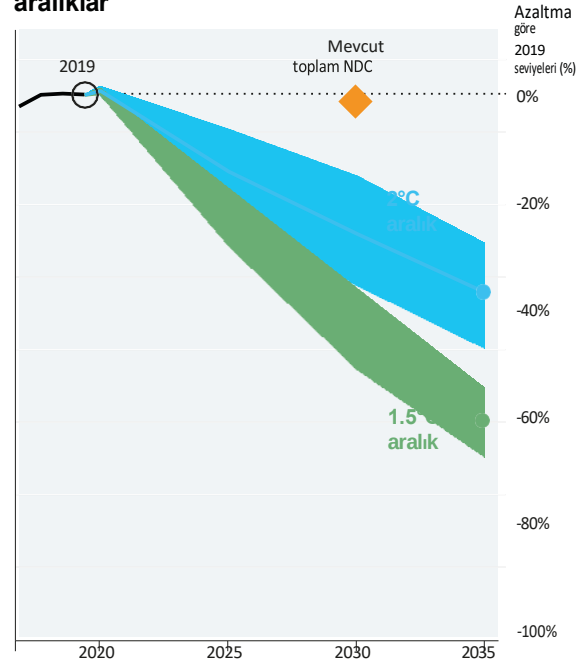
medyan 1,5°C uyumlu emisyon azaltımları şunlardır 2030 ve 2035 yıllarında 2019 yılına göre sırasıyla yüzde 37 ve yüzde 50, 2°C ile uyumlu emisyon azaltımları ise 2030 ve 2035 yıllarında yüzde 20 ve yüzde 30'dur. Bu azaltımlar, AKAKDO emisyonlarını küresel ortalamadan daha hızlı azaltmanın maliyet etkin olması nedeniyle bölüm 4'te sunulanlardan daha düşüktür. Ancak, kullanılan temel yol kümesi aynıdır.

Şekil 5.1, bir grup olarak G20 için sonuçları göstermekte ve adil paylaşım ve maliyet-etkin ilkeleri uygulayarak azaltım çabasını dağıtmanın farklı yolları altında 2030 ve 2035 için gösterge niteliğindeki hedef aralıklarına genel bir bakış sunmakta ve bunu küresel kıyaslamalarla karşılaştırmaktadır.²



² Bu bölümdeki veriler IPCC'nin Dördüncü Değerlendirme Raporu (AR4) GWP100 küresel ısınma potansiyellerinde (GWP'ler) verilmiştir. Ancak, bunun yerine AR6 GWP100 potansiyelleri kullanılsaydı sonuçlar büyük ölçüde benzer olurdu. 1,5°C uyumlu yollar için AR4'ten AR6 GWP'lere geçiş, 2030'da küresel emisyon tahminini ~%1 oranında artırmaktadır. Bununla birlikte, tarihsel emisyonların tahmini de arttığından, sera gazlarında 2019 taban çizgisine göre nispi azalma, 1,5°C uyumlu yollar için (LULUCF aralıktan çıkarıldığında) hala yüzde 37'de kalarak büyük ölçüde değişmeden kalmaktadır.

Şekil 5.1 Afrika Birliği hariç G20 için farklı sıcaklık sınırlarıyla tutarlı adil paylaşım ve maliyet etkin azaltım aralıkları

G20: Adil paylaşım aralıkları**G20: Uygun maliyetli aralıklar****Ülke gruplarına ve yaklaşımlara göre 2019 seviyelerine göre azaltım aralıkları**

Ülke grubu	Yaklaşım	2°C aralık		1,5°C aralık	
		2030	2035	2030	2035
Dünya ortalaması		-20% (-13 ila -28%)	-30% (-22 ila -37%)	-37% (-31 ila -46%)	-50% (-45 ila -58%)
G20	Adil paylaşım	- 8 ila -%56	-21 ila -%70	-35 ila -69%	-49 ila -81%
	Uygun maliyetli	-23% (-14 ila -32%)	-34% (-25 ila -43%)	-38% (-32 ila -46%)	-55% (-49 ila -61%)

Not: Tüm azaltımlar, LULUCF hariç 2019 emisyonlarına göre verilmiştir. Gösterilen adil paylaşım aralıkları, adil paylaşım aralığının minimum ve maksimum değerlerini vermektedir ve bu nedenle burada değerlendirilen tüm eşitlik yaklaşımlarını içermektedir. Maliyet-etkin ve küresel aralıklar medyanı ve yirminci ila sekseninci yüzdeler dilimleri göstermektedir (bölüm 4 ile uyumlu olarak).

Şekil 5.1, ısınmanın hiç veya düşük aşım 1,5°C ile sınırlandırılması ve yüzde 66 olasılıkla 2°C ile sınırlandırılmasıyla tutarlı olacak gelecekteki emisyonları göstermektedir. 1.5°C ve 2°C patikalarının tanımı 4. bölümde kullanılanlarla eşdeğerdir.

İlk panel, analize dahil edilen eşitlik yaklaşımları yelpazeyle uyumlu olabilecek hedefleri göstermektedir. Grafik, bu yaklaşımlar tarafından üretilen tüm aralığı göstermektedir. İkinci panel, ortanca ve yirminci ila sekseninci yüzdeler dilimleri vurgulayarak, maliyet etkin yollardan kaynaklanan hırs aralığını göstermektedir. Şekil ayrıca

G20'nin 2030 için mevcut NDC'sine toplu olarak yansıtılan toplam isteklilik düzeyini göstermektedir.³

Şekil 5.1'de gösterildiği gibi, G20'nin her iki yaklaşım altında da emisyonları küresel ortalamadan daha hızlı azaltması gerekecektir. Adil paylaşım aralığının en az iddialı ucunda bile, G20'nin emisyon azaltımları küresel ortalamaya ancak uyum sağlayacaktır. Adil paylaşım aralığının en iddialı ucunda ise, G20'nin 2035 yılına kadar LULUCF hariç emisyonları yüzde 80'in biraz üzerinde azaltması gerekecektir ki bu da küresel ortalamanın önemli ölçüde önünde olacaktır. G20'nin 1,5°C patikasına uyum sağlayabilmesi için, maliyet etkin emisyon azaltımlarının 2019'a kıyasla 2030'da yüzde 38'e ve 2035'te yüzde 55'e ulaşması gerekecektir. G20, küresel emisyon açığını kapatmanın bir parçası olarak emisyon azaltımlarını hızlandırma konusunda kilit bir sorumluluğa sahiptir.

Gelecekteki emisyonların adil veya maliyet-etkin dağılımını neyin temsil ettiğine dair tek bir tanım yoktur. Bu nedenle, hem adil-pay hem de maliyet-etkin dağılımlar gelecekteki olası G20 emisyonlarının bir aralığını yansıtmaktadır. Şekil 5.1'in adil paylaşım panelindeki aralık, emisyonları dağıtmak için kullanılabilecek farklı olası eşitlik yaklaşımlarının ve bu yaklaşımların farklı olası uygulamalarının sonuçlarını temsil etmektedir. Maliyet-etkin panelde bu, senaryo tasarımıdaki farklılıkları, girdi varsayımlarını ve bu senaryoları üreten temel entegre değerlendirme modellerindeki model yapısını temsil etmektedir.

Farklı eşitlik yaklaşımları, azaltım çabalarının farklı dağılımları anlamına gelmektedir. Daha da önemlisi, eğer bir ülke veya ülke grubu kendi adil paylaşım aralığının daha az iddialı ucunu hedeflerse, toplam emisyonların hala küresel sıcaklık hedefiyle uyumlu olması gerekiyorsa, bu diğerlerine daha az esneklik bırakır. G20'nin adil paylaşım aralığının minimumunun ötesine geçmesi, diğer düşük gelirli bölgelere ve uluslara (Güney Afrika dışındaki Afrika Birliği üyeleri dahil) emisyonları daha yavaş bir hızda azaltma konusunda daha fazla esneklik sağlayabilir.

G20 çok heterojen bir ülke grubu olmaya devam etmektedir ve herhangi bir ülke için maliyet-etkin ve adil paylaşım aralıkları toplamdan büyük ölçüde farklılık gösterebilir. Bazı ülkeler için, herhangi bir eşitlik ilkesi altında, adil payları maliyet-etkin aralıklarını önemli ölçüde aşabilir. Bu gibi durumlarda, sadece yurtiçi azaltım eylemleriyle adil paylarına uyum sağlamak mümkün olmayabilir ve Paris Anlaşması'nın uzun vadeli sıcaklık hedefiyle sağlam bir uyum sağlamak için uluslararası azaltım desteği ve işbirliği gerekli olacaktır. Bu, maliyet etkin potansiyellerinin adil paylaşım aralığının ötesine geçtiği ülkelerde emisyon azaltımlarını katalize etmek için geliştirilmiş iklim finansmanı şeklinde olabilir (Pachauri vd. 2022). Bu ülkeler için, yüksek istekli koşullu NDC'lerin belirlenmesi

gelecekteki emisyonlardan kendilerine düşen adil payın ne olduğu ve uluslararası iklim finansmanı da dahil olmak üzere uygulama araçlarına bağlı olarak ne tür ilave eylemler gerçekleştirilebileceği konularına açıklık getirilmesine yardımcı olabilir.

3 Aşağıdan yukarıya ulusal azaltım senaryolarına dayalı olarak ortaya çıkan bulgular, eylemi hızlandırmanın ve azmi artırmanın mümkün olduğunu göstermektedir

İddialı azaltım eylemlerinin yanı sıra ulusal kalkınma önceliklerini de gerçekleştiren ulusal karbonsuzlaştırma senaryoları birçok ülkede ortaya çıkmaktadır. Burada, hem emisyonları zirveye ulaşmış hem de henüz zirveye ulaşmamış G20 üyeleri için emisyonları mevcut NDC hedeflerinin ima ettiği seviyelerin ötesinde azaltmanın ve 2035 için çok daha yüksek ulusal hedefleri taahhüt etmenin ve gerçekleştirmenin mümkün olduğunu göstermek için birkaç örnek sunulmaktadır.

Bölüm 5.2'deki yukarıdan aşağıya yaklaşımlar, küresel bir sıcaklık sınırı ile uyum sağlama avantajına sahiptir, ancak ülke düzeyindeki bağlamı yakalama yetenekleri daha sınırlıdır. Ülke düzeyinde modelleme genellikle küresel bir ölçütte uyumu sağlamaz, ancak ulusal düzeydeki belirli bağlamı ve dinamikleri daha iyi temsil etme ve hedeflere ulaşmak için uygulama yolları hakkında ayrıntılı bilgiler sağlama potansiyeline sahiptir. Ulusal çalışmalardan ve yukarıdan aşağıya yaklaşımlardan elde edilen sonuçların karşılaştırılması, ulusal düzeyde farklı hedef parantezlerinin uygulanabilirliğine ve ulusal senaryoların farklı yukarıdan aşağıya yaklaşımlarla uyumluluğuna ışık tutmaya yardımcı olabilir.

Mevcut ulusal düzeydeki senaryolar, elde edilecek emisyon azaltımlarına ilişkin çok çeşitli hedefler ve varsayımlar kullanmaktadır. Örneğin, bazı ulusal senaryolar, ulusal düzeyde belirlenen mevcut NDC hedeflerini başlangıç noktası olarak almakta, bazı durumlarda senaryo tasarımı bilgilerini sağlamak için belirli bir yıla kadar net sıfır karbondioksit (CO₂) emisyonuna ulaşmak gibi temel sektörel ölçütlerle birleştirilmektedir (Waisman vd. 2019). Diğerleri ise belirli eşitlik yaklaşımları kapsamında belirli bir ülke için mevcut olan emisyon bütçesi gibi eşitlik hususlarını kullanmaktadır (Marquard vd. 2022).

Çin için, Çin'in uzun vadeli dekarbonizasyon hedefiyle (He ve ark. 2021) ve Paris uyumunun yorumlarıyla (He ve ark. 2021; Myllyvirta 2024; Wang 2021) uyumlu azaltım yollarının ulusal modelleme çalışmaları, CO₂ emisyonlarını 2020'den 2023'e kadar değişen baz yıllara göre 2030'da en az yüzde 10 ve 2035'te yüzde 28-37 oranında azaltmanın mümkün olacağını göstermektedir. AKAKDO dahil ve hariç tahminlerde sadece küçük farklılıklar vardır.

3 Bölüm 3'teki G20 üyelerinin NDC'lerinin niceliğini alıyoruz ve ülke NDC'lerine dahil edilebilecek LULUCF seviyesini tahmin etmek için İklim Eylemi İzleyici'si'nden alınan verileri kullanarak LULUCF'yi bu tahminlerden çıkarmak için düzeltiyoruz.

Amerika Birleşik Devletleri için, Maryland Üniversitesi tarafından yapılan aşağıdan yukarıya bir değerlendirme, hem federal hem de federal olmayan aktörlerin mevcut ve makul politikalarına (örneğin Enflasyon Azaltma Yasası, diğer federal düzenlemeler ve yenilenebilir portföy standartları gibi eyalet düzeyindeki politikalar dahil) dayalı olarak sektörel dekarbonizasyon potansiyellerini analiz etmek için eyalet düzeyinde ayrıntılara sahip entegre bir değerlendirme modeli kullanmıştır. Senaryolar, Amerika Birleşik Devletleri'nin 2035 yılına kadar 2005 seviyelerine göre yüzde 65 (yüzde 59-71 aralığında) net sera gazı emisyonu azaltımı sağlayabileceğini tahmin etmektedir (Zhao *vd.* 2024a; Zhao *vd.* 2024b).

Brezilya ve Endonezya gibi büyük net pozitif veya negatif AKAKDO emisyonlarına sahip bazı ülkeler için sonuçlar büyük ölçüde AKAKDO emisyonlarının dikkate alınıp alınmadığına bağlıdır (Svensson *vd.* 2023). Brezilya için, 2030 NDC hedefine ulaşan ve 2050'den önce net sıfır sera gazı emisyonuna ulaşan bir senaryo, yalnızca halihazırda ticari olarak mevcut teknolojileri kullanarak (karbon yakalama ve depolama veya araştırma ve geliştirme aşamasındaki teknolojiler olmadan) 2035'teki sera gazı emisyonlarını AKAKDO dahil 2019 seviyelerine göre yüzde 60 oranında azaltırken, AKAKDO hariç tutulduğunda yalnızca yüzde 2 oranında azaltmaktadır (La Rovere *vd.*, 2024). Aradaki fark, bu senaryo kapsamındaki azaltım çabalarının çoğunun arazi kullanımı ve ormancılıktaki değişikliklerden, özellikle de ormansızlaşmanın durdurulması ve tersine çevrilmesinden kaynaklandığının altını çizmektedir; bu da doğanın ve ekosistemlerin korunması, muhafaza edilmesi ve restore edilmesine ilişkin küresel envanterin sonuçlarıyla uyumludur (UNFCCC 2024, para. 33).

Derin Dekarbonizasyon Yolları girişiminde (Sürdürülebilir Kalkınma ve Uluslararası İlişkiler Enstitüsü 2024), ulusal modellerin küresel dekarbonizasyon hedefleriyle tutarlılığını bilgilendirmeye yardımcı olmak için küresel senaryolardan kıyaslamalar uygulanmaktadır (Bataille *et al.* 2020; Waisman *et al.* 2019). Son Derin Dekarbonizasyon Yolları senaryoları Arjantin, Brezilya, Çin, Hindistan, Endonezya, Meksika, Nijerya, Güney Afrika ve Amerika Birleşik Devletleri tarafından geliştirilmiştir. Bu senaryolar, her ülkenin mevcut taahhütlerine karşılık gelen tarihlerde ülkeleri ulusal karbon nötrlüğüne ulaşma yoluna sokan 2030 ve 2035 emisyon seviyelerine ulaşmanın fizibilitesini göstermektedir

(IDDRI 2024). Bu ulusal senaryoların 2030 ve 2035 yıllarındaki emisyon aralıkları, karbon nötrlüğüne yönelik çok çeşitli emisyon profillerine yol açan ülke koşullarının ve karbon nötrlüğü için hedef tarihlerin (yukarıda listelenen ülkelerde 2050 ile 2070 arasında) çeşitliliğinin mantıksal bir sonucu olarak büyük bir değişkenlik göstermektedir. Bununla birlikte, bu ulusal düzeydeki çalışmalar, hem emisyonları zirve yapmış hem de henüz emisyonları zirve yapmamış ülkelerin azaltım eylemi ve hırs açısından mevcut NDC hedeflerinin ima ettiğinden daha ileri ve daha hızlı gitmelerinin mümkün olduğunu doğrulamaktadır.

Ülke senaryolarının kesişen analizleri, ülkelerin azim ve eylemlerini Paris Anlaşması'nın sıcaklık hedefiyle uyumlu hale getirmek için 2030 ve 2035'e kadar emisyon azaltımlarının temel itici güçlerini de ortaya çıkarabilir. Net sıfıra giden ulusal yollar, elektrik üretimi, yolcu taşımacılığı ve AKAKDO sektörlerinin ülkeler arasında kısa vadeli emisyon azaltımı için en yüksek potansiyele sahip olduğunu vurgulamakta ve 6. Bölümde 2030 ve 2035 için emisyon azaltım potansiyellerinin güncellenmiş değerlendirmesinin sonuçlarını doğrulamaktadır. Bu sektörlerde teknik çözümler büyük ölçüde mevcuttur ve senaryo analizi, bunların yaygınlaştırılmasının hızlandırılması için ülke koşulları göz önünde bulundurularak elverişli ortam konusunda yeterli önlemlerin alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Enerji sektöründe bu, özellikle özel yatırımların kolaylaştırılması, izin süreçlerinin etkin yönetişiminin sağlanması ve yenilenebilir kotaların uygulanması veya uyumsuzluk için cezalar sağlanması gibi enerji piyasalarının kurallarının uyarlanmasıyla ilgilidir. Yolcu taşımacılığı sektöründe, elektrikli araçların satın alma fiyatlarının düşürülmesine yönelik destek (ve dolayısıyla düşük ve orta gelirli hanelerin erişiminin artırılması) ve güvenliği artırmak ve daha verimli hareketlilik seçeneklerini desteklemek için modlar ve hız sınırları arasında kamu yol alanı tahsisinin gözden geçirilmesi gibi motorsuz ve toplu taşıma lehine hedeflenen önlemler yer almaktadır. Son olarak, AKAKDO sektöründe, kısa vadeli emisyon azaltımları, ormansızlaşmayı azaltmak ve turbalık alanların bozulmasını önlemek için halihazırda yürürlükte olan politikaların uygulanmasının güçlendirilmesinin yanı sıra yeniden ve ağaçlandırmadan kaynaklanan CO₂ emiliminin artırılmasıyla sağlanabilir.

6

Aradaki farkın kapatılması: Sektörel dönüşüm kriterleri, azaltım potansiyelleri ve yatırım ihtiyaçları

Baş yazarlar:

Stephanie Roe (World Wildlife Fund, Amerika Birleşik Devletleri), Chris Bataille (Columbia Üniversitesi, Amerika Birleşik Devletleri), Kornelis Blok (Delft Teknoloji Üniversitesi, Hollanda), Kelly Levin (Bezos Earth Fund, Amerika Birleşik Devletleri), Eleonore Soubeyran (Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, London School of Economics), Büyük Britanya ve Kuzey İrlanda Birleşik Krallığı ve Costanza Strinati (Climate Policy Initiative, Birleşik Krallık)

Katkıda bulunan yazarlar:

Clea Schumer (Dünya Kaynakları Enstitüsü, Amerika Birleşik Devletleri), Evelien Smit (Common Futures, Hollanda), Sophie Boehm (Dünya Kaynakları Enstitüsü, Amerika Birleşik Devletleri), Ploy Pattanun Achakulwisut (Birleşmiş Milletler, Amerika Birleşik Devletleri), Kamen Austin (Wildlife Conservation Society, Amerika Birleşik Devletleri), Robert Beach (RTI International, Amerika Birleşik Devletleri), Alice Favero (RTI International, Amerika Birleşik Devletleri), Tash Garrood (Common Futures, Birleşik Krallık), Judit Hecke (NewClimate Institute, Almanya), Louise Jeffery (NewClimate Institute, Almanya), Kees van der Leun (Common Futures, Hollanda) ve Sam Yeo (The Nature Conservancy, Amerika Birleşik Devletleri)

Giriş ve sentez

Emisyon açığının kapatılması, ekonominin tüm sektörlerinde eşzamanlı ve acil dönüşümler gerektirecektir. Küresel envanter sonucu bu dönüşümlerden bazılarını vurgulamakta ve ülkeleri, 2030 yılına kadar yenilenebilir enerji kapasitesinin üç katına çıkarılması ve enerji verimliliğindeki küresel ortalama yıllık iyileştirme oranının iki katına çıkarılması, enerji sistemlerinde fosil yakıtlardan uzaklaşılması ve doğanın ve ekosistemlerin korunması, korunması ve restore edilmesi de dahil olmak üzere, sektöre özgü çeşitli küresel azaltım çabalarına ulusal olarak belirlenmiş bir şekilde katkıda bulunmaya çağırmaktadır (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 2023, paragraf 28; ayrıca bkz. bölüm 1).

Ancak, ulusal olarak belirlenmiş katkılara (NDC'ler) hazırlık bağlamında, küresel kilometre taşlarının ve sektöre özgü azaltım çabalarının ulusal müdahalelere nasıl dönüştüğünü anlamak zor olabilir (ayrıca bkz. Bölüm 5). Bir sonraki NDC'lerin hazırlanmasına yardımcı olmak amacıyla bu bölüm, 2030 ve 2035 yılları için aşağıdaki üç sorunun yanıtlanmasına odaklanmaktadır:

Bir sonraki NDC'lerin katkıda bulunması gereken kritik küresel sektörel dönüşüm kriterleri nelerdir? (Bölüm 6.2.)

Emisyonların azaltılması ve emisyon açığının kapatılması için başlıca fırsatlar nerede ve nelerdir? (Bölüm 6.2.)

► Yatırım ihtiyaçları ve finansman kaynakları üzerindeki etkileri nelerdir? (Bölüm 6.3.)

Üst düzey sentez: Aradaki fark nedir?

Enerji, tarım ve arazi kullanımı, ulaştırma, sanayi, binalar ve diğer sektörleri dönüştürme görevi gibi 2030 ve 2035'te emisyon açığının kapatma zorluğu da (bölüm 4) tartışılmazdır. Aynı zamanda, acil kalkınma ihtiyaçları ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşmanın yanı sıra azaltım eylemini hızlandırmak için fırsatlar da mevcuttur.

Sektörel dönüşüm için temel, yakın vadeli kriterler tablo 6.1'de özetlenmiştir (bkz. ek E, çevrimiçi olarak mevcuttur). Bu sektörel ölçütler, kalkınma hedeflerini takip ederken ısınmayı 1,5°C ile sınırlamak için gereken eylem düzeylerini göstermekte ve buna bağlı olarak Paris Anlaşması'nın sıcaklık hedefine ulaşmak için yakın vadeli bir yol haritası sağlamaktadır. Örneğin, fosil yakıtların ne kadar hızlı bir şekilde azaltılması, yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılması ve ormansızlaşmanın etkin bir şekilde durdurulması gerektiğini gösterirler. Kapsanan tüm kriterlere yönelik küresel ilerleme sınırlıdır. Yakın zamanda yapılan bir çalışma (Boehm vd. 2023), değerlendirilen 42 sektör kriterinden sadece 1 tanesinin 2030 yılı için yolunda olduğunu (hafif hizmet araç satışlarında elektrikli araçların payı); 6 göstergenin yolunda olmadığını ancak doğru yönde ilerlediğini; 24 göstergenin doğru yönde ilerlemesine rağmen yolunda olmadığını; 6 göstergenin tamamen yanlış yönde ilerlediğini ve beş göstergenin ilerlemeyi belirlemek için yeterli veriye sahip olmadığını ortaya koymuştur. Bu göstergeler

NDC'lerin bir sonraki turu, ülkelerin daha iddialı sektörel hedefler benimsemeleri ve uygulamayı hızlandırmaları için bir fırsat sunmaktadır. Danimarka, Litvanya ve Uruguay (kutu 6.1; Jaeger 2023a) gibi çeşitli ülkelerde yenilenebilir enerji teknolojilerindeki hızlı maliyet düşüşleri ve bunların benimsenmesi ile Belçika, Çin, Finlandiya, İzlanda, Norveç ve İsveç (kutu 6.2; Uluslararası Enerji Ajansı [IEA] 2024a) dahil olmak üzere elektrikli araçların hızla benimsenmesi gibi son zamanlarda elde edilen başarılar, değişimin beklenenden daha hızlı bir şekilde nasıl ortaya çıkabileceğini vurgulamaktadır. Ancak bu tür başarıların bölgeler arasında hızla yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Bu bölümdeki sektörel azaltım potansiyellerinin güncellenmiş değerlendirilmesi, hem 2030 hem de 2035 yılına kadar azaltım eylemini hızlandırmak için yeterli fırsat olduğunun altını çizmektedir. Sektörel emisyonları azaltmaya yönelik küresel potansiyelin 2030'da yılda 31 gigaton karbondioksit eşdeğeri ($GtCO_2e$) (aralık: 25-35) ve 2035'te 41 $GtCO_2e/yıl$ (aralık: 36-46) olacağı tahmin edilmektedir. ²⁰⁰ ABD\$/ tCO_2e 'ye kadar azaltım tedbirleri tam olarak uygulandığı takdirde emisyon açığını kapatmak için fazlasıyla yeterli olacaktır (şekil 6.1; tablo 6.2). Sektörel emisyon azaltım tahminleri, politika yapıcılara, bir sonraki NDC'lerin bir parçası olarak belirli ulusal bağlamlarda araştırılacak önemli emisyon azaltım seçeneklerinin nerede bulunduğu dair net ve ayrıntılı bir görüş sağlar.

Dikkat çekici bir şekilde, sadece iki kanıtlanmış ve maliyet açısından rekabetçi seçenek, güneş fotovoltaikleri (PV) ve rüzgar enerjisi, 2030'da toplam emisyon azaltma potansiyelinin yüzde 27'sini ve 2035'te yüzde 38'ini oluşturmaktadır. Ormancılıkta, ormansızlaşmanın azaltılması, yeniden ağaçlandırmanın artırılması ve iyileştirilmiş orman yönetimi, 2030 ve 2035'te sırasıyla toplam potansiyelin yaklaşık yüzde 19 ve 20'si gibi büyük emisyon azaltma potansiyellerine sahip hazır seçenekler sunmaktadır. Diğer önemli ve hazır azaltım seçenekleri arasında tüm sektörlerde talep yönlü tedbirler ve binalar, ulaştırma ve sanayi sektörlerinde verimlilik tedbirleri, elektrifikasyon ve yakıt değişimi yer almaktadır. Talep yönlü tedbirler, arz yönlü tedbirlerin etkinleştirilmesi ve/veya desteklenmesi açısından önemlidir (örneğin, sürdürülebilir sağlıklı beslenmeye geçiş ve gıda israfının azaltılması, ormansızlaşmayı ve tarımdaki CO₂ dışı emisyonları azaltır).

Bu önlemler yakın vadede emisyon azaltımı sağlamak için mevcut olsa da, daha uzun teslim süreleri gerektirecek ancak gelecekte derin dekarbonizasyon ve şimdi karbon kilitlenmesinden kaçınmak için kritik olan başka önemli önlemler de vardır (örneğin endüstriyel süreçlerin, yeni binaların verimliliğinin ve malzemelerinin, ulaşım altyapısının ve bazı CO₂ giderme teknolojilerinin iyileştirilmesi).

Azaltım tedbirleri öncelikle kalkınmadan kaynaklanır ve ekonomik, sosyal ve çevresel faydalarla birlikte elde edilebilir ve hem yerel hem de küresel düzeyde Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşılmasına yardımcı olur. İklim değişikliğinin giderek artan şiddetli etkilerinden ve bunun sonucunda altyapı, gıda sistemi, doğal ekosistemler ve insan yaşamı ve refahı üzerinde ortaya çıkan küresel kayıp ve zararlardan kaçınmanın yanı sıra - örneğin 3°C sıcaklık artışı senaryosu altında 2050 yılında öngörülen 38 trilyon ABD doları zarar maliyeti (Kotz, Levermann ve Wenz 2024) - ormanlarda ve diğer ekosistemlerde, tarımda, enerjide, ulaşımda, binalarda, sanayide ve atıklarda iklim azaltma önlemleri yerel maliyet tasarrufu ve daha fazla istihdam yaratabilir, hava, su ve toprak kalitesini iyileştirebilir ve iklim değişikliğine, biyoçeşitliliğe ve insan sağlığına karşı direnci artırabilir (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli [IPCC] 2023). Talep yönlü müdahaleler ile ekosistemin korunması ve restorasyonu özellikle yüksek sosyoekonomik ve çevresel faydalar sağlamaktadır (IPCC 2023). Birden fazla paydaşın ihtiyaçlarına yanıt olarak tasarlanan ve uygulanan, ortak faydaları en üst düzeye çıkaran ve potansiyel ödünleşimleri azaltan azaltım önlemlerinin başarılı olma ve yaygınlaştırılma şansı çok daha yüksektir (Shukla vd. eds. 2022).

IPCC sonucuna göre, azaltım potansiyelinin yaklaşık yarısının nispeten düşük maliyetlerle (<20 ABD\$/ tCO_2e) elde edilebileceği tahmin edilmektedir (Shukla vd. eds. 2022). En uygun maliyetli önlemler arasında tüketimi ve israfı azaltan ve verimliliği artıran (tüm sektörlerde) önlemler, güneş enerjisi ve rüzgar enerjisinin yaygınlaştırılması ve ormansızlaşmanın ve ekosistem dönüşümünün azaltılması yer almaktadır ve yakın vadede mütevazı maliyet gelişmeleri beklenmektedir. Güneş ve rüzgar enerjisi için daha fazla maliyet düşüşü beklenebilir, ancak bu, yüksek oranda değişken enerji kaynaklarını güç sistemlerine entegre etmenin ek maliyetleri ile kısmen dengelenebilir (Brown ve ark. 2018; IEA 2024a). Elektrifikasyon, örneğin ulaşımda, daha düşük maliyetlere de yol açabilir. Sanayi sektöründe daha yüksek bir emisyon azaltma potansiyeli görüyoruz; sanayi tesislerinin planlanması, ruhsatlandırılması, finanse edilmesi ve inşa edilmesi tipik olarak 5-10 yıl sürmektedir, bu nedenle 2030'ların başından ortalarına kadar sifıra yakın daha büyük emisyon potansiyelleri mümkün hale gelmektedir. Ancak, bu yüksek emisyon azaltma potansiyeli, daha yüksek maliyetli kategorilere mütevazı bir kayma ile birlikte gelmektedir.

2030'a sadece altı yıl kaldı. Bazı istisnalar dışında,¹ potansiyelin önemli bir kısmının 2030 yılına kadar hala uygulanabilir olabileceği tahmin edilmektedir, ancak bu, küresel ölçekte acil ve önemli ölçüde artan eyleme bağlıdır. Bununla birlikte, 4. bölümdeki bulgularla tutarlı olarak, gecikmiş eylem azaltım potansiyellerini ve bunların uygulanabilirliğini önemli ölçüde azaltmaktadır. Örneğin, bu raporda IPCC *Altıncı Değerlendirme Raporu* (AR6) (Shukla *et al.* eds. 2022) ile karşılaştırıldığında 2030 yılında 7 GtCO₂e daha az potansiyel değerlendirilmiştir (tablo 6.2). Bunun başlıca nedeni, uygulama için gereken süre, artan kilitlenmiş emisyonlar ve mevcut politika temelinde zaten hesaba katılmış olan ek azaltımdır. Bu nedenle 2035 yılında potansiyellerin gerçekleştirilmesi, elde edilen ölçüğe yükseltilmesine bağlıdır 2030'dan itibaren azaltım.

Ayrıca, sapkın sübvansiyonlar ve teşvikler dahil olmak üzere azaltım tedbirlerinin hızlı bir şekilde uygulanmasını engelleyen birçok engel ve diğerlerinin yanı sıra düzenleyici ve yönetim reformları, altyapı, teknoloji geliştirme ve transferi, teknik kapasite ve yatırım dahil olmak üzere gerekli elverişli ortam bulunmaktadır. Çeşitli çalışmalar, azaltım potansiyellerinin etkili bir şekilde hayata geçirilmesi ve emisyon açığının kapatılmasının, sürdürülebilir ve iklimi dirençli kalkınmayı vurgulayan, engelleri etkili bir şekilde ele alan ve kamu ve özel sektör eylemini katalize eden bir bütün hükümet yaklaşımını kullanarak küresel olarak hızlı ve kararlı politika eylemi gerektirdiğini göstermiştir (Shukla *vd.* eds. 2022). İhtiyaç duyulan derin dekarbonizasyonu sağlamak için tek bir devlet kurumuna (örneğin çevre bakanlığı), tek bir sektöre (örneğin enerji) veya tek bir politika aracına (örneğin karbon fiyatlandırması) güvenmenin çok ötesine geçilmesi gerekecektir (Fazekas, Bataille ve Vogt-Schilb 2022).

Özellikle yükselen piyasa ve gelişmekte olan ekonomilerde (GOÜ) yatırım ihtiyaçlarının karşılanması, büyüme ve kalkınma için hem acil bir zorluk hem de önemli bir fırsat sunmaktadır. Gerekli yatırım ölçeği (2035 yılına kadar yıllık tahmini 6,7 trilyon ABD\$ ile 11,7 trilyon ABD\$ artış) ürkütücü görünse de, bunun büyük bir kısmı mevcut sermaye akışlarının yüksek karbonlu faaliyetlerden düşük karbonlu faaliyetlere kaydırılmasını içermektedir. 2021 ve 2050 yılları arasında net sıfır geçiş için küresel ek yatırımın yılda 0,9 trilyon ABD\$ ile 2,1 trilyon ABD\$ arasında olacağı tahmin edilmektedir. Doğru politika çerçeveleri ile kurumsal

yapılar ve finansal araçlar **m e v c u t** olduğundan, bu geçiş 110 trilyon ABD doları tutarındaki küresel ekonominin d a h a geniş bağlamında finansal olarak uygulanabilir.

📌 Sektör dönüşümleri, ölçütler ve potansiyeller bir sonraki NDC'lere rehberlik edebilir

📌 Yaklaşım ve sonuçlara genel bakış

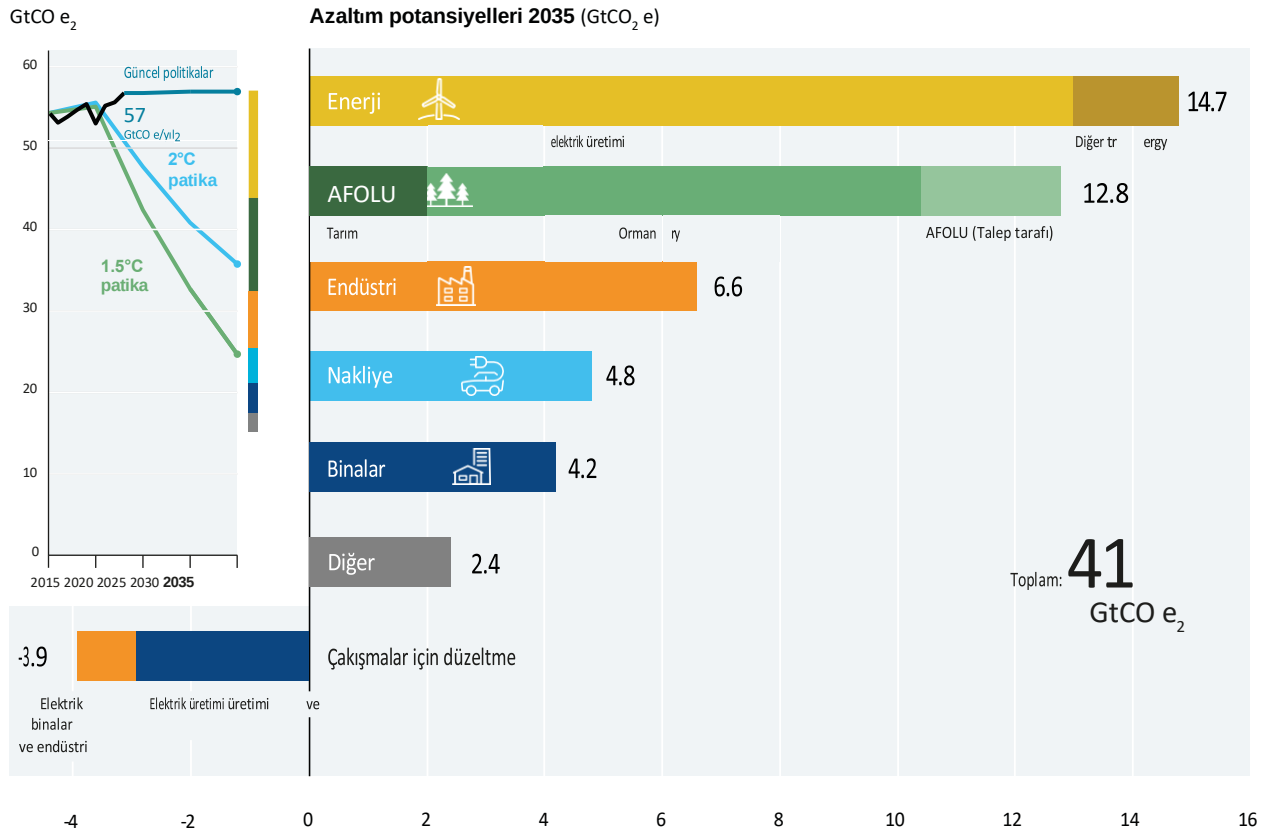
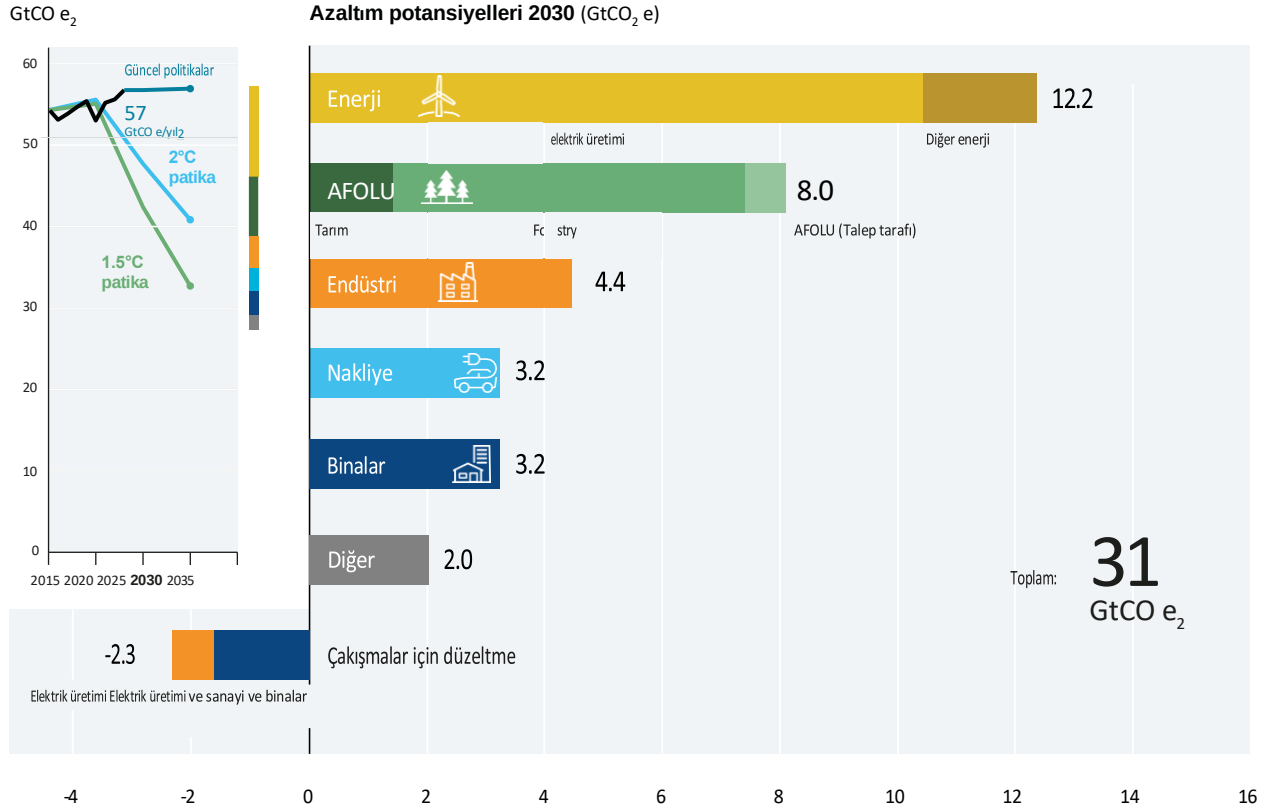
Kıyaslama için metodoloji

Bu bölümde, 1,5°C patikası ile uyumlu olduğu belirtilen ve 2030 ve/veya 2035 için zaman sınırlaması olan mevcut küresel sektörel ölçütler (tablo 6.1 ve **ek E'**de sunulmuştur)² özetlenmektedir. Bu bölümde yer a l a n ölçütler, ısınmayı 1,5°C ile sınırlandırmak için gereken tüm dönüşümsel değişiklikleri kapsamamaktadır. Daha ziyade, toplu olarak bu Paris Anlaşması sıcaklık hedefine ulaşılmasına yardımcı olabilecek kilit kaldıraçların bir alt kümesini göstermektedirler. Kıyaslama ölçütlerinin dahil edilmesi, Ocak 2019 ile Ağustos 2024 arasında yayınlanan hakemli literatürde yer alanların yanı sıra sektörel dönüşümlerin pratikte uygulanmasını ölçebilen somut, eyleme geçirilebilir göstergeler olarak ifade edilenlerle sınırlıdır. Çoğu ölçütün türetildiği birincil kaynaklar arasında entegre değerlendirme modellerinden elde edilen modellenmiş yollar, sektöre özgü azaltım yol haritalarını belirleyen aşağıdan yukarıya modelleme çalışmaları ve teknik ve maliyet etkin azaltım potansiyelinin aşağıdan yukarıya değerlendirmeleri yer almaktadır. Buna göre, tanımlar, varsayımlar ve optimizasyonlar, sonuçta ortaya çıkan azaltım çabalarının zamansal ve mekansal dağılımları gibi değişiklik göstermektedir.

Bölüm 5'te vurgulandığı üzere, bu tür yaklaşımlar farklı ulusal koşullar ışığında eşitlik ve ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ve ilgili kabiliyetler ilkelerini dikkate almak zorunda değildir. Bu yaklaşımların ulusal düzeyde uygulanması, bu tür hususların dikkate alınmasını gerektirecek ve eşitlik, fizibilite ve diğer faktörler göz önünde bulundurularak ulusal bağlamlara uyarlanması gerekebilecektir. Ayrıca, her ülkenin sektörel dönüşümlere mümkün olan en yüksek katkıyı nasıl sağlayabileceğini de düşünmek gerekecektir.

¹ Bunlara örnek olarak, uzun proje uygulama süreleri olan seçenekler (nükleer enerji santralleri gibi) ve sermaye stokunun değiştirilmesine dayanan seçenekler (örneğin, enerji verimli bir şekilde inşa edilmeyen yeni binaların güçlendirilmesi zor olacaktır) verilebilir.

² Tablo 6.1, **ek E'**de daha ayrıntılı olarak açıklanan küresel, sektörel kıyaslama ölçütlerinin basitleştirilmiş bir özetini sunmaktadır. Bu tablo, farklı kaynaklar tarafından birden fazla 2030 ve/veya 2035 kıyaslama setinin yayınlandığı göstergeleri içerirken, **ek E'**de temel kaynaklar ve notlar da dahil olmak üzere daha geniş bir sektörel k ı y a s l a m a listesi yer almaktadır. Aksi takdirde temsil edilemeyecek olan kritik değişimlere yönelik ilerlemeyi takip eden göstergeler (örneğin küresel ulaştırma s e k t ö r ü n d e k i modal değişimler) için sadece bir kaynaktan kıyaslamaların mevcut olduğu göstergeleri dahil etmek için istisnalar yapılmıştır.

Şekil 6.1 2030 ve 2035 yıllarında 200 ABD\$/tCO₂e'ye kadar sektörlere göre yıllık azaltım potansiyellerine genel bakış

Not: Her sektör için yıllık azaltım potansiyeli tahminleri (GtCO₂e/yıl) 200 ABD\$/tCO₂e altında mevcut olanları temsil etmektedir. Toplam sektör tahminleri, potansiyel çakışmaları azaltmak için düzeltilmiştir. Yuvarlama nedeniyle, birleştirilmiş sektörel potansiyellerin toplamı (çakışmalar için düzeltmeler dahil) ile toplam azaltım potansiyeli arasında küçük bir fark vardır.

Tablo 6.1 2030 ve 2035 yılları için 1,5°C patikaları ile uyumlu küresel sektörel kıyaslamalar

Bu tablo, belirli kaynaklardan elde edilen 1,5°C uyumlu sektörel kıyaslama aralıklarını özetlemektedir, ancak kapsamlı değildir ve varsayımlarında farklılık gösterdikleri için kaynaklar mutlaka karşılaştırılabilir değildir. Bu nedenle, aşağıdaki aralıklar 1,5°C uyumlu bir geleceğe ulaşmakla uyumlu tüm olası ölçütleri içerecek şekilde yorumlanmamalıdır. En son tarihsel veri noktasının yanı sıra verilerin mevcut olduğu yıl da kaynağa göre değişmektedir. Aşağıdaki aralıklar hem verilerin mevcut olduğu yılları hem de bunların değerlerini göstermektedir, ancak aralığın alt ve üst sınırları her zaman birbirleriyle uyum sağlamamaktadır. Değerler iki anlamlı rakama yuvarlanmıştır; bu yaklaşımdan sapmalar sadece yuvarlamanın nüansı kaybettiği durumlarda yapılmıştır. En son tarihsel veri noktasına göre yüzde değişimler

Yüzde +/-1.000, yanlış bir kesinlik ifade etmeden kıyaslama ölçütünden uzaklığın büyüklük sırasını iletmek için > +/-1.000 yüzde olarak belirtilmiştir.

Gösterge	Kıyaslama kaynağından alınan en son geçmiş veri noktası (yıl)	2030 karşılaştırma ölçütü		2035 karşılaştırma ölçütü	
		Mutlak değer	En son tarihsel veri noktasına göre yüzde değişim	Mutlak değer	En son tarihsel veri noktasına göre yüzde değişim
Güç					
Sıfır karbon kaynaklarının elektrik üretimindeki payı (%)	37-40 (2019-2023)	65-91	+%73'e +133%	77-96	+%110 +150%
Yenilenebilir enerji kapasitesi (TW)	3.4-3.9 (2022-2023)	11-12	+180 ila +253%	18	+400 ila +430%
Rüzgar ve güneş enerjisinin elektrik üretimindeki payı (%)	9-14 (2020-2023)	43-78	+210% +500%	59-86	için +%320 +560%
Azaltılmamış kömürün elektrik üretimindeki payı (%)	34-36 (2020-2023)	3-13	-%64 ila -%91	0-3	-%92 ila -%100
Azaltılmamış fosil gazın elektrik üretimindeki payı (%)	22-24 (2020-2023)	5-16	-27% ila -78%	2-7	-%71 ila -%92
Endüstri					
Sanayi sektörünün nihai enerji talebinde elektriğin payı (%)	29 (2022)	35-43	+21 ila +%48	43-46	+48 ila +59%
Küresel çimento üretiminin karbon yoğunluğu (kgCO ₂ /t çimento)	580-660 (2020-2022)	360-600	-%3,2 ila -%45	490	-21%
Küresel çelik üretiminin karbon yoğunluğu (kgCO ₂ /t ham çelik)	1,400-1,900 (2021-2023)	960-1,350	-%24 ila -%36	590	-61%
Yeşil hidrojen üretimi (Mt)	0.027 (2021)	58 ^a	>+1,000%	N/A	N/A
Tarım, ormancılık ve diğer arazi kullanımı (AFOLU)					
Ormansızlaşma (Mha/yıl)	5.4 (2023)	1.9	-65%	0 ila 1,5	-72%
Turbalık alan bozulması (Mha/yıl)	0,06 (yıllık ortalama, 1993-2018)	0	-100%	0	-100%
Mangrov kaybı (ha/yıl)	32,000 (yıllık ortalama, 2017-2019)	4,900	-85%	4,900	-85%
Önlenen orman ve sulak alan kaybı (toplam Mha)	N/A	45 Mha	Yetersiz veri	N/A	N/A
Ağaçlandırma (toplam Mha)	130 (toplam kazanç, 2000-2020)	100 (2020-2030) ^b	+77%	150 (2020-2035) ^b	+115%

Gösterge	Kıyaslama kaynağından alınan en son geçmiş veri noktası (yıl)	2030 karşılaştırma ölçütü		2035 karşılaştırma ölçütü	
		Mutlak değer	En son tarihsel veri noktasına göre yüzde değişim	Mutlak değer	En son tarihsel veri noktasına göre yüzde değişim
Turbalık alan restorasyonu (toplam Mha)	0 (2015 itibariyle)	15 (2020-2030) ^b	>+1,000%	16 (2020-2035) ^b	>+1,000%
Mangrov restorasyonu (toplam hektar)	15.000 (toplam doğrudan kazanç, 1999-2019)	240,000 (2020-2030) ^b	>+1,000%	N/A	N/A
Tarımın sera gazı (GHG) emisyon yoğunluğu (gCO _{2e} /1.000 kcal)	690 (2021) ^a	500	-28%	450	-35%
Hayvancılık metan emisyonları (GtCO _{2e} /yıl)	3.1 (2021)	2.3	-25%	N/A	N/A
Mahsul verimi (t/ha)	6.7 (2022)	7.8	+16%	8.2	+22%
Ruminant eti verimliliği (kg/ha)	29 (2022)	33	+14%	35	+21%
Kaybedilen gıda üretiminin payı (%)	13 (2021)	6.5	-50%	6.5	-50%
Gıda atığı (kg/kişi)	130 (2022)	61	-53%	61	-53%
Yüksek tüketimli bölgelerde geviş getiren hayvan eti tüketimi (kcal/kişi/gün)	100 (2022)	79 ^c	-21%	74 ^c	-26%
Nakliye					
Her 1 milyon kişi başına düşen hızlı transit kilometre sayısı (km/1M kişi)	20 (2021)	38	+90%	N/A	N/A
Her 1.000 kişi başına düşen yüksek kaliteli bisiklet yolu kilometresi sayısı (km/1.000 kişi)	0.0044 (2020)	2	>+1,000%	N/A	N/A
Binek araçlarla kat edilen kilometrelerin payı (yolcu-km'nin %'si)	45 (2019)	35-43	-%4 ila -%22	N/A	N/A
Elektrikli araçların hafif hizmet araç (otomobil ve kamyonet) satışlarındaki payı (%)	12-16 (2022-2023)	66-95	+270% ila +690%	98 ila 100	+%440'a +730%
Elektrikli araçların Türkiye'deki payı hafif hizmet araç (otomobil ve kamyonet) filosu (%)	2.2 (2023)	20-40	+%810'a >+1,000%	N/A	N/A
Elektrikli araçların iki ve üç tekerlekli araç satışlarındaki payı (%)	13-47 (2022-2023) ^d	78-85	+%81'e +500%	100	+530% ila +670%
Otobüs satışlarında bataryalı elektrikli araçların ve yakıt hücreli elektrikli araçların payı (%)	3.1-4 (2022-2023)	56-60	>+1,000%	90	>+1,000%
Orta ve ağır ticari kamyonlarda elektrikli araçların payı (%)	1 (2022-2023)	30-37	>+1,000%	65	>+1,000%
Sürdürülebilir havacılık yakıtlarının küresel havacılık yakıtı tedarikindeki payı (%)	0.1 (2022)	13	>+1,000%	28-32	>+1,000%
Deniz taşımacılığı yakıt tedarikinde sıfır emisyonlu yakıtların payı (%)	0 (2018)	5	>+1,000%	N/A	N/A
Binalar					
Bina operasyonlarının enerji yoğunluğu (kWh/m ²)	150 (2022)	85-120	-%17 ila -%41	N/A	N/A

Bina faaliyetlerinin karbon yoğunluğu (kg CO ₂ /m ²)	38 (2022)	13-16	-%58 ila -%66	N/A	N/A
---	-----------	-------	---------------	-----	-----

Gösterge	Kıyaslama kaynağından alınan en son geçmiş veri noktası (yıl)	2030 karşılaştırma ölçütü		2035 karşılaştırma ölçütü	
		Mutlak değer	En son tarihsel veri noktasına göre yüzde değişim	Mutlak değer	En son tarihsel veri noktasına göre yüzde değişim
Binaların güçlendirme oranı (%/yıl)	<1 (2019)	2.5-3.5	>+150'den +250%	2.5-3.5	>+150'den +250%
İşletmede sıfır karbonlu yeni binaların payı (%)	5 (2020)	100	>+1,000%	100	>+1,000%
Yeni CO ₂ giderimi					
Yeni CO ₂ giderimi (MtCO ₂ /yıl)	0.57-2.0 (2022-2023)	30-800	>+1,000%	150-1,700	>+1,000%
Çapraz Kesim					
Tüm enerji ve enerji dışı kullanımlar için küresel fosil yakıt arzı	480-510 (2019-2022)	330-360	-%29 ila -%30	240-280	-%42 ila -%53

- a. Bu kriter, tek başına sanayi sektöründen ziyade tüm ekonominin karbonsuzlaştırılması için gerekenleri ifade etmektedir.
- b. Ağaçlandırma, turbalık restorasyonu ve mangrov restorasyonu kriterleri, 2020'den önce gerçekleşen tüm ağaçlandırma ve restorasyonlara etkir ve bu kriterler 2020'den 2030'a veya 2020'den 2035'e kadar kümülatiftir.
- c. Bu kriter özellikle geviş getiren hayvan eti tüketiminin yüksek olduğu bölgeler için geçerlidir (öncelikle Amerika, Avrupa ve Okyanusya). Halihazırda 60 kcal/kişi/gün'den daha az geviş getiren hayvan eti tüketen, mikro besin eksiklikleri olan ve/veya geviş getiren hayvan etine uygun fiyatlı ve sağlıklı alternatiflere erişimi olmayan yüksek tüketimli bölgelerdeki nüfuslar için geçerli değildir.
- d. Boehm ve diğerleri (2023) tarafından kullanılan Bloomberg New Energy Finance (BloombergNEF) verileri ile IEA (2024a) tarafından yayınlanan veriler arasındaki tutarsızlık tanımsal anlaşmazlıktan kaynaklanmaktadır. IEA, iki tekerlekli araçları en az 25 km/s azami hıza sahip ve Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu'nun L1 ve L3 sınıfları tanımına uyan araçlar olarak tanımlamaktadır. Bu, elektrik destekli bisikletler ve düşük hızlı elektrikli scooterlar gibi mikromobilité seçeneklerini hariç tutmaktadır. Boehm ve diğerlerine (2023) dahil edilen BloombergNEF verileri daha düşük hızlı elektrikli mopedleri ve scooterları içermektedir.

Sektörel azaltım potansiyelleri için metodoloji

Sektörel azaltım potansiyelleri, belirli bir dönemde belirli bir azaltım önlemi ile belirlenen emisyon taban çizgilerine göre elde edilebilecek sera gazı emisyon azaltımlarının veya uzaklaştırmalarının miktarıdır (Shukla *vd.* eds. 2022). Mevcut teknoloji (teknik potansiyel), maliyet kısıtları (ekonomik potansiyel) veya diğer siyasi ve sürdürülebilirlik kısıtları göz önüne alındığında mümkün olan miktar olarak tahmin edilebilirler. Bu tahminler toplandığında ve çakışmalar için ayarlama yapıldığında, 2030 ve 2035 yıllarında küresel sera gazı emisyonlarının azaltılması için toplam potansiyelin bir göstergesini verir. Toplam potansiyel daha sonra mevcut politika projeksiyonları ve 3. ve 4. bölümlerdeki senaryolarla karşılaştırılarak emisyon açığının kapatılıp kapatılamayacağı belirlenebilir ve böylece politika yapıcılara bir sonraki NDC'lerin hazırlanmasında bilgi verebilecek önemli emisyon azaltma seçeneklerinin nerede bulunduğu dair ayrıntılı bir görüş sağlanabilir.

Bu bölümde, iç parasal maliyetler ve tasarruflar dikkate alınarak 200 ABD\$/tCO₂ e'ye kadar mevcut azaltım seçenekleri için tekno-ekonomik potansiyeller değerlendirilmektedir (örn.

ekipman maliyetleri ve tasarruf edilen enerjiden kaynaklanan faydalar), ancak iklim değişikliği etkilerinden kaynaklanan maliyetler gibi dış maliyetler ve faydalar hariç tutulmuştur. Bu çalışma, 2030 yılındaki azaltım potansiyellerini tahmin eden daha önceki çalışmaları (Birleşmiş Milletler Çevre Programı [UNEP] 2017; Shukla *vd.* eds. 2022) temel almakta ve güncellemekte ve 2035 yılı için azaltım hedeflerini içerecek olan bir sonraki NDC'lere bilgi sağlamaya yardımcı olmak üzere 2035 yılı için tahmini potansiyeller sunmaktadır. ABD\$100 ile ABD\$200/tCO₂e aralığında potansiyel olarak önemli bazı seçenekler bulunduğundan, 200 ABD\$/tCO₂e kesme seviyesi seçilmiştir (Shukla *vd.* eds. 2022, tablo 12.3). Ancak, azaltım potansiyelinin yaklaşık yarısının 20 ABD\$/tCO₂e'nin altındaki maliyetlerle elde edilebileceği tahmin edilmektedir (Shukla *et al.* eds. 2022).³ Maliyet analizi, sosyal bir iskonto oranı kullanarak sosyal maliyet perspektifini esas almaktadır. Maliyet seviyeleri, bildirilen temel çalışmalardan alınmıştır.

Azaltım potansiyeli değerlendirmesi, çoğunlukla belirli sektörlerle, seçeneklere veya teknolojilere odaklanan birçok temel literatür kaynağına dayanmaktadır. Her kaynağın, farklı temellerin kullanımı da dahil olmak üzere kendi yaklaşımı ve metodolojisi vardır. Çalışmalar aşağıdakileri kullanılabilece

³ Değerlendirmenin bir parçası olarak 200 ABD\$/tCO₂e'nin ötesindeki maliyet eşikleri araştırılmamıştır.

'mevcut politikalar' veya benzer taban çizgileri, bölüm 4'te bildirilen medyan taban çizgisinden sapabilir (örneğin 2035'te 57 GtCO₂e). Azaltım önlemleri ve potansiyelleri basitçe bir araya getirilemez çünkü

birbirleriyle etkileşime girebilir, örtüşebilir veya rekabet edebilirler. Daha ayrıntılı bir metodoloji ayrı bir çalışmada (UNEP Kopenhag İklim Merkezi [UNEP- CCC] ve Ortak Gelecekler 2024) sunulmaktadır.

Tablo 6.2 2030 ve 2035 yıllarında sektörel azaltım potansiyelleri

Tahminler, ²⁰⁰ ABD\$/tCO₂e altında mevcut olan yıllık potansiyelleri (GtCO₂e/yıl) temsil etmektedir; belirsizlik aralıkları parantez içinde verilmiştir. Birleştirilmiş tahminler, potansiyel çakışmaları azaltmak için düzeltilmiştir. Yuvarlama nedeniyle, birleştirilmiş sektörel potansiyellerin toplamı (çakışmalar için düzeltmeler dahil) ile toplam azaltım potansiyeli arasında küçük bir fark vardır. Sani tahminleri, otonom enerji verimliliği iyileştirmeleri için düzeltilmiştir. **Ek E'**de azaltım tedbirleri ve potansiyellerinin daha ayrıntılı bir listesi, kaynakları ve bunların 2017 Emisyon Açığı Raporu ve IPCC AR6 tahminleriyle karşılaştırılması yer almaktadır. Toplam tahminlere ilişkin ayrıntılı bir metodolojinin yanı sıra her bir önlem için hesaplamalar ayrı bir çalışmada (UNEP-CCC ve Common Futures 2024) sunulmaktadır.

Azaltım potansiyelleri (GtCO ₂ e)	2030	2035
Toplam azaltım potansiyeli (aralık)	31 (25-35)	41 (36-46)
Mevcut politikalar ile 1,5°C patikaları arasındaki emisyon farkı (aralık)	24 (20-26)	32 (20-37)
Mevcut politikalar ile 2°C'nin altındaki yollar arasındaki emisyon açığı	16 (12-18)	21 (9-26)
Toplulaştırılmış enerji sektörü (aralık)	12.2 (8.8-14.2)	14.7 (13.2-16.2)
Güneş enerjisi ⁱ	4.2	7.9
Rüzgar enerjisi ⁱ	4.2	7.7
Hidroelektrik, nükleer enerji ve jeotermal enerji	1.4	2.4
Biyoenerji, karbon yakalama ve depolama (CCS) ile biyoenerji ve CCS ile enerji üretimi	0.6	1.5
Fosil yakıt üretiminden kaynaklanan metan emisyonlarının azaltılması	1.9	1.7
AFOLU toplulaştırılmış (aralık)	8.0 (4.1-16.7)	12.8 (6.3-19.1)
Tarım (geliştirilmiş pirinç üretimi, besin yönetimi, enterik fermentasyon, gübre yönetimi, toprak karbon yönetimi, tarımsal ormancılık ve biyokömür)	1.4	2.0
Ormancılık (ormansızlaşmanın azaltılması, ağaçlandırma/ağaçlandırma ve iyileştirilmiş orman yönetimi)	5.9	8.4
Talep tarafı (gıda israfının azaltılması, sürdürülebilir sağlıklı diyetlere geçiş)	0.7	2.4
Binalar birleştirilmiş doğrudan + dolaylı (aralık)	3.2 (2.4-4.0)	4.2 (3.1-5.2)
Enerji hizmetlerine yönelik talepten kaçınım	0.6	0.8
Yeni binalar (daha iyi yalıtım, verimli ısıtma ve soğutma, yenilenebilir enerji kaynakları)	1.6	2.2
Güçlendirme (daha iyi yalıtım, verimli ısıtma ve soğutma)	0.3	0.3
Aletler ⁱⁱ	0.7	0.9
Birleştirilmiş taşıma (aralık)	3.2 (1.6-4.8)	4.8 (2.4-7.2)
Toplu taşımaya veya (e-)bisikletlere modal geçiş	1.1	1.4
Elektrikli araçlara geçiş ⁱⁱⁱ	0.4	0.9
Diğer karayolu taşımacılığı (geliştirilmiş yakıt verimliliği ve biyoyakıtlar)	1.3	2.0
Nakliye (enerji verimliliği ve optimizasyonu ile düşük ve sıfır emisyonlu yakıtlara geçiş)	0.2	0.4
Havacılıkta azalan talep artışı	0.4	0.5
Diğer havacılık (enerji verimliliği ve optimizasyonu, düşük ve sıfır emisyonlu yakıtlara geçiş, diğer)	0.2	0.4
Toplanmış endüstri (aralık)	4.4 (4.2-4.8)	6.6 (5.8-7.4)
Enerji verimliliği ^{iv}	1.0	1.1
Malzeme verimliliği	0.7	1.2
Geliştirilmiş geri dönüşüm	0.6	1.0

Azaltım potansiyelleri (GtCO ₂ e)	2030	2035
Toplam azaltım potansiyeli (aralık)	31 (25-35)	41 (36-46)
Mevcut politikalar ile 1,5°C patikaları arasındaki emisyon farkı (aralık)	24 (20-26)	32 (20-37)
Mevcut politikalar ile 2°C'nin altındaki yollar arasındaki emisyon açığı	16 (12-18)	21 (9-26)
Yakıt değiştirme ve elektrifikasyon	1.6	2.1
Gelişmiş hammadde dekarbonizasyonu ve proses değişiklikleri	0.7	1.2
Karbon yakalama kullanımı ve CCS	0.1	0.5
Çimento esaslı malzeme ikamesi (örneğin 1/3 öğütülmüş kireçtaşı ve 2/3 kalsine kil, <=%50 klinker yerine)	0.3	0.4
Azot oksit emisyonlarının azaltılması	0.2	0.3
Diğerleri toplanmış (aralık)	2.0 (1.2-2.5)	2.4 (1.9-2.9)
Florlu gazlar	1.2	1.4
Katı atık ve atık sudan kaynaklanan metan emisyonlarının azaltılması	0.8	1.0
Doğrudan hava CCS ve gelişmiş ayırma	küçük	küçük
Sektörler arasındaki çakışmalar için düzeltme ^v	-2.3	-3.9
Elektrik sektörü ve Binalar	-1.6	-2.9
Elektrik Sektörü ve Sanayi	-0.7	-1.0

- Çeşitli çalışmalar, enerji sisteminin kapsamlı bir şekilde elektrifikasyonu ve elektrik şebekesinin önemli ölçüde genişletilmesi ile 2035 (güneş PV için 17-22 TW; rüzgar için 10-13 TW) ve 2040 için yüksek güneş PV ve rüzgar potansiyellerine ulaşılabilirliğini göstermektedir (Jacobson vd. 2019; Breyer vd. 2020; Bogdanov vd. 2021). Bu yüksek potansiyeller, azaltım potansiyelinin belirlenmesinde hariç tutulmuştur.
- IEA (2024b) ve UNEP'ten (2023) alınan bilgiler, cihazlar için azaltım potansiyelinin burada bildirilenin iki katı olabileceğini göstermektedir, ancak net olmayan temeller nedeniyle bu tahminler hariç tutulmuştur.
- Elektrikli araçlar için emisyon azaltma potansiyeli bu tabloda bildirilenden daha yüksek olabilir. Azaltım potansiyeli, bu raporun 4. bölümüne kıyasla daha düşük referans emisyonlar kullanan IEA'nın son *Küresel Elektrikli Araç Görünümü*'ne (IEA 2024a) dayanmaktadır.
- Enerji verimliliği ve diğer bazı seçenekler, stok devri, enerji verimliliği programları ve yönetmeliklerle birlikte kısmen piyasa odaklıdır. Bu nedenle, toplam potansiyelin yüzde 15'i olduğu varsayılan bu otonom uygulama için toplam düzeltilmiştir.
- Toplam toplulaştırılmış azaltım potansiyeli, sektörler arasındaki potansiyel etkileşimleri hesaba katmak için düzeltilmiştir. Potansiyel çakışmaları düzeltmek için kullanılan yöntem UNEP-CCC ve Common Futures (2024) 3.3 bölümünde ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Sonuçların yorumlanması ve sınırlamalar

Bu bölümde sunulan küresel sektörel kıyaslamalar ve azaltım potansiyelleri doğrudan karşılaştırılabilir değildir. Bunlar ayrı ayrı geliştirilmiştir ve farklı yöntemlere, varsayımlara ve veri kaynaklarına dayanmaktadır. Bu nedenle, 2030 ve 2035 yılları için 1,5 °C ile uyumlu belirli bir kıyaslama ölçütüne ulaşılması, aynı faaliyet için değerlendirilen azaltım potansiyelinin tamamının gerçekleştirilmesi anlamına gelmeyebilir veya bunun tersi de geçerlidir.

62 Enerji sektörü

Sektörel dönüşüm ve kriterler

Sera gazı emisyonlarını hızla azaltmak için enerji sektörünü dönüştürmeye yönelik başlıca stratejiler şunlardır: elektrik üretiminde fosil yakıtlardan uzaklaşmak; sıfır karbonlu elektrik üretimini yaygınlaştırmak; enerji depolamayı genişleterek ve elektrik talebini yöneterek elektrik şebekelerini modernize etmek; ve elektrik erişimini sağlamak

ve herkes için adil ve eşitlikçi bir geçiş (Shukla v d. eds. 2022; Boehm vd. 2023). Tablo 6.1 ve [ek E](#), 2030 ve 2035 yılları için enerji sektörünü yakın vadede dönüştürmek için gereken değişimin hızını ve ölçeğini belirleyen 1,5°C ile uyumlu kriterleri içermektedir.

Hız kesmeyen kömür ve gaz da dahil olmak üzere fosil yakıtlardan hızla uzaklaşmak, bu yeni nesil NDC'ler için acil bir öncelik olmaya devam etmektedir. Ancak bu kriterler doğrultusunda kaydedilen toplu ilerleme, ısınmanın 1.5°C ile sınırlandırılması için gereken eylemin gerisinde kalmaya devam etmektedir. Bir tahmine göre, kömür ve fosil gazdan elektrik üretimini önemli ölçüde azaltmaya yönelik küresel çabaların bu on yıl içinde sırasıyla yedi kat ve on kattan fazla hızlanması gerekmektedir (Boehm vd. 2023). Dünya genelinde, sıfır karbonlu enerji kaynaklarına geçiş daha iyi durumda olup, bazı ülkeler rüzgar ve güneş enerjisinde kayda değer kazanımlar elde etmiştir (kutu 6.1). Ancak küresel olarak, bu kaynaklardan elektrik üretimindeki artışlar hala enerji sektörünü karbonsuzlaştırma yolunda değildir (Boehm ve ark. 2023).

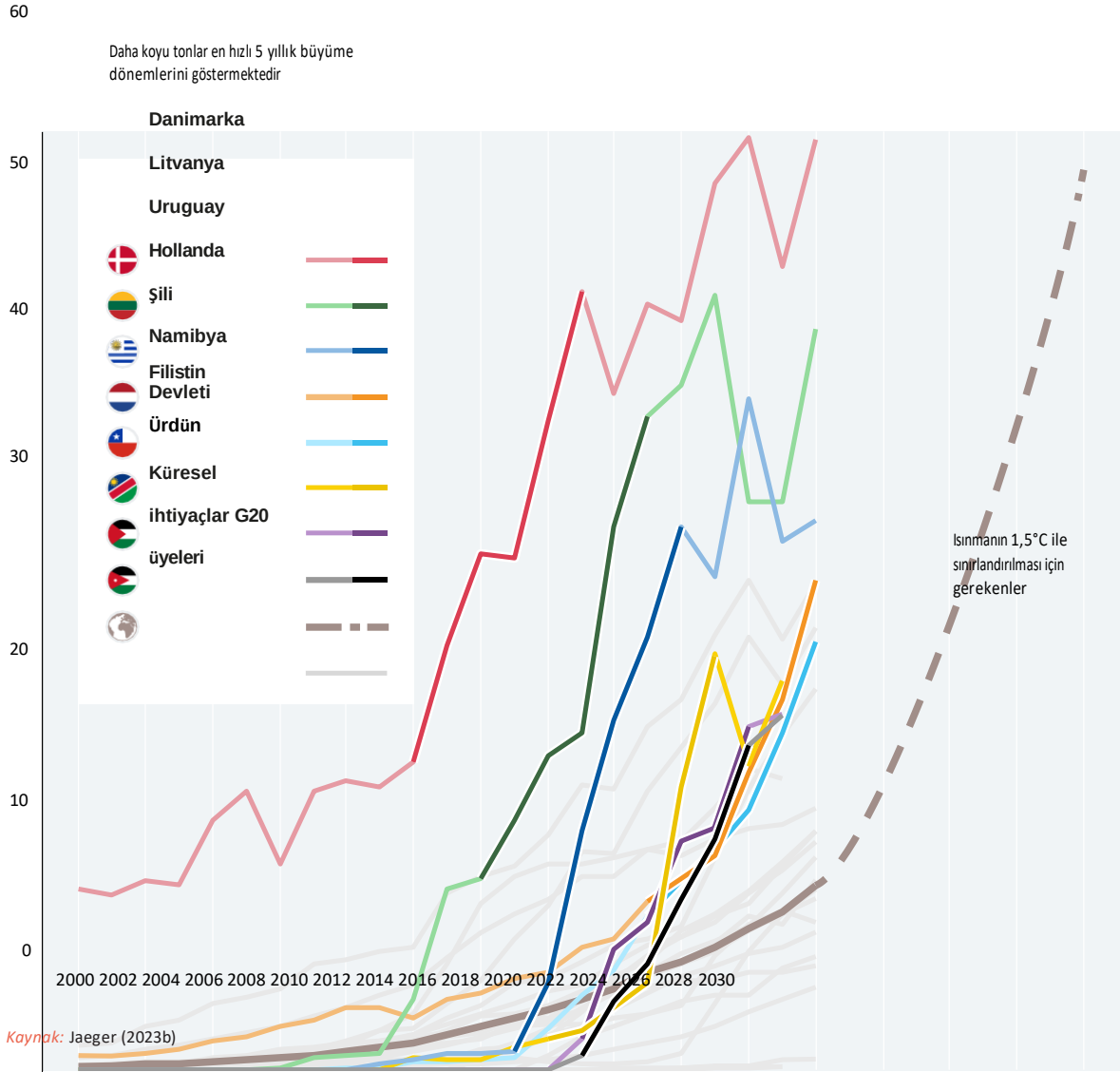
Kutu 6.1 Yenilenebilir enerji kaynaklarını artırmaya ve kömürden uzaklaşmaya yönelik ulusal çabalara örnekler

Tek tek ülkelerden elde edilen kanıtlar, hızlı değişimin mümkün olduğunu göstermektedir. Örneğin Danimarka Litvanya ve Uruguay, 2030 yılı için 1,5°C uyumlu kriterlere ulaşmak için küresel olarak gerekenden daha hızlı bir şekilde güneş ve rüzgârın toplam elektrik üretimindeki payını artırmıştır (kutu 6.1; şekil B6.1). Bu ülkeler, hem düzenleyici müdahaleler hem de teşvikler dahil olmak üzere, bu tür olumlu değişiklikleri mümkün kılan politikaların bir kombinasyonunu benimsemiştir (Jaeger 2023b). Benzer şekilde, Çin, Amerika Birleşik Devletleri, Brezilya, Hindistan ve Almanya son yıllarda önemli miktarda yenilenebilir enerji tesisi kurmuş olup, bu tesisler 2023 yılında toplam yenilenebilir enerji kapasitesinin yüzde 60'ından fazlasını oluşturmaktadır (Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı [IRENA] 2024). Bu gelişmeler de teknolojilerin iyileştirilmesine ve maliyetlerinin düşürülmesine yardımcı olmuştur (Gielen vd. 2019).

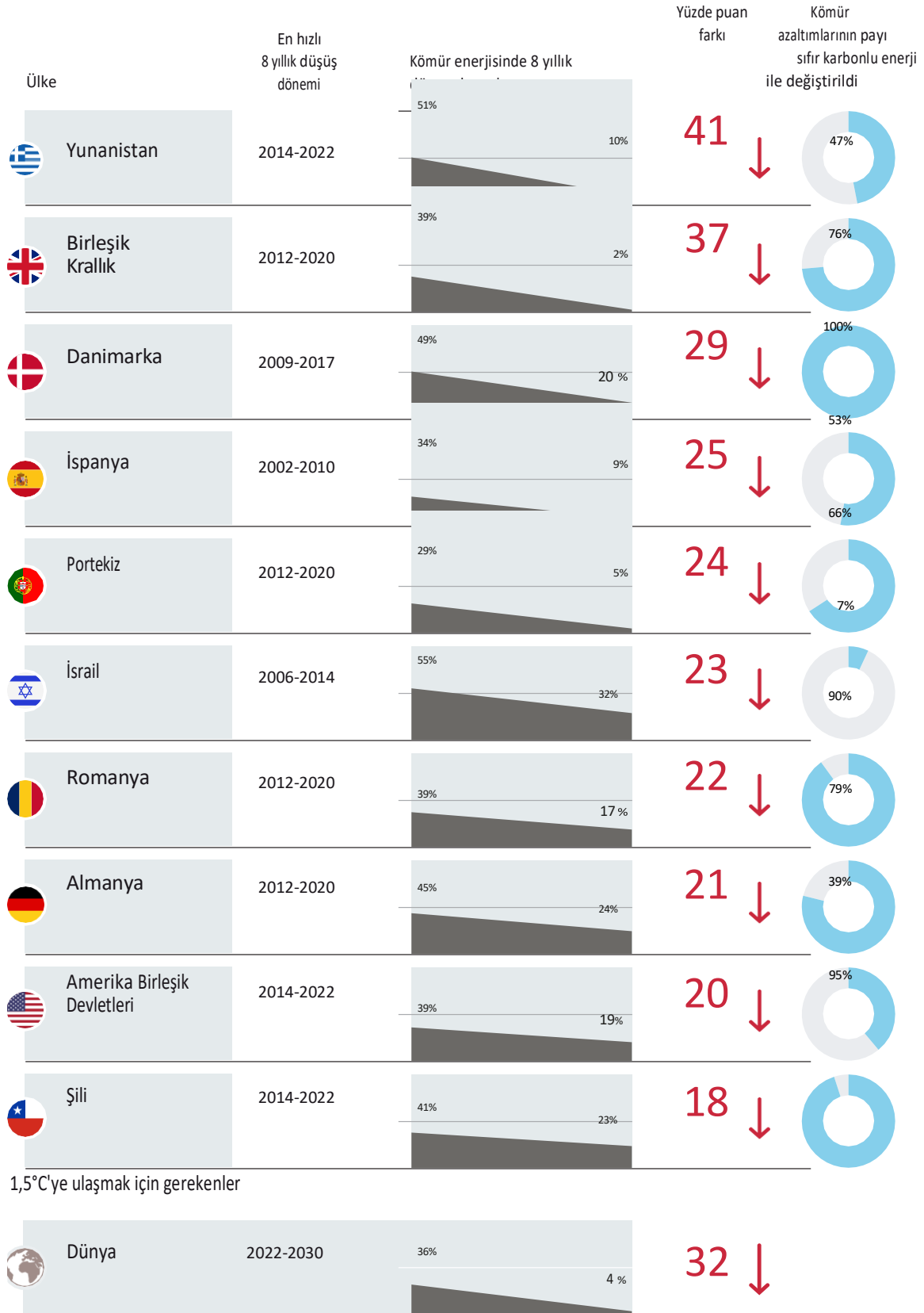
Aynı zamanda, bazı ülkeler kömür yakıtlı elektrik üretiminde etkileyici düşüşler sağlayarak bu fosil yakıtlardan hızla uzaklaşmanın mümkün olduğunu göstermiştir. Örneğin, son zamanlarda kömürden çıkış oranlarına ilişkin bir analiz, Yunanistan ve Birleşik Krallık'ın 2030 yılı için küresel 1,5°C uyumlu kriterlere uymak için gerekenden daha hızlı bir şekilde kömürden uzaklaştığını ortaya koymaktadır - 2022'de elektrik üretiminin yüzde 36'sından 2030'da yüzde 4'ün altına. Danimarka, İspanya Portekiz, İsrail, Romanya, Almanya, Amerika Birleşik Devletleri ve Şili'de de son yıllarda ciddi düşüşler yaşanmıştır (Şekil B6.2) (Jaeger 2023a).

Şekil B6.1 Güneş ve rüzgârın elektrik üretimindeki payında en hızlı beş yıllık büyüme dönemleri

Güneş ve rüzgârın elektrik üretimindeki payı (%)



Şekil B6.2 Kömürün elektrik üretimindeki payında en hızlı sekiz yıllık azalma dönemleri



Kaynak: Jaeger (2023a).

Etki azaltma önlemleri ve potansiyelleri

Elektrik sektörü için emisyon azaltım potansiyelinin 2030 yılı için 10,3 $\text{GtCO}_2\text{e/yıl}$ (7,4-11,8 $\text{GtCO}_2\text{e/yıl}$) ve 2035 yılı için 13,0 $\text{GtCO}_2\text{e/yıl}$ (11,9-14,1 $\text{GtCO}_2\text{e/yıl}$) olacağı ve maliyetin 200 $\text{ABD}\$/\text{tCO}_2\text{e}$ 'nin altında olacağı tahmin edilmektedir. Bu potansiyellere başlıca katkılar güneş ve rüzgar enerjisi ile artan elektrik üretiminden gelmektedir (tablo 2). Fosil yakıt üretimi için, metan emisyonu azaltım potansiyelinin 2030 yılı için 1,9 $\text{GtCO}_2\text{e/yıl}$ (1,4-2,4 $\text{GtCO}_2\text{e/yıl}$) ve 2035 yılı için 1,7 $\text{GtCO}_2\text{e/yıl}$ (1,3-2,1 $\text{GtCO}_2\text{e/yıl}$) olacağı tahmin edilmektedir. Bu, (Shukla *et al.* eds. 2022)'de bildirilen emisyon azaltma potansiyelleriyle karşılaştırılabilir. Enerji sektöründe ve fosil yakıt üretiminde azaltım potansiyelinin tam olarak kullanılması, enerji sektöründen kaynaklanan emisyonları mevcut politika temel projeksiyonlarına kıyasla 2030 yılında yüzde 65 ve 2035 yılında yüzde 76 oranında azaltacaktır.

Güneş PV için, 2030 ve 2035 yıllarına kadar azaltım potansiyeli tahminleri, güneş PV için maksimum potansiyelin 2030 yılına kadar 4-8 terawatt (TW) kurulu kapasite olarak tahmin edildiği bir önceki rapordan (UNEP 2017) bu yana büyük ölçüde artmıştır (yayıncı": " Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP). Literatür, potansiyel kurulu kapasitelerin 2030 yılına kadar 6-7 TW'a ve 2035 yılına kadar 9-12 TW'a ulaşabileceğini bildirmektedir.⁴ 2030 yılında 4,2 $\text{GtCO}_2\text{e/yıl}$ ve 2035 yılında 7,9 $\text{GtCO}_2\text{e/yıl}$ ek azaltım potansiyeli buluyoruz. Rüzgar enerjisi de 4,1 TW kurulu kapasite ile gelecek vaat eden bir potansiyel sunmaktadır.

2035 yılında 7,7 GtCO_2e emisyon azaltımı ile karşılaştırıldığında Elektrik tedarik sisteminin karbonsuzlaştırılması, halihazırda çoğunlukla düşük karbonlu elektrik kaynaklarına dayanan birkaç ülke dışında, dünyadaki tüm bölgeler için geçerlidir. Potansiyel emisyon azaltımlarının toplamı, önümüzdeki on yıl içinde elektrik sektöründeki emisyonları sıfıra indirmek için yeterlidir.

Uygulama için engeller ve kolaylaştırıcılar

Gerçek hayattaki güç sistemlerinde tüm kaynakların bir araya getirilmesi teknik olarak her zaman mümkün değildir ve entegrasyon zaman alır. Elektrik azaltım potansiyelinin bir kısmı, farklı sektörlerde artan elektrifikasyondan (örneğin ısı pompaları, elektrikli araçlar ve endüstriyel elektrifikasyon) kaynaklanan ek elektrik talebini telafi etmek için gerekli olacaktır. Öte yandan, örneğin daha verimli elektrikli cihazların kullanılması yoluyla elektrik kullanımındaki büyümenin sınırlandırılması için potansiyel bulunmaktadır (bkz. Bölüm 6.2.6).

Güneş ve rüzgar enerjisi teknolojilerinin etkin bir şekilde kullanılması da genellikle sınırlamalar nedeniyle kısıtlanmaktadır

Avrupa, Amerika Birleşik Devletleri ve Çin'in çoğunda halihazırda hissedilen bir zorluk olan mevcut şebeke altyapısı. Mevcut şebeke sistemleri, yenilenebilir enerji kaynaklarının değişkenliğini ve dağıtılmış doğasını karşılamak için önemli yükseltmeler gerektirmekte ve şebeke altyapısının modernizasyonu ve genişletilmesi için önemli yatırımlar gerektirmektedir (IEA 2023a). Buna ek olarak, güneş ve rüzgar enerjisinin sorunsuz bir şekilde entegrasyonu için talep tarafı katılımı (örneğin araçların kontrollü şarj edilmesi) ve depolama sistemlerinin kullanılması şarttır (Brown ve ark. 2018). Güneş ve rüzgâr enerjisinin yaygınlaştırılmasının önündeki bir diğer engel de yüksek ön maliyetlerdir. Bunlar, tarife garantisi veya yenilenebilir enerji ihaleleri kullanılarak karşılanabilir (REN21 2022, s. 85). Ayrıca, bazı bölgeler kömür madenciliğindeki istihdama çok bağımlıdır ve yenilenebilir enerji üretimi gibi alternatif istihdam seçeneklerine ihtiyaç duymaktadır (IEA 2024c).

Enerji sektörü, düşük karbonlu bir geleceğe geçişte mevcut seviyelerden en büyük yatırım boşluğu ile karşı karşıyadır ve 2035 yılına kadar yılda 2 trilyon ila 2,9 trilyon ABD Doları gerekmektedir (Strinati ve ark. 2024). Bunun büyük bir kısmı yenilenebilir enerji genişlemesini finanse edecek, şebekeler ve enerji depolama dahil olmak üzere enerji altyapısı için ek, önemli yatırımlara ihtiyaç duyulacaktır. Çin dışındaki GOÜ'ler, özellikle Orta Doğu ve Afrika'da, kişi başına düşük enerji tüketimi ve hızlı ekonomik ve nüfus artışı nedeniyle hızla artan enerji talebini karşılamak için enerji sektörü yatırımlarında ciddi artışlar gerekecektir.

Endüstri sektörü

Sektörel dönüşüm ve kriterler

Küresel sanayi sektörünün dönüştürülmesi, talebin azaltılması, malzeme verimliliği ve artan döngüsellik (özellikle metallerin geri dönüşümü) yoluyla tüketimin azaltılmasına; gelişmiş çimentolu malzeme ikamesinin kullanılmasına; endüstriyel süreçlerde enerji verimliliğinin artırılmasına; şu anda düşük ve orta sıcaklıkta ısıya dayanan endüstriyel süreçlerin elektrikleştirilmesine; kolayca elektrikleştirilemeyen yeşil hidrojen gibi çözümlere dayalı yeni süreçlerin geliştirilmesine ve azaltılamayan emisyonlar için karbon yakalama, kullanma ve depolamanın kullanılmasına bağlı olacaktır (Bashmakov vd. 2022; Fazekas, Bataille ve Vogt- Schilb 2022; Shukla *et al.* eds. 2022; Boehm *et al.* 2023). Tablo 6.1'de gösterildiği ve [ek E'](#)'de daha ayrıntılı olarak açıklandığı üzere, çeşitli kaynaklar 2030 ve 2035 yılları için küresel sanayi sektöründe gerekli olan değişimin hızını ve büyüklüğünü ölçen ve ülkelerin NDC hazırlıklarını bilgilendirmek için yararlı olabilecek 1,5°C ile uyumlu kıyaslamalar sunmaktadır.

⁴ Çeşitli çalışmalar, enerji sisteminin kapsamlı bir şekilde elektrifikasyonu ile 2035 (sırasıyla 17-22 TW ve 10-13 TW) ve 2040 yılları için daha yüksek güneş PV ve rüzgar potansiyellerine ulaşabileceğini göstermektedir (Jacobson vd. 2019; Breyer vd. 2020; Bogdanov vd. 2021).

⁵ Bu rakam, 5,7 ile 13,0 GtCO_2e arasında değişen yüksek bir belirsizlik seviyesine sahiptir (Teske ed. 2019; Bogdanov *et al.* 2021; Det Norske Veritas 2023; IEA 2023a).

Küresel sanayi sektöründen kaynaklanan emisyonların artması beklendiğinden, bu raporda özetlenen 2030 ve 2035 kriterlerine yönelik ilerlemenin rayına oturması için hızla artması gerekmektedir. Sanayi sektörünün nihai enerji talebinde elektriğin payı gibi bazı göstergeler için böyle bir ilerleme, mevcut eğilimlerin doğru yönde hızla hızlandırılmasını gerektirecektir (Boehm vd. 2023). Küresel çimento ve çelik üretiminin karbon yoğunluğu gibi diğerleri için ise eğilimler yıldan yıla kötüleşmektedir ve gidişatın tamamen tersine çevrilmesi gerekmektedir (Boehm vd. 2023).

Etli azaltma önlemleri ve potansiyelleri

AR6'dan (Babiker vd. 2022) alınan güncellenmiş değerlere göre, sanayi bir bütün olarak 2030 yılında 4,4 GtCO₂e/yıl (4,2-4,8 GtCO₂e/yıl) ve 2035 yılında 6,6 GtCO₂e/yıl (2,4-7,2 GtCO₂e/yıl) azaltma potansiyeline sahiptir. Potansiyelin tamamına ulaşılması, mevcut politika projeksiyonlarına kıyasla emisyonları 2030 yılında yüzde 31 ve 2035 yılında yüzde 45 oranında azaltacaktır. Azaltım önlemleri arasında malzeme verimliliği (2035 yılında 1,2 GtCO₂e/yıl), gelişmiş enerji verimliliği (2035 yılında 1,1 GtCO₂e/yıl), gelişmiş geri dönüşüm (2035 yılında 1,0 GtCO₂e/yıl), çimentolu malzeme ikamesi (0,2035 yılında 4 Gt GtCO₂e/yıl) ve elektrikli kazanlar ve endüstriyel ısı pompaları (2035 yılında 2,1 GtCO₂e/yıl) gibi uygulanabilir ancak bölgesel göreceli fosil yakıt ve elektrik maliyetleri nedeniyle rekabetçi olmayan elektrifikasyon ve yakıt değişimi. CCS (2030 ve 2035'te 0,1 ve 0,5 GtCO₂e/yıl) ve enerji girdisinin düşük sera gazlı elektrik ve hidrojene geçişini sağlayan süreç dönüşümleri (2030 ve 2035'te 0,7 ve 1,2 GtCO₂e/yıl) gibi diğer seçenekler için 2030'dan 2035'e doğru daha fazla potansiyel ortaya çıkmaktadır. Bunun nedeni, bölgeye bağlı olarak genellikle 5-10 yıl süren yeni sanayi tesislerinin başlatılması, tasarlanması, izin verilmesi, finanse edilmesi ve inşa edilmesi için daha fazla zamanın mevcut olmasıdır. Sağlanan emisyon azaltma potansiyeli tahminleri, bilinen sektörel sera gazı yoğunluklarına ve demir ve çelik, çimento ve beton, kimyasallar, demir dışı metaller ve kağıt hamuru ve kağıt için öngörülen çıktıya dayanmaktadır; bunlar daha sonra yukarıdaki azaltma stratejileri kullanılarak sektörlere göre sırayla ve çifte sayımı önlemek için ek olarak ayarlanmıştır (ayrıntılı metodoloji ve referanslar için UNEP-CCC ve Common Futures 2024'e bakınız). Son olarak, nitrik asit ve adipik asit üretiminden kaynaklanan azot oksit emisyonları büyük ölçüde azaltılabilir (Amerika Birleşik Devletleri, Çevre Koruma Ajansı 2019). Florlu gazlar için emisyon azaltımı Bölüm 6.2.7'de ele alınmaktadır.

Endüstriyel tesisler onlarca yıl sürdüğünden ve yeni tesislerin planlanması, izin verilmesi, finanse edilmesi ve inşa edilmesi 5-10 yıl aldığından, yukarıdaki azaltım önlemlerinin çoğunun olgunlaşması 2030-2035'ten sonra zaman alacaktır. Kısa ve orta vadede,

Yani 2030 ve 2035'e kadar, malzeme ve enerji verimliliği, gelişmiş geri dönüşüm (özellikle metallerin) ve çimentolu malzeme ikamesi, yüksek maliyetli üretim dekarbonizasyon seçeneklerine olan ihtiyacı azaltırken, uzun vadede emisyonları kilitlemeyen yüksek etkiye sahip nispeten düşük maliyetli eylemlerdir (IEA 2019; Bataille 2020; Habert ve ark. 2020; Bashmakov ve ark. 2022; Fennell ve ark. 2022). Yukarıdaki tüm seçenekler, fosil yakıt kullanımını azaltarak ve değiştirerek,

güçlü yerel hava kalitesi iyileştirme etkilerine sahiptir (Cheng ve ark. 2023; Wang ve ark. 2024).

Uygulama için engeller ve kolaylaştırıcılar

Paris Anlaşması'ndan bu yana, dekarbonizasyon seçeneklerine ilişkin bilgi sanayi sektöründe hızla gelişmiştir. 2016'dan önce, azaltım potansiyelinin çoğu enerji verimliliğine, bazı küçük elektrifikasyonlara ve geniş yanma sonrası CCS'nin bir gün uygulanabilir olacağı varsayımına o d a k l a n m ı ş t ı .

Bununla birlikte, Avrupa Birliği Emisyon Ticaret Sistemi ve birkaç alt ulusal yargı alanı gibi birkaç yargı alanı dışında, dünyanın neredeyse hiçbir yerinde sanayi sektöründe dönüşümsel talep ve arz yönlü derin azaltımı yönlendirecek kadar güçlü bir politika bulunmamaktadır (Bataille vd. 2024). Malzeme verimliliği ve döngüsellik/geri dönüşüm potansiyelini harekete geçirmek için, mimarlar, yapı mühendisleri ve her türden tasarımcı için eğitimle birlikte bina yönetmelikleri, kamu alımları ve düzenlemelerin tümü kullanılmalıdır. Uygulanabilir elektrifikasyon, yakıt değiştirme ve konsantrasyon CO₂ akışı CCS seçeneklerini etkinleştirmek için, artan karbon fiyatlandırması veya performans düzenlemeleri gereklidir (Bashmakov ve ark. 2022). Yeni elektrifikasyon, hidrojen, proses değişikliği ve yanma sonrası CCS'yi pazara sunmak için güçlü inovasyon ve ticarileştirme desteği, ardından da prim ödeyen kamu ve özel öncü piyasalar gereklidir; karbon fiyatlandırması ve düzenlemeler tek başına yeterli olmayacaktır (Bataille ve ark. 2024). Azaltım hedeflerine ulaşmak için, sanayi sektörünün 2035 yılına kadar yıllık 0,9 trilyon ABD\$ ile 1,2 trilyon ABD\$ arasında yatırıma ihtiyacı olacaktır (Strinati ve ark. 2024). Temel yatırım alanları arasında karbon yakalama, endüstriyel süreçlerin elektrifikasyonu, enerji verimliliği ve geri dönüşüm yer almaktadır.

6.2.1 Tarım, ormancılık ve diğer arazi kullanımı sektörü

Sektörel dönüşüm ve kriterler

Artan nüfusu beslemek için yeterli gıda üretirken aynı zamanda sosyoekonomik kalkınmayı desteklemek, daha az toprak ve su kullanmak, biyoçeşitliliği korumak ve sera gazı emisyonlarını azaltmak, arazi sektöründe derin bir sistem dönüşümü gerektirecektir (Schneider ve ark. 2023) sağlık ve sürdürülebilirlik hedefleri. Beş tema ele alınmaktadır: (1. Bu, arazi kullanım planlamasında, ekosistem yönetiminde ve gıda, lif ve biyoenerji bitkileri gibi diğer tarım ürünlerinin üretimi, tüketimi ve bertarafında temel değişiklikler gerektirecektir (Masson-Delmotte ve ark. 2019). Tablo

6.1 ve [ek E](#), bu dönüşümsel değişiklikleri iletirmek için yakın vadeli, 1,5°C uyumlu kriterleri özetlemektedir.

Yakın geçmişe ait veriler, 2030 yılı için arazi sektörü kriterlerine ulaşmaya yönelik küresel çabaların rayından çıktığını göstermektedir (Boehm ve ark. 2023). Tarımsal üretimin sera gazı emisyon yoğunluğu yavaş ama istikrarlı bir şekilde azalırken, mahsul verimi son yıllarda nispeten sabit kalmıştır ve bu, kazanımların bu on yılda on kattan fazla hızlanması gerektiği anlamına gelmektedir. Talep tarafındaki değişimler de henüz aşağıdaki hızda gerçekleşmemiştir

Örneğin, gıda kaybındaki son trendlerin yanlış yönde ilerlemesi gibi. Ve dünya yeniden ağaçlandırma konusunda bazı ilerlemeler kaydetmiş olsa da, ormansızlaşma hala yüksek seviyededir (Boehm ve ark. 2023). Yine de bazı ülkeler son yıllarda kayda değer ilerlemeler kaydetmiştir. Örneğin, 2022 ve 2023 yılları arasında Brezilya ve Kolombiya'da kalıcı orman kaybında sırasıyla yüzde 26 ve yüzde 44'lük bir azalma görülmüştür.⁶ Bu tür başarılar, arazi sektöründe hızlı bir değişimin mümkün olduğunu göstermektedir.

Etki azaltma önlemleri ve potansiyelleri

Arazi sektörü yaklaşık olarak aşağıdaki etkileri azaltma potansiyeline sahiptir 2030 ve 2035 yıllarında sırasıyla 8,0 GtCO₂e/yıl (4,1-16,7 GtCO₂e/yıl) ve 12,8 GtCO₂e/yıl (6,3-19,1 GtCO₂e/yıl), 200 ABD\$/tCO₂e'ye kadar (tablo 6.2; [ek E](#)). Potansiyelin tamamına ulaşılması halinde, arazi sektörü 2035 yılına kadar bir kaynaktan büyük bir karbon yutağına dönüşebilir ve mevcut politika projeksiyonlarına kıyasla emisyonları 2030 yılında yüzde 84, 2035 yılında ise yüzde 134 oranında azaltabilir. Arazi sektörü potansiyelinin çoğu arazi kullanımı tedbirlerinden (yüzde 65), geri kalanı ise tarım tedbirlerinden (yüzde 16) ve talep tarafı tedbirlerinden (yüzde 19) gelmektedir (tablo 6.2). AFOLU sektörü, çoğu eylemin önümüzdeki beş yıl içinde nispeten düşük bir maliyetle kolayca uygulanabilir olmasıyla önemli bir yakın vadeli azaltım sunmaktadır (Nabuurs ve ark. 2022). Ormancılıktan kaynaklanan potansiyelin yarısından fazlası 50 ABD\$/tCO₂e'nin altında mevcuttur.

Bu raporda yer alan arazi kullanım tedbirleri arasında ormansızlaşmanın azaltılması (2035 yılında 2,6 GtCO₂e/yıl), ağaçlandırma/yeniden ağaçlandırma (3,6 GtCO₂e/yıl) ve iyileştirilmiş orman yönetimi (2,2 GtCO₂e/yıl) yer almaktadır. Kıyı sulak alanları, turbalıklar, otlaklar ve diğer orman dışı ekosistemler, güncellenmiş ekonomik veri eksikliği nedeniyle hariç tutulmuştur. Mevcut politikalar, halihazırda ormansızlaşma emisyonlarında büyük bir azalma sağlamakta, dolayısıyla ormansızlaşma potansiyelini azaltmaktadır. Ormansızlaşmanın ve sulak alan dönüşümünün azaltılması, özellikle de yaşlı veya birincil ekosistemlerin azaltılması, herhangi bir AFOLU önlemi arasında en yüksek azaltım yoğunluğunu (birim alan başına azaltım) sağlar (Roe ve ark. 2021) ve bozulmamış ekosistemler karbon tutmaya devam ettiği ve su ve havanın düzenlenmesi ve filtrelenmesi ve biyolojik çeşitliliğin korunması gibi hayati ekosistem hizmetleri sağladığı için önemli yan faydalar da sağlayabilir (Nabuurs ve ark. 2022). Bölgesel olarak, ormansızlaşmanın azaltılması ve ağaçlandırma/yeniden ağaçlandırma potansiyeli Latin Amerika, Güneydoğu Asya ve Afrika'daki tropikal orman ülkelerinde en yüksek iken, iyileştirilmiş orman yönetimi coğrafi olarak daha dağınıktır. Bu raporda yer alan tarım tedbirleri arasında pirinç ekiminden kaynaklanan metan ve azot oksit emisyonlarının azaltılması (2035 yılında 0,5 GtCO₂e/yıl), besin yönetimi, enterik fermentasyon

ve gübre yönetiminin yanı sıra toprak karbon yönetimi, tarımsal ormancılık ve biyokömürden kaynaklanan karbon giderimlerinin (2035 yılında 1,5 GtCO₂e/yıl) artırılması. İklim-akıllı tarım veya rejeneratif tarım gibi daha geniş kategoriler, 2035 yılı için güncellenmiş ekonomik veri eksikliği nedeniyle hariç tutulmuştur. Bölgesel olarak, tarımda CO₂ dışı emisyonların ve karbon giderimlerinin azaltım potansiyeli Asya-Pasifik bölgesinde en yüksektir ve bunu gelişmiş ülkeler izlemektedir. Çoğu önlem, toprak kalitesini, su verimliliğini ve verimi artırma ve kirliliği azaltma dahil olmak üzere çok çeşitli potansiyel ortak faydalar sağlayabilir (Nabuurs ve ark. 2022). Tarımsal önlemler, ormanlar ve diğer ekosistemlerdeki önlemlere göre daha düşük azaltım yoğunluğuna sahip olsa da, aynı parselde birden fazla tarımsal önlem uygulanabilir (Roe ve ark. 2021).

Sağlıklı sürdürülebilir diyetlere geçiş ve gıda israfının azaltılması gibi talep yönlü önlemler de, sadece yönlendirilmiş gıda üretimi dikkate alındığında ve arazi kullanımı etkileri hariç tutulduğunda, 2035 yılında 2,4 GtCO₂e/yıl ile önemli bir potansiyel sağlamaktadır. Bu potansiyel, ormansızlaşma gibi arazi kullanımı etkilerinden kaynaklanan emisyon azaltımları da hesaba katıldığında üç kat artmaktadır. Tarım potansiyellerine benzer şekilde, en yüksek talep tarafı potansiyelleri öncelikle Asya-Pasifik'te ve ardından gelişmiş ülkelerdedir.

Uygulama için engeller ve kolaylaştırıcılar

Arazi temelli azaltımın uygulanmasının önündeki temel engeller arasında yetersiz kurumsal destek ve yatırım, zararlı tarım sübvansiyonları, çiftçiler ve arazi sahipleri için alternatif gelir kaynaklarına erişim eksikliği, kültürel değerlerdeki farklılıklar, arazi rekabeti, yasadışı, zayıf yönetim, güvensiz arazi mülkiyeti ve teknik kapasite yer almaktadır (Nabuurs vd. 2022). Arazi sektörü potansiyellerinin hayata geçirilmesi için teknoloji transferi, gelişmiş yönetim, arazi kullanım planlaması, mülkiyet hakları ve topluluk ormancılığı, biyoçeşitliliğin korunması, kurumsal tedarik zinciri yönetimi, sapkın sübvansiyonların yeniden yönlendirilmesi ve ekosistem hizmetleri için ödeme de dahil olmak üzere ilave ve etkili politika desteği ve finansman gerekecektir (Nabuurs ve ark. 2022).

AFOLU yatırımları, iklim değişikliği ve biyoçeşitlilik krizinin birbiriyle bağlantılı zorluklarının üstesinden gelmek için 2035 yılına kadar yıllık 1,2 trilyon ila 1,4 trilyon ABD Doları arasında bir finansman açığı ile karşı karşıyadır (Strinati vd. 2024). Şu anda fonların çoğu gelişmiş ekonomilerden kaynaklanmakta ve bu ekonomilere fayda sağlamaktadır; Çin dışındaki GOÜ'ler, özellikle Doğu Asya, Latin Amerika ve Afrika, doğanın korunması için küresel potansiyelin %90'ına ve rejeneratif tarım için %80'ine sahiptir (Turner vd. 2021; Ishii vd. 2023).

⁶ Ormansızlaşma oranları Boehm ve diğerlerinin (2023) yöntemleri izlenerek ve Global Forest Watch'ta bulunan veriler kullanılarak hesaplanmıştır. Hansen'den alınan veriler ve diğerleri (2013), Curtis ve diğerleri (2018) ve Tyukavina ve diğerleri (2022) 2023 yılına kadar güncellenmiştir.

65 Ulaştırma sektörü

Sektörel dönüşüm ve kriterler

İklim hedeflerine ulaşmak için küresel ulaşım sektörünün dönüştürülmesi, birbirine bağlı birkaç değişim gerektirecektir (Fazekas, Bataille ve Vogt- Schilb 2022; Boehm *vd.* 2023). İlk olarak, iş, hizmet ve malları insanların yaşadıkları yerlere daha yakın hale getirecek kentsel planlama, bazı motorlu seyahatlere olan talebi tamamen azaltabilir. Kaçınılması mümkün olmayan ulaşım için, araç seyahatini bisiklet, yürüyüş ve toplu taşıma gibi ortak, kolektif veya aktif ulaşım modlarına kaydırma stratejileri çok önemli olacaktır. Eş zamanlı olarak, 1,5°C'ye uyumlu senaryolarda, karayolunda hala gerekli olan otomobil, otobüs ve kamyonlarda içten yanmalı motorun yerini elektrikli araçlar alırken, elektrikli hale getirilemeyen deniz ve havayolu taşımacılığını karbonsuzlaştırmak için yeni sıfır emisyonlu yakıtlar yaygınlaştırılacaktır. NDC'ler, ülkelerin ihtiyaç duyulan bu küresel değişimlere katkıda bulunma planlarını iletebilecekleri önemli bir yolu temsil etmektedir. Olarak

Tablo 6.1'de gösterildiği üzere, çeşitli kaynaklar küresel ulaşım sisteminin 1,5°C ile uyumlu kriterleri karşılamak için ne kadar hızlı dönüşeceğini analiz etmektedir.

Küresel taşımacılık sektöründe bu türden dönüşümlerin gerçekleştirilmesine yönelik çabalar dengesizdir. Örneğin, yakın zamanda yapılan bir değerlendirmede, daha sürdürülebilir ulaşım modlarına geçişin ve kamyon, nakliye ve havacılık gibi uzun mesafeli taşıma modlarının karbonsuzlaştırılmasının yeterince hızlı olmadığı ve bazı durumlarda tamamen yanlış yönde ilerlediği tespit edilmiştir (Boehm *vd.* 2023). Bununla birlikte, aynı rapor, yaygın karayolu taşımacılığı modlarının elektrikli hale getirilmesine yönelik çabaların, gelecekte ihtiyaç duyulan kriterlere doğru daha umut verici oranlarda ilerlediğini ortaya koymuştur (Boehm *ve ark.* 2023). Gerçekten de, hafif ticari araç satışlarında elektrikli araçların payı, 2030 yılı için 1,5 °C'ye uyumlu bir kriterle ulaşma yolunda ilerlemektedir (Boehm *ve ark.* 2023) ve bu küresel ilerleme, bir avuç kilit ülkedeki önemli gelişmelerle mümkün olmuştur (kutu 6.2).

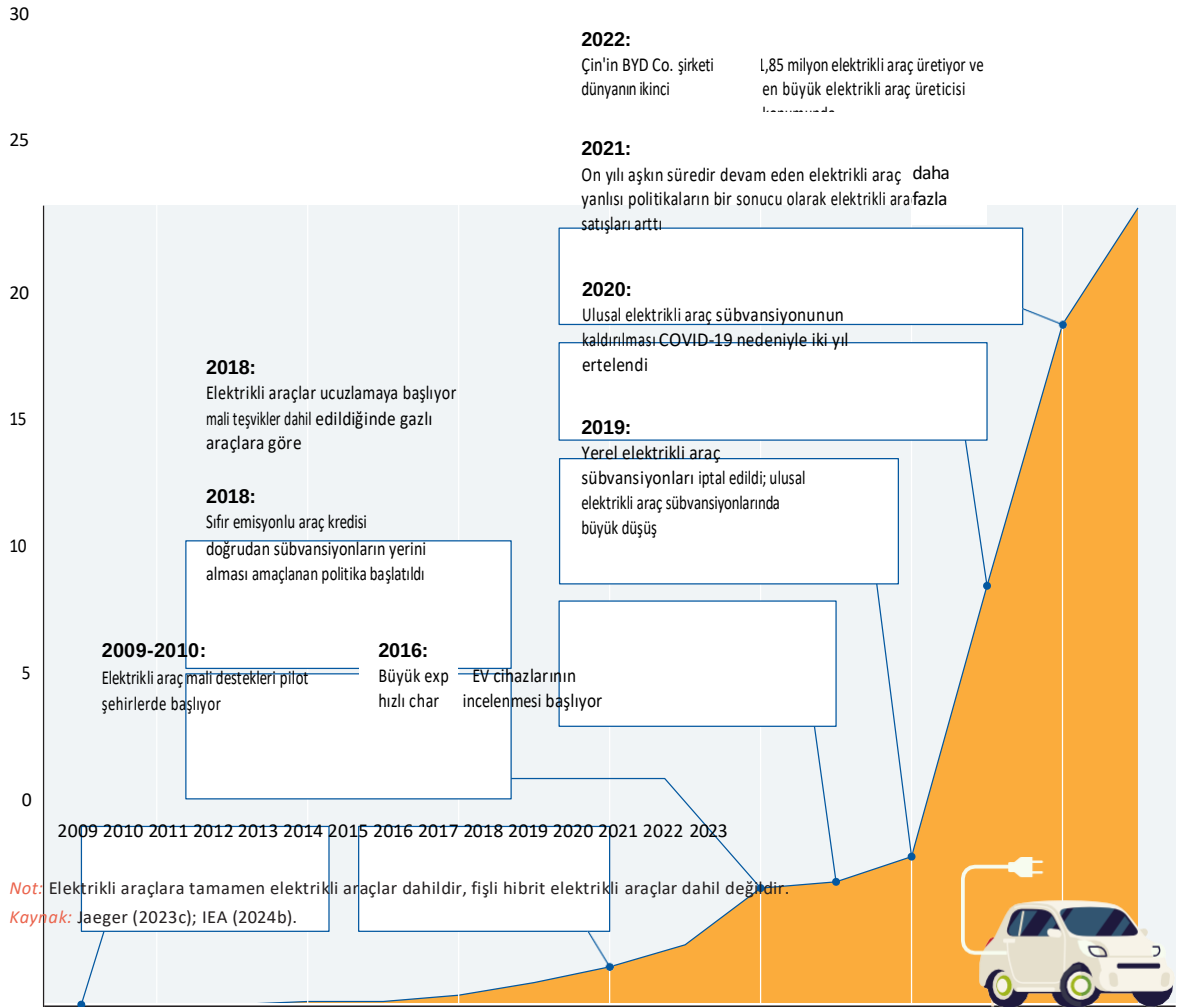


Kutu 6.2 Elektrikli araç satışlarını artırmaya yönelik ulusal çabalara ışık tutulması

Dünya genelinde elektrikli hafif hizmet araçlarının satışları, büyük ölçüde teknolojik gelişmeler ve devlet desteğinden kaynaklanan düşen maliyetler nedeniyle yıldan yıla katlanarak artmaktadır (Boehm vd. 2023; Jaeger 2023c; IEA 2024a). Bu hızlı değişimin büyük bir kısmı, ulusal politika gündemlerinde elektrikli araç satışlarının hızla artırılmasına öncelik veren önde gelen ülkelere atfedilebilir (Jaeger 2023c). Örneğin, Norveç'te 2023 yılında hafif hizmet araç satışlarının yüzde 93'ünü tamamen elektrikli araçlar oluştururken, bunu İzlanda (yüzde 74), İsveç (yüzde 60), Finlandiya (yüzde 54), Belçika (yüzde 41) ve Çin (yüzde 38) takip etmektedir (IEA 2024a).

Ekonomisinin büyüklüğü nedeniyle Çin, elektrikli araç satışları söz konusu olduğunda dünyanın en büyük oyuncusu konumunda ve 2023 yılında diğer ülkelerden daha fazla elektrikli araç satmış olacak

(Jaeger 2023c; IEA 2024a). Bu satışlar, ülkeye elektrikli otomobil üretiminde rekabet avantajı sağlamanın yanı sıra hava kirliliğini ve ithal petrole bağımlılığı azaltmayı amaçlayan on yılı aşkın bir destekleyici politikanın (Şekil B6.3) ardından elde edilmiştir (Jaeger 2023c). Amerika Birleşik Devletleri Enflasyon Azaltma Yasası ve Avrupa Birliği Yeşil Anlaşması gibi başka yerlerdeki önemli politika gelişmeleri, elektrikli araçların sürekli alımını teşvik etmeye yardımcı olmaktadır, ancak Amerika Birleşik Devletleri'ndeki ilerleme, geçişe karşı muhalefetin üstesinden gelmeyi gerektirecektir. Bu başarıların, özellikle destekleyici politikalar ve yatırımlarla teşvik edilebilecek şarj altyapısı ve yenilenebilir enerjiden yoksun ülkelerde olmak üzere diğer ülkelere de yayılması gerekecektir.

Şekil B6.3 Çin'deki politika müdahaleleri, elektrikli araçların binek araç satışları içindeki payının artmasına yol açmıştır**Çin'de binek araç satışlarının payı olarak elektrikli araçlar (EV'ler) (%)**

Etki azaltma önlemleri ve potansiyelleri

Ulaştırma sektörü için emisyon azaltım potansiyelinin 2030 yılı için 3,2 GtCO₂e/yıl (1,6-4,8 GtCO₂e/yıl) ve 2035 yılı için 4,8 GtCO₂e/yıl (2,4-7,2 GtCO₂e/yıl) olacağı tahmin edilmektedir. Emisyon azaltımına en büyük katkısı sağlayan, 2030 ve 2035 yıllarında sırasıyla 2,5 ve 3,6 GtCO₂e/yıl azaltım potansiyeli ile karayolu taşımacılığıdır. Diğer katkılar denizcilik ve havacılıktan gelmektedir. Tam azaltım potansiyeline ulaşılması, mevcut politika projeksiyonlarına kıyasla emisyonları 2030 yılında yüzde 36 ve 2035 yılında yüzde 53 azaltacaktır (genel bir bakış için bkz. [ek E](#)'deki tablo 6.2 ve tablo E.3). Kaynaklar, hesaplamalar ve değerlendirmeler hakkında daha ayrıntılı bilgi UNEP-CCC ve Common Futures'da (2024) verilmektedir.

Karayolu taşımacılığında, emisyon azaltma potansiyeline katkıda bulunan önemli unsurlar, benzinli ve benzinli araçların elektrikli araçlarla değiştirilmesi ve toplu taşıma ve (e-)bisikletlere geçiştir. Son yıllarda, ulaştırma sektöründe elektrikli araç satışlarında hızlı bir büyüme görülmüştür. Elektrikli araçların benimsenmesindeki bu artış, mevcut politika temel senaryosuna (UNEP-CCC ve Common Futures 2024) dahil edilmiştir. IEA'nın son Küresel Elektrikli Araç Görünümü (IEA 2024a), Belirtilen Politikalar Senaryosu modelinde, elektrikli araçların 2030 yılına kadar önlenen emisyonlara katkısının daha önceki değerlendirmelere kıyasla arttığını göstermektedir. 2020 Küresel Elektrikli Araç Görünümü'nde (IEA 2020) 0,2 GtCO₂e/yıl olan katkı, 2024 Küresel Elektrikli Araç Görünümü'nde 0,8 GtCO₂e/yıla yükselmiştir. Bununla birlikte, elektrikli araç alımının daha da artmasının, 2030 ve 2035 yıllarında sırasıyla 0,4 ve 0,9 GtCO₂e/yıl ek emisyon azaltma potansiyeline sahip olacağı tahmin edilmektedir (IEA 2024a). Buna ek olarak, toplu taşıma ve (e-)bisikletlere geçiş, 2035 yılına kadar tahmini 1,4 GtCO₂e/yıl potansiyeli ile kentsel alanlarda karayolu taşımacılığından kaynaklanan emisyonları önemli ölçüde azaltabilir (Ulaştırma ve Kalkınma Politikası Enstitüsü ve Kaliforniya Üniversitesi, Davis 2015).

Deniz taşımacılığının 2030 yılında 0,2 GtCO₂e/yıl (Faber, van Seters ve Scholten 2023) ve 2035 yılına kadar 0,4 GtCO₂e (IEA 2023b) emisyon azaltma potansiyeline katkıda bulunacağı, özellikle enerji verimliliği, operasyonel optimizasyon ve biyoyakıtlar, hidrojen, metanol ve amonyak gibi sıfır ve düşük emisyonlu yakıtlara geçiş yapacağı öngörülmektedir.

Havacılık, 2050 yılında öngörülen olağan durum havacılık emisyonlarının referans senaryosuna (Bergero vd. 2023; IEA 2023b) kıyasla emisyonları sırasıyla 2030 yılına kadar 0,5 GtCO₂e/yıl ve 2035 yılına kadar 0,8 GtCO₂e/yıl azaltabilir. Bununla birlikte, daha fazla azaltım, fosil jet yakıtının büyük miktarlarda net sıfır emisyonlu biyoyakıtlar veya sentetik yakıtlarla (yani 2,5-19,8 EJ sürdürülebilir havacılık yakıtlarıyla) değiştirilmesine, esas olarak havacılık talebindeki artışın sınırlandırılmasına, alternatif yakıtlara geçiş ve operasyonlar ile uçak teknolojisindeki iyileştirmelere bağlı olacaktır.

Uygulama için engeller ve kolaylaştırıcılar

Ulaşım emisyonlarının azaltılması için belirlenen seçeneklerin hayata geçirilmesi, aşağıdakiler de dahil olmak üzere çeşitli zorluklarla karşı karşıyadır

teknolojik bağımlılıklar, düzenleyici değişiklikler, sosyal ve kültürel faktörler ve önemli yatırımların eksikliği (Geels v d . 2017). Örneğin, araçsız mobilitenin ve havacılığın azaltılmasının teşvik edilmesi, bireysel davranışlarda ve toplumsal kabulde değişiklikler gerektirmekte (genellikle yavaş gerçekleşmektedir), elektrikli araçlarda ve yüksek hızlı demiryollarında artış, kentsel planlama değişiklikleri ve önemli altyapı yatırımları gerektirmekte ve havacılık ve denizcilik için sürdürülebilir yakıtların geliştirilmesi, hem uluslararası koordinasyon hem de araştırma ve geliştirmeye yatırım gerektirmektedir (Sclar vd. 2019; Borén 2020; Marinaro vd. 2020; Shukla vd. eds. 2022). Bu engellerin aşılması, politika yapımcıların, sektör paydaşlarının ve toplumların kapsamlı ve koordineli bir çaba göstermesine bağlıdır. Ulaştırma sektörünün 2035 yılına kadar yılda 1,1 trilyon ABD Doları ile 3,6 trilyon ABD Doları arasında yatırıma ihtiyacı olacaktır (Strinati vd. 2024). Bu yatırımın önemli bir kısmı düşük emisyonlu araçlara, özellikle de elektrikli araçlara ve şarj cihazları gibi bunları desteklemek için gereken altyapıya yönelik olacaktır.

Binalar sektörü

Sektörel dönüşüm ve kriterler

Küresel bina sektörünü Paris Anlaşması ile uyumlu hale getirmek için, binalarda enerji verimliliğini artırmak, ısıtma, soğutma ve cihazlar için kullanılan kalan enerjiyi karbonsuzlaştırmak, mevcut bina stokunu güçlendirmek ve yeni binaların işletmede sıfır karbonlu olacak şekilde inşa edilmesini sağlamak önemli değişimlerdir (Fazekas, Bataille ve Vogt-Schilb 2022; Boehm vd. 2023). Bu değişimlerin her birini teşvik etmek için sektörel hedefler içeren NDC'ler kritik öneme sahip olacaktır. Tablo 6.1, 1,5°C ile uyumlu küresel ölçütler türeten çok sayıda çalışmaya göre bina sektörünün hangi hızda dönüştürülmesi gerektiğini göstermektedir.

Bununla birlikte, kamuya açık veriler, bu çok ihtiyaç duyulan değişimlerin kilidini açmada kaydedilen son ilerlemenin, gerekli hız ve ölçekten oldukça uzak olduğunu göstermektedir (Boehm ve ark. 2023). Binaların karbonsuzlaştırılması için gereken değişimleri teşvik eden politikaların desteklenmesi, bina sektörü için 1,5°C ile uyumlu küresel kriterlere ulaşılmasını sağlamak için kritik öneme sahip olacaktır.

Etki azaltma önlemleri ve potansiyelleri

Yapılı çevredeki azaltım potansiyeli tahminleri AR6'ya (Cabeza vd. 2022) dayanmaktadır ve mevcut yeni veri eksikliği nedeniyle 2035 rakamları 2030 ve 2040 tahminlerinden enterpole edilmiştir. Bu da bina sektörü için 2030 yılı için 3,2 GtCO₂e/yıl (2,4-4,0 GtCO₂e/yıl) ve 2035 yılı için 4,2 GtCO₂e/yıl (2,1-5,2 GtCO₂e/yıl) toplam azaltım potansiyeli ile sonuçlanmaktadır.

sırasıyla 1,1 GtCO₂e/yıl ve 1,2 GtCO₂e/yıl. Azaltım önlemine göre potansiyellere genel bir bakış [ek E](#)'deki tablo 6.2 ve tablo E.3'te sunulmaktadır.

2030 ve 2035 yıllarındaki emisyon azaltım potansiyelinin sırasıyla 0,6 ve 0,7 GtCO₂e/yıl'a kadar olan kısmı gelişmiş ülkelerde bulunmaktadır

ülkelerde, öncelikle önlenen talep ve yeni inşaatlar için verimlilik iyileştirmeleri yoluyla. Gelişmekte olan ülkelerde, 2030 yılına kadar 0,5 GtCO₂e/yıl ve 2035 yılına kadar 0,6 GtCO₂e/yıl emisyon azaltma potansiyeli ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinden, yeni binalar için talep tarafı yönetimi önlemlerinden ve cihazların verimliliğinin artırılmasından kaynaklanmaktadır. Cihazlar için UNEP (2023) ve IEA (2024b), potansiyelin bu bölümdeki tablo 6.2'de b i l d i r i l e n i n iki katına kadar çıkabileceğini öne sürmektedir, ancak bu verilerin sınırlamaları nedeniyle bu potansiyel değerlendirme dışında tutulmuştur.

Uygulama için engeller ve kolaylaştırıcılar

Bina sektörü için, binaların uzun ömürlü olması, bina iyileştirme maliyetlerinin yüksek olması ve teşviklerin bölünmüş olması (ev sahibi-kiracı ikilemi) gibi birçok engel mevcuttur. Bina sektöründe azaltımı hızlandırmak için en önemli politika, cihazlar ve yeni binalar için enerji verimliliği standartlarıdır. Bunların başarılı olduğu gösterilmiştir ve iddialı standartların daha geniş çapta uygulanması bu sektördeki temel politikadır (Cabeza *vd.* 2022). Asıl zorluk, bir dizi politika aracının uygulanabileceği mevcut bina stokuyla ilgilidir. Enerji performans standartları da burada düşük karbonlu geçişi hızlandırmak için etkili olabilir (Kamenders, Stivriņš ve Žogla 2022).

Bina sektörü 2035 yılına kadar yılda 1,3 trilyon ABD\$ ile 2,1 trilyon ABD\$ yatırım gerektirecektir (Strinati *vd.* 2024). Bu yatırımın büyük bir kısmı yenileme ve yeni inşaatlarda enerji verimliliği önlemlerine odaklanacak, önemli fonlar da ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerine, su ısıtıcılarına ve pişirme sistemlerine yönlendirilecektir.

Diğer

Yukarıda belirtilen sektörlerdeki derin emisyon kesintilerine ek olarak, emisyon açığını diğer alanlardaki çabalarla kapatmak önemli olacaktır; en önemlisi atık sektörü, CO₂ dışı gazlar (örneğin florlu gazlar) ve CO₂ giderimi. Bu azaltım fırsatları bu bölümde kapsamlı olarak ele alınmamakla birlikte, tablo 6.1 ve 6.2 ilgili kıyaslamaları ve 200 ABD\$/tCO₂e altındaki sektörel azaltım potansiyellerini sunmaktadır. Atık ve diğer emisyonlar 2023 yılında toplam emisyonların yüzde 4'ünü oluşturmaktadır ve emisyonların azaltılması için büyük bir fırsat sunmaktadır. Ayrıca, 2023 yılında yüzde 4,2 oranında artış gösteren florlu gazların ele alınması (bölüm 2), Montreal Protokolü Kigali Değişikliği kapsamında düzenlenen emisyonların büyük bir kısmı ile başka bir fırsat sunmaktadır. Son olarak, 2023 Emisyon Açığı Raporu'nda belirtildiği ve Karbondioksit Gideriminin Durumu Raporu'nda daha da detaylandırıldığı üzere (UNEP-CCC ve Common Futures 2024), CO₂ gideriminin gigaton seviyesine çıkarılması gerekmektedir.

Yüzyılın ortasına kadar ısınmayı 1,5°C ile sınırlandıran patikalar ve bir sonraki NDC seti ideal olarak ülkelerin bu tür yaklaşımları artırma taahhütlerini içermelidir.

Eylemi hızlandırmak için yatırımlarda ve finansmanında önemli artışlar gerekmektedir

Küresel iklim yatırım ihtiyaçlarına genel bakış

Bölüm 6.2'de açıklanan sistem dönüşümlerini gerçekleştirmek için, mevcut yatırım modellerinin yüksek karbondan düşük karbona geçmesi ve azaltım yatırımlarının önemli ölçüde artırılması gerekmektedir. Son on yılda, hem azaltım hem de uyum da dahil olmak üzere iklim yatırımları istikrarlı bir şekilde artarak 2021/2022'de yılda yaklaşık 1,3 trilyon ABD\$'lık bir rekora ulaşmış ve bunun yaklaşık 1,2 trilyon ABD\$'lık kısmını azaltım oluşturmuştur (Buchner *ve ark.* 2023).

Net sıfır patikası için gereken yatırımlara ilişkin mevcut çalışmalar, genel olarak yıllık yatırımların mevcut seviyelerden en az altı kat artarak 2035 yılına kadar 6,7 trilyon ila 11,7 trilyon ABD dolarına (ortalama 9.1 trilyon) (Gıda ve Arazi Kullanımı Koalisyonu 2019; Deutz *vd.* 2020; Stern 2021; BloombergNEF 2022; Krishnan *vd.* 2022; Lubis, Young ve Doherty 2022; Shukla *vd.* eds. 2022; UNEP 2022; IEA 2023b; IRENA 2023; Thornton *vd.* 2023; Strinati *ve ark.* 2024).⁷

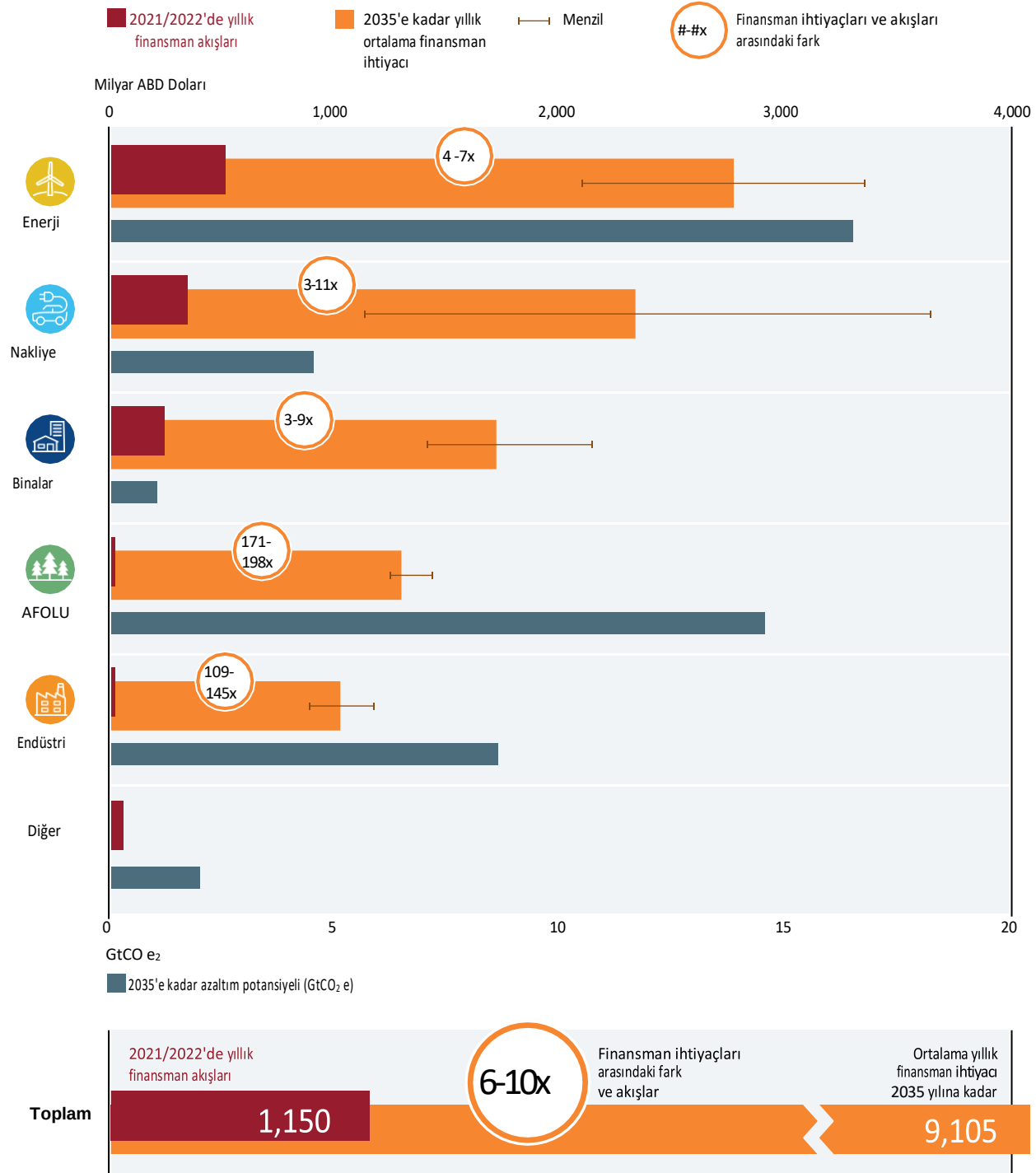
Bu rakamlar ürkütücü görünse de, özellikle Çin dışındaki GOÜ'lerde artan enerji talebi de dahil olmak üzere kalkınma ihtiyaçlarını karşılamak için her yıl önemli yatırımlara ihtiyaç duyulacağından, tahmini yatırımların yalnızca küçük bir kısmı ek olacaktır. Net sıfır geçiş senaryosu için tahmini küresel artan azaltım yatırımı, 2021 ve 2050 yılları arasında yılda 0,9 trilyon ABD\$ ile 2,1 trilyon ABD\$'dır (Krishnan *ve ark.* 2022; Energy Transitions Commission 2023; IRENA 2023) ve bu rakam, yaklaşık 110 trilyon ABD\$'lık küresel ekonomi ve finans piyasaları bağlamında önemli ancak yönetilebilir bir rakamdır (Uluslararası Para Fonu 2024). 2023 ve 2024 yıllarında GSYH ile ölçülen küresel ekonomi yıllık 5 trilyon ABD doları büyümüştür (Uluslararası Para Fonu 2024) ve sadece 2022 yılında küresel fosil yakıt sübvansiyonları (hem açık hem de örtülü) 7 trilyon ABD dolarına ulaşmıştır (Black *vd.* 2023). Benzer şekilde, yılda 1,3 ila 6 trilyon ABD Doları arasında küresel sübvansiyon (hem açık hem de örtülü) tarım ve balıkçılığa tahsis edilmekte ve arazi bozulmasına, ormansızlaşmaya ve balık stoklarının tükenmesine katkıda bulunan eylemleri desteklemektedir (Damania *ve ark.* 2023). Bu rakamlar, yatırım modellerini değiştirerek iklim, çevre ve kalkınma hedeflerine ulaşma potansiyelini vurgulamaktadır.

⁷ İklim Politikası Girişimi (CPI), bugüne kadarki boşluğun boyutuna ilişkin kapsamlı bir genel bakış sağlamak için çok çeşitli kaynaklardan iklim yatırım ihtiyaçlarına ilişkin verileri derlemekte ve standartlaştırmaktadır. Dikkate alınan farklı senaryolar arasındaki değişkenliği yansıtmak için, bu rapordaki ihtiyaç tahminleri, ihtiyaç duyulan yatırım aralıkları olarak sunulmuştur.

Bölüm 6.2'de sunulan sektörel azaltım potansiyellerini de içeren şekil 6.2'de gösterildiği gibi, azaltım yatırım ihtiyaçları ve mevcut akışlar kilit sektörler arasında farklılık göstermektedir.

sektörlerinde, özellikle AFOLU ve sanayideki ihtiyaçları karşılamak için gerekli yatırımlarda mevcut seviyelere göre önemli bir artış söz konusudur.

Şekil 6.2 Temel azaltım sektörlerinde yıllık iklim yatırım akışları, 1,5°C'ye ulaşmak için yıllık yatırım ihtiyaçları 2035'te yörünge ve azaltım potansiyeli



Kaynak: İklim Politikası İniyatifinden uyarlanmıştır (Buchner ve ark. 2023). Ortalama yıllık finansman ihtiyacı CPI'dan (Strinati vd. 2024) alınmıştır ve BloombergNEF (2022; Lubis, Young ve Doherty 2022), The Food and Land Use Coalition (2019), IEA (2023b), IPCC (Shukla vd. 2022), IRENA (2023), Stern (2021), McKinsey (Krishnan vd. 2022), Deutz vd. (2020), Thornton vd. (2023) ve UNEP (2022).

Çin dışındaki GOÜ'lerde yatırım ihtiyaçları

Özellikle Çin dışındaki GOÜ'lerde azaltım yatırımlarında önemli bir artışa ihtiyaç duyulacaktır. Bu ülkelerdeki yatırım büyümesi 2008 küresel mali krizinden bu yana yavaşlamış, yıllık büyüme oranları 2000'lerde yüzde 6 iken 2010'larda sadece yüzde 3'e düşmüştür (Dünya Bankası 2024). Çin dışındaki GOÜ'lerde iklim yatırımı ihtiyacı, daha geniş kalkınma zorlukları ve ihtiyaçlarıyla yakından bağlantılıdır. Bu bölgeler halihazırda kamu sağlığı, beşeri sermaye, gıda ve enerji güvenliği, artan borç ve siyasi gerilimlerle mücadele etmektedir ve bunların hepsi iklim değişikliği ile daha da kötüleşmektedir. Ayrıca bu ülkeler hızlı demografik büyüme, kentleşme ve ekonomik dönüşümlerin bir sonucu olarak altyapı ve beşeri sermaye yatırımlarına acil ihtiyaç duymaktadır. Küresel nüfusun 2050 yılına kadar 1,9 milyar kişi artması beklenirken - bu büyümenin tamamı Çin dışındaki GOÜ'lerde yoğunlaşacaktır (Ekonomik ve Sosyal İşler Bakanlığı 2024) - sürdürülebilir kalkınmayı desteklemek ve bu ülkelere uzun vadeli büyümeyi sağlamak için yatırımlarda hızlı ve sürekli bir artış şarttır.

Dolayısıyla GOÜ'lerde düşük karbonlu yatırımlar sadece bir azaltım stratejisi değildir. Her şeyden önce düşük ve öngörülebilir enerji maliyetleri, enerjiye daha fazla erişim, iyileştirilmiş sanitasyon, gelişmiş gıda güvenliği ve daha dirençli ekonomiler gibi önemli faydalar sağlayan bir kalkınma stratejisidir.

GOÜ'lerdeki azaltım çözümleri yetersiz finanse edilmeye devam etmekte olup, 2021/2022 döneminde küresel azaltım yatırımlarının sadece yüzde 13,5'ini veya yılda yaklaşık 156 milyar ABD dolarını almıştır (Buchner vd. 2023). Bunun sadece yüzde 10'u en az gelişmiş ülkelere ulaşmıştır. Sürdürülebilir kalkınma ve büyümeyi desteklemek ve iklim hedeflerine ulaşmak için 2030 yılına kadar Çin dışındaki GOÜ'lerde azaltım yatırımlarında sekiz ila on altı kat artışa ihtiyaç duyulacağı tahmin edilmektedir (IEA 2023c; Songwe, Stern ve Bhattacharya 2022). Finansmanın bölgeler arasında daha eşit bir şekilde dağıtılması gerekecek ve örneğin Sahra Altı Afrika'da (şu anda Çin dışındaki GOÜ'lere yapılan toplam azaltım yatırımlarının sadece yüzde 9'unu almaktadır) önemli miktarda sermaye seferberliği gerekecektir. Çin dışındaki GOÜ'lerde azaltım yatırımlarının sektörel dağılımının iyileştirilmesi de gerekecektir. Yenilenebilir enerjinin genişletilmesi, emisyonları artırmadan artan kalkınma ihtiyaçlarını karşılamak için kritik öneme sahip olsa da, iklim ve biyoçeşitlilik krizlerinin karşılıklı olarak birbirini güçlendiren etkileri göz önüne alındığında, özellikle AFOLU olmak üzere diğer kilit sektörlerde de dikkat edilmelidir.

Düşük karbonlu yatırımlar önemli miktarda ön sermaye gerektirir ancak uzun vadede önemli tasarruflar ve faydalar vaat eder. Yüksek karbonlu faaliyetlerden uzaklaşmak sadece fosil yakıtla ilgili maliyetleri azaltmakla kalmayacak (yakıt maliyetlerinde ve ithalat faturalarında tasarruf, fosil yakıt altyapısına yeniden yönlendirilen yatırımlar, azalan işletme ve bakım maliyetleri ve fosil yakıt sübvansiyonlarının ortadan kaldırılması dahil), aynı zamanda aşağıdakileri de sağlayacaktır

İyileştirilmiş hava kalitesinden kaynaklanan daha düşük sağlık harcamaları ve daha sağlıklı, daha üretken bir işgücü dahil olmak üzere geniş kapsamlı ekonomik, sağlık ve sosyal faydalar (Black ve ark. 2023). Tersine, yatırımların hava kalitesi ile uyumlu hale getirilmemesi

1,5°C hedefi, karaya oturmuş varlıklar ve önemli ekonomik ve sosyal kayıplar gibi ciddi ekonomik sonuçlara yol açabilir (Bilal ve Känzig 2024; Black vd. 2022; Semieniuk vd. 2022).

Bu bölgelerde gerekli yatırımların yapılabilmesi için net olmayan politika çerçeveleri, mali açıdan zor durumda olan kamu hizmetleri, yüksek sermaye maliyeti ve düşük kurumsal kapasiteler gibi zorlukların ele alınması gerekmektedir.

Ayrıca, Bölüm 6.2'de de gösterildiği gibi, bu yatırımların nasıl uygulandığı iklim ve kalkınma sonuçları üzerinde kalıcı bir etkiye sahip olacaktır. Kötü planlanmış altyapı, yüksek karbonlu faaliyetleri on yıllar boyunca kilitleyerek kalkınma beklentilerini baltalayabilir ve iklim risklerini kötüleştirebilir. Bu nedenle, iklim eylemi için gereken yatırımların çoğu, sürdürülebilir kalkınma için gereken yatırımlarla örtüşmekte, bu yatırımları karşılıklı olarak güçlendirmekte ve müreffeh, iklime dirençli bir gelecek için gerekli kılmaktadır.

İklimle ilgili yatırımların finansmanı

Özel ve kamu finansmanı arasındaki denge, kendine özgü ekonomik yapılarını ve kalkınma aşamalarını yansıtacak şekilde bölgeler arasında farklılık gösterecektir. Gelişmiş ekonomilerde özel sektörün finansmana hakim olmaya devam etmesi beklenirken, Çin'de özel ve kamu kaynakları arasında daha dengeli bir dağılım beklenebilir. Buna karşılık, Çin dışındaki GOÜ'ler muhtemelen kamu finansmanına daha fazla bel bağlamaya devam edecektir (Bhattacharya v d . 2023; Songwe, Stern ve Bhattacharya 2022). Finansman karışımı da yatırım türüne göre değişecektir; özel sektörün ticari olarak uygulanabilir teknolojilerde başı çekmesi ve kamu sektörünün önemli miktarda ön sermaye gerektiren veya daha yüksek risk taşıyan stratejik alanlara odaklanması muhtemeldir.

Gelişmiş ekonomilerde ve Çin'de, yatırımların yüksek karbonlu sektörlerden düşük karbonlu sektörlerle kaydırılması için teşvikler yaratılmasına odaklanılacaktır. Birincil zorluk, Çin dışındaki GOÜ'lerde şu anda düşük seviyelerde kalan azaltım yatırımlarını artırmak için hem yerel hem de uluslararası kaynaklardan gelen finansmanın ölçeklendirilmesinde yatmaktadır. Bu, özellikle özel ve yerel finansmanı katalize etmeye ve kaynakların dört temel alanda seferber edilmesine odaklanarak tüm sermaye havuzlarında ortak çabalar gerektirecektir (Songwe, Stern ve Bhattacharya 2022):

Hem kamu hem de özel sektör kaynaklarını kapsayan yurtiçi kaynak seferberliği

Çin dışındaki GOÜ'lerde temel teşkil etmektedir. Bu bölgelerde gerekli finansmanın büyük kısmının yurtiçi kaynaklardan sağlanması beklenmektedir. Etkili yurtiçi kaynak seferberliği, aşağıdakilerin geliştirilmesini içerecektir

vergi toplanması, zararlı sübvansiyonların aşamalı olarak kaldırılması ve kamu harcamalarının verimliliğinin artırılması.

Özel sektör finansmanı. Özel sektör, Çin dışındaki GOÜ'lerde, özellikle enerji dönüşümünü yönlendirmede en büyük dış finansman kaynağı olacaktır ve iklimle ilgili diğer yatırımların desteklenmesi. Ancak, yüksek faiz oranları, net olmayan politika çerçeveleri ve piyasa tasarımı ve yüksek sermaye maliyeti, bu bölgelerdeki yeşil yatırımlar için özel finansmanın genellikle ya mevcut olmadığı ya da sadece yüksek maliyetle mevcut olduğu anlamına gelmektedir (IEA 2023d). Güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynakları kömür ve gazla maliyet açısından giderek daha rekabetçi hale gelse de, Çin dışındaki GOÜ'lerdeki projeler için yüksek sermaye maliyeti - çoğu gelişmiş ekonomiyle karşılaştırıldığında - teknoloji maliyetlerindeki hızlı düşüşe rağmen fosil yakıt bazlı enerjiye karşı rekabet güçlerini zayıflatmaktadır (Buchner vd. 2023; UNEP 2023). Özel sermayenin geniş ölçekte harekete geçirilmesi, politika çerçeveleri, risk azaltma ve elverişli yatırım ortamları yaratma açısından güçlü kamu sektörü desteği gerektirecektir.

Çok taraflı kalkınma bankaları, özel sermayenin harekete geçirilmesinde katalizör bir rol oynamaktadır. Devam etmekte olan reformlar, bu bankaların riskleri azaltma, yönetme ve riskleri paylaşarak sermaye maliyetini düşürür ve kritik kamu sektörü programlarını destekler (G20 Bağımsız Uzmanlar Grubu 2023a; G20 Bağımsız Uzmanlar Grubu 2023b). Çok taraflı kalkınma bankaları hibeler, imtiyazlı finansman, kredi ve risk garantileri yoluyla özel sektörün güvenini artırabilir. Çok taraflı kalkınma bankaları, kaynaklarını güçlendirerek kapasite geliştirme ve inovasyonu kolaylaştırabilir ve yüksek riskli piyasaları özel yatırımcılar için daha cazip hale getirebilir.

İmtiyazlı finansman, sınırlı olmakla birlikte, bazı işletmeler için gelir veya tasarruf yaratmayan kamu mallarına yönelik yatırımlar için çok önemli olacaktır. doğanın korunması ve adil geçiş alanları. İmtiyazlı fonlar, diğer kaynaklardan ek finansman sağlamak ve özel sermayeyi çekmek için yatırımların riskini azaltmak için de gereklidir.

Bu yatırımları gerçekleştirmek karmaşık bir iştir. Ülkelerin bilinçli yatırım kararları alma ve bu kararları somut programlara ve proje hatlarına dönüştürme kapasitesine sahip olmalarını gerektirir. Bu da, iklim değişikliğine güçlü bir vurgu yaparak doğru elverişli ortamı teşvik eden sağlam politika ve kurumsal çerçeveler gerektirmektedir.

eylem ve daha geniş sürdürülebilirlik hedefleri (Bhattacharya vd. 2022).

Ancak, özellikle daha yoksul ve kırılgan ülkelerde borç sorunları ve mali kısıtlamalar ele alınmadıkça, GOÜ'lerde iklim yatırımlarının ölçeklendirilmesi teorik kalacaktır. COVID-19 salgınının neden olduğu mali baskı, küresel çatışmalar nedeniyle artan yakıt ve gıda maliyetleri, enflasyon ve artan borç servisi bu zorlukları daha da artırmıştır (Chuku vd. 2023).

Tüm finansman kaynaklarının artırılması ve daha etkin kullanılmasının ötesinde, sağlanan finansmanın kalitesindeki eksikliklerin giderilmesi acil bir ihtiyaçtır. Finansman daha uygun fiyatlı, şeffaf, hesap verebilir, öngörülebilir, erişilebilir ve yoksul ve kırılgan ülkeleri desteklemeye daha fazla odaklanmış hale gelebilir.

6.4 NDC'lerin bir sonraki turunda ulusal hedeflerin yükseltilmesi

Bir sonraki NDC'ler, Paris Anlaşması'nın sıcaklık hedefiyle uyumlu olacaklarsa, küresel iklim eyleminin muazzam finansal ve stratejik taleplerini karşılamalıdır. Bunu başarmak için NDC'ler daha iddialı, eyleme geçirilebilir ve kapsayıcı olmalıdır.

Gelişmekte olan ülkelerin en son NDC'lerinde belirtilen yıllık mali ihtiyaçların 2030 yılına kadar yıllık 455 milyar ABD\$ ile 584 milyar ABD\$ arasında değişeceği tahmin edilmektedir (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Finans Daimi Komitesi 2024). Ülkeler gelişmiş NDC'lerini hazırlayıp sundukça, özellikle Çin dışındaki GOÜ'ler için bu belgelerde iddialarını artırma ve finansman ihtiyaçları da dahil olmak üzere uygulama araçlarına yönelik ihtiyaçları hakkında daha ayrıntılı bilgi sunma ve sağlam geçiş yatırım planları geliştirme fırsatı bulunmaktadır.

Geliştirilmiş NDC'ler, bu ülkelerin özel yatırımları çekebilecek net politika sinyalleri göndermeleri için kritik bir fırsat sunmaktadır. Etkili ülke liderliği, özel sektör, kalkınma finansmanı kurumları ve uluslararası ortaklarla işbirliğini teşvik etmek için hayati önem taşımaktadır. Bu işbirliği, sürdürülebilir yatırım için sağlam bir iklim yaratan iyi tanımlanmış yatırım stratejileri ve sektöre özgü platformlar etrafında dönmelidir.

Gelecekte "iyi" NDC'leri tanımlaması gereken temel unsurlar, yatırımın artırılması, finansmanın ölçeklendirilmesi, adil bir geçişin sağlanması ve yapısal engellerin ele alınmasına odaklanmaktadır.

NDC'lerin bir sonraki turunda yatırımları artırmanın temel unsurları

1. Kapsamlı yatırım planları dahil

Enerji, sanayi, ulaştırma, binalar ve AFOLU gibi kritik sektörler, iklim hedeflerine ulaşmak için önemli yatırım artışları gerektirmektedir. Bu yatırımları çekmek ve harekete geçirmek için ülkeler, NDC'lerinin her sektörde gerekli yatırımları ortaya koyan kapsamlı yatırım planlarını içermesini sağlamalıdır. Bu sadece kapsamlı bir kapsam belirleme, zamanlama, maliyetlendirme, yatırım getirilerinin projelendirilmesi ve her bir azaltım tedbirinin risk profilinin çıkarılmasını değil, aynı zamanda iyi tanımlanmış bir proje boru hattının oluşturulmasını da içerir. Yatırım planlarının bir parçası olarak sağlam bir proje hattına sahip olmak, potansiyel yatırımcılara soyut hedefler yerine net, eyleme geçirilebilir fırsatlar sunduğundan, özel sermayeyi çekmek için çok önemli olacaktır. Ülkeler detaylı, uygulanabilir projeler sunarak hem kamu hem de özel yatırımcılarla daha etkin bir şekilde ilişki kurabilir ve gerekli fonların en çok ihtiyaç duyulan yerlere yönlendirilmesini sağlayabilir.

2. Yurtiçi çabaların ve dış iklim finansmanı ihtiyaçlarının ana hatlarıyla belirtilmesi

Mevcut azaltım yatırım boşluğunu doldurmak için hem yerel hem de uluslararası finans kaynakları çok önemli olacaktır. Paris Anlaşması'nın 9. Maddesi uyarınca (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 2016), GOÜ'lerde uluslararası destek hem iklim hem de kalkınma hedeflerine ulaşmada kilit rol oynayacaktır. NDC'lerin bir sonraki turu, GOÜ'lerin yatırımların yurt içinde harekete geçirmeyi bekledikleri kısmını daha net bir şekilde belirtmeleri (koşulsuz NDC) ve gerçekçi finansman senaryolarına dayalı olarak sektörel ve proje düzeyinde iklim finansmanı ihtiyaçlarını (koşullu NDC) ana hatlarıyla belirtmeleri için bir fırsat sunmaktadır. Aynı zamanda, yurtiçi kaynakların harekete geçirilmesi, politika ve düzenleyici ortamların iyileştirilmesine yönelik planlar, özel yatırımlar için koşulların iyileştirilmesine yönelik tedbirler de dahil olmak üzere iddialı yurtiçi çabaları gösteren NDC yatırım planları, ulusal taahhüdü işaret edecek ve özel ve uluslararası yatırımcılar (kamu ve özel) arasında güveni artıracaktır.

3. Adil bir geçişin sağlanması

Ülkeler düşük karbonlu ekonomilere geçerken, bu geçişin adil olması ve etkilenen toplulukları desteklemesi çok önemlidir. NDC'ler, işgücünün yeniden eğitimi, toplum katılımı ve kadınlar ve Yerli topluluklar da dahil olmak üzere marjinal ve hassas gruplara destek gibi adil bir geçiş için kapsamlı yatırım stratejileri içermelidir. Ülkeler, bu grupların karar alma süreçlerinde söz sahibi olmalarını sağlayarak ve geçişten en çok etkilenen sektörler için destek programları uygulayarak, toplumsal kabulü artırabilir ve iklim eyleminin faydalarının geniş çapta paylaşılmasını sağlayabilir. Bu yaklaşım sadece daha yumuşak bir geçişi kolaylaştırmakla kalmaz, aynı zamanda daha geniş kalkınma hedeflerine de katkıda bulunur.

4. Yapısal engellerin ele alınması

Yüksek sermaye maliyeti, net olmayan politika çerçeveleri ve düşük kurumsal kapasiteler gibi yapısal engeller, özellikle GOÜ'lerde yatırım akışlarının önünde önemli engeller teşkil etmektedir. Yeni nesil NDC'ler tüm bu sorunları doğrudan çözme de, bu zorlukların üstesinden gelmeye elverişli bir ortamın teşvik edilmesinde kritik bir rol oynayabilir. NDC sürecinin bir parçası olarak ülkeler, istikrarlı bir yatırım ortamını teşvik etmede hangi politika ve stratejilerin etkili olduğu (ve hangilerinin olmadığı) konusunda bilgi ve deneyim alışverişine öncelik vermelidir. Bu bilgi transferi, ülkelerin birbirlerinin başarılarından ve başarısızlıklarından ders çıkarmalarını sağlayarak teknoloji ve finans transferi kadar hayati olabilir. Ülkeler, en iyi uygulamaları ve alınan dersleri paylaşarak politika çerçevelerini toplu olarak iyileştirebilir, kurumsal kapasitelerini güçlendirebilir ve yatırım çekmek için daha elverişli koşullar yaratabilirler.

Referanslar

Bölüm 1

- P** Paris Anlaşması (2015), 4 Kasım 2016 tarihinde yürürlüğe girmiştir. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf.
- U** Birleşmiş Milletler Çevre Programı (2023). *Emisyon Açığı Raporu 2023: Kırık Rekor - Sıcaklıklar Yeni Zirvelere Ulaştı, Ancak Dünya Emisyonları Kesmekte (Yine) Başarısız*. Nairobi. <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2023>.
- Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (2024). Karar 1/CMA.5: İlk küresel envanter çalışmasının sonuçları. Paris Anlaşması Taraflarının toplantısı olarak Taraflar Konferansı tarafından kabul edilen kararlar. *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı*. Birleşik Arap Emirlikleri Kasım/Aralık 2023. 15 Mart. FCCC/PA/CMA/2023/16/Add.1. <https://unfccc.int/documents/637073>.

Bölüm 2

- B** Bergero, C., Gosnell, G., Gielen, D., Kang, S., Bazilian, M. ve Davis, S.J. (2023). Havacılıktan net sıfır emisyonu giden yollar. *Nature Sustainability* 6, 404-414. <https://doi.org/10.1038/s41893-022-01046-9>.
- Bersalli, G., Tröndle, T. ve Lilliestam, J. (2023). Sanayileşmiş ülkelerin çoğu, ekonomik krizler sırasında güçlendirilmiş yapısal değişim yoluyla karbondioksit emisyonlarını zirveye çıkarmıştır. *Communications Earth & Environment* 4, 44. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00687-8>.
- C** Karbon Ana Dalları (2024). Karbon Ana Dalları Veritabanı: Lansman Raporu, Nisan. <https://carbonmajors.org/briefing/The-Carbon-Majors-Database-26913>. Erişim tarihi 9 Ekim 2024.
- Carnicer, J., Alegria, A., Giannakopoulos, C., Di Giuseppe, F., Karali, A., Koutsias, N. ve diğerleri (2022). Küresel ısınma, Avrupa'da yangın havası ile gerçekleşen yangın kaynaklı CO₂ emisyonları arasındaki ilişkileri değiştiriyor. *Scientific Reports* 12, 10365. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-14480-8>.
- Cerutti, N., Lamb, W.F., Crippa, M., Leip, A., Solazzo, E., Tubiello, F.N. ve diğerleri (2023). Gıda sistemi emisyonları: Eğilimler, itici güçler ve politika yaklaşımları üzerine bir inceleme, 1990-2018. *Environmental Research Letters* 18(7), 074030. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acddfd>.
- Clarke, H., Nolan, R.H., De Dios, V.R., Bradstock, R., Griebel, A., Khanal, S. ve diğerleri (2022). Orman yangını, artan atmosferik su talebi altında küresel karbon yutaklarını ve nüfus merkezlerini tehdit ediyor. *Nature Communications* 13, 7161. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-34966-3>.
- Creutzig, F., Roy, J., Devine-Wright, P., Díaz-José, J., Geels, F.W., Grubler, A. ve diğerleri (2022). Talep, hizmetler ve azaltımın sosyal yönleri. *İklim Değişikliği 2022: İklim Değişikliğinin Azaltılması içinde: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Altıncı Değerlendirme Raporuna Çalışma Grubu III'ün Katkısı*. Shukla, P.R., Skea, J., Slade, R., Al Khourdajie, A., van Diemen, R., McCollum, D., Pathak, M., Some, S., Vyas, P., Fradera, R., Belkacemi, M., Hasija, A., Lisboa, G., Luz, S., Malley, J. (eds.). Cambridge ve New York: Cambridge University Press. Bölüm 5. 503-612. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_FullReport.pdf.
- Crippa, M., Guizzardi, D., Pagani, F., Banja, M., Muntean, M., Schaaf, E. ve diğerleri (2024). *Tüm Dünya Sera Gazı Emisyonları Ülkeler*. Lüksemburg: Avrupa Birliği Yayınlar Ofisi. https://edgar.jrc.ec.europa.eu/booklet/GHG_emissions_of_all_world_countries_booklet_2023report.pdf.
- Crippa, M., Guizzardi, D., Pisoni, E., Solazzo, E., Guion, A., Muntean, M. ve diğerleri (2021). Küresel antropojenik emisyonlar kentsel alanlarda: Kalıplar, eğilimler ve zorluklar. *Environmental Research Letters* 16, 074033. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac00e2>.
- E** Enerji Enstitüsü (2024). *Dünya Enerjisinin İstatistiksel İncelemesi*. Londra. <https://www.energyinst.org/statistical-review>.
- F** Forster, P., Storelvmo, T., Armour, K., Collins, W., Dufresne, J.-L., Frame, D. ve diğerleri (2021). Dünya'nın enerji bütçesi, iklim geri bildirimleri ve iklim duyarlılığı. *İklim Değişikliği 2021 içinde: Fiziksel Bilim Temeli: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Altıncı Değerlendirme Raporuna Çalışma Grubu I'in Katkısı*. Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S.L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M.I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J.B.R., Maycock, T.K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R. ve Zhou, B. (eds.). Cambridge ve New York: Cambridge University Press. Bölüm 7. 923-1054. <https://doi.org/10.1017/9781009157896.009>.

G

- Forster, P.M., Smith, C., Walsh, T., Lamb, W.F., Lamboll, R., Hall, B. ve diğerleri (2024). Küresel iklim değişikliği göstergeleri 2023: İklim sisteminin durumu ve insan etkisine ilişkin temel göstergelerin yıllık güncellemesi. *Dünya Sistem Bilimi Verileri* 1-57. Preprint. <https://doi.org/10.5194/essd-2024-149>.
- Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M.W., Andrew, R.M., Bakker, D.C.E., Hauck, J., ve diğerleri (2023). Küresel karbon bütçesi 2023. *Earth System Science Data* 15(12), 5301-5369. <https://doi.org/10.5194/essd-15-5301-2023>.
- Gidden, M.J., Gasser, T., Grassi, G., Forsell, N., Janssens, I., Lamb, W.F. ve diğerleri (2023). İklim senaryolarının hizalanması emisyon envanterlerine küresel kıyaslamaları kaydırır. *Nature* 624, 102-108. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06724-y>.
- Grassi, G., Conchedda, G., Federici, S., Viñas, R.A., Korosuo, A., Melo, J. ve diğerleri (2022). Karadan karbon akışları 2000-2020: Ülkelerin raporlamalarına açıklık getirmek. *Earth System Science Data* 14(10), 4643-4666. <https://doi.org/10.5194/essd-14-4643-2022>.
- Grassi, G., House, J., Kurz, W.A., Cescatti, A., Houghton, R.A., Peters, G.P. ve diğerleri (2018). Küresel modellerin uzlaştırılması Antropojenik orman CO₂ yutaklarının tahminleri ve ülke raporlamaları. *Nature Climate Change* 8, 914-920. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0283-x>.
- Grassi, G., Schwingshackl, C., Gasser, T., Houghton, R.A., Sitch, S., Canadell, J.G. ve diğerleri (2023). Uyumlaştırma 2000-2020 için küresel modellerin ve ulusal envanterlerin arazi kullanım akısı tahminleri. *Yer Sistemi Bilimi Verileri* 15, 1093-1114. <https://doi.org/10.5194/essd-15-1093-2023>.
- Grassi, G., Stehfest, E., Rogelj, J., van Vuuren, D., Cescatti, A., House, J. ve diğerleri (2021). Ülkelerin iklim ilerlemesini değerlendirmek için arazi azaltım yollarının kritik ayarlaması. *Nature Climate Change* 11, 425-434. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01033-6>.

H

- Hoppe, J., Hinder, B., Rafaty, R., Patt, A. ve Grubb, M. (2023). Otuz yıllık iklim azaltım politikası: Ne sağladı mı? *Annual Review of Environment and Resources* 48, 615-650. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-112321-103821>.

I

- Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği (2023). *Yıllık Değerlendirme 2023*. İstanbul. <https://www.iata.org/contentassets/c81222d96c9a4e0bb4ff6ced0126f0bb/annual-review-2023.pdf>.
- _____ (2024). *Sektör İstatistikleri Bilgi Formu*. <https://www.iata.org/en/iata-repository/pressroom/fact-sheets/industry-statistics/>.
- Uluslararası Enerji Ajansı (2023). *Temiz Enerji İlerlemesinin İzlenmesi 2023*. Paris. <https://www.iea.org/reports/tracking-clean-energy-progress-2023>.
- _____ (2024a). *Elektrik 2024: Yönetici özeti*, tarihsiz. <https://www.iea.org/reports/electricity-2024/executive-summary>. Erişim tarihi 2 Ekim 2024.
- _____ (2024b). *2023'te CO₂ Emisyonları: Yeni Bir Rekor, Ancak Tünelin Sonunda Işık Var mı?* Fransa: IEA Yayınları. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/33e2badc-b839-4c18-84ce-f6387b3c008f/CO2Emissionsin2023.pdf>.
- _____ (2024c). *Büyük ve güç aktarma organlarına göre yeni otomobil kayıtları, 2010-2023*, 9 Nisan. <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/new-car-registrations-by-size-and-powertrain-2010-2023>. Erişim tarihi 2 Ekim 2024.
- _____ (2024d). *Dünya Enerji Yatırımı 2024: Overview and key findings*, tarihsiz. <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2024/overview-and-key-findings>. Erişim tarihi 2 Ekim 2024.
- _____ (2024e). *Dünya Enerji Dengeleri*. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/world-energy-balances>. Erişim tarihi 9 Ekim 2024.
- _____ (2024f). *Yenilenebilir Enerji 2023: 2028'e Kadar Analiz ve Tahmin*. Fransa: IEA Yayınları. <https://www.iea.org/reports/renewables-2023>.

J

- Jones, M.W., Kelley, D.I., Burton, C.A., Di Giuseppe, F., Barbosa, M.L.F., Brambleby, E. ve diğerleri (2024). Orman yangınlarının durumu 2023-2024. *Earth System Science Data* 16, 3601-3685. <https://doi.org/10.5194/essd-16-3601-2024>.

L

- Lamb, W.F., Wiedmann, T., Pongratz, J., Andrew, R., Crippa, M., Olivier, J.G.J. ve diğerleri (2021). Eğilimlerin gözden geçirilmesi ve 1990'dan 2018'e sektörlere göre sera gazı emisyonlarının itici güçleri. *Environmental Research Letters* 16, 073005. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abee4e>.
- Li, Y., Zhong, H., Shan, Y., Hang, Y., Wang, D., Zhou, Y. ve diğerleri (2023). Küresel gıda tüketimindeki değişiklikler Küresel tedarik zincirlerindeki verimlilik artışlarına rağmen sera gazı emisyonları. *Nature Food* 4, 483-495. <https://doi.org/10.1038/s43016-023-00768-z>.
- Liu, L., He, G., Wu, M., Liu, G., Zhang, H., Chen, Y. ve diğerleri (2023). İklim değişikliğinin planlanan arz-talep üzerindeki etkileri küresel rüzgar ve güneş enerjisi sistemlerinde eşleşme. *Nature Energy* 8, 870-880. <https://doi.org/10.1038/s41560-023-01304-w>.

N

- Net Sıfır İzleyici (2023). *Boru Hattında: Ülkeler Arasında Fosil Yakıtlardan Arınma Taahhütlerinin Durumu, Net Sıfır Hedefli Bölgeler, Şehirler ve Şirketler*. Oxford Net Zero, Energy and Climate Intelligence Unit, NewClimate Institute ve Data-Driven EnviroLab. https://ca1-nzt.edcdn.com/Reports/NTZ_In_the_Pipeline_Status_Fossil_Fuel_Phase-Outs_2023.pdf.

- P Peng, S., Lin, X., Thompson, R.L., Xi, Y., Liu, G., Hauglustaine, D. ve diğerleri (2022). Sulak alan emisyonu ve atmosferik yutak değişiklikleri 2020'deki metan büyümesini açıklıyor. *Nature* 612, 477-482. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05447-w>.
- Peters, G.P., Minx, J.C., Weber, C.L. ve Edenhofer, O. (2011). 1990'dan 2008'e uluslararası ticaret yoluyla emisyon transferlerindeki büyüme. *PNAS* 108(21), 8903-8908. <https://doi.org/10.1073/pnas.1006388108>.
- S Saunois, M., Martinez, A., Poulter, B., Zhang, Z., Raymond, P., Regnier, P. ve diğerleri (2024). Küresel metan bütçesi 2000-2020. *Dünya Sistem Bilimi Verileri*. İnceleme aşamasında. <https://doi.org/10.5194/essd-2024-115>.
- Scoccimarro, E., Cattaneo, O., Gualdi, S., Mattion, F., Bizeul, A., Risquez, A.M. ve diğerleri (2023). Soğutma için ülke düzeyinde enerji talebi son yirmi yılda artmıştır. *Communications Earth & Environment* 4, 208. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00878-3>.
- Staffell, I., Pfenninger, S. ve Johnson, N. (2023). Çoklu mekânsal ölçeklerde saatlik mekân ısıtma ve soğutma talebinin küresel bir modeli. *Nature Energy* 8, 1328-1344. <https://doi.org/10.1038/s41560-023-01341-5>.
- Stechemesser, A., Koch, N., Mark, E., Dilger, E., Klösel, P., Menicacci, L. ve diğerleri (2024). Büyük emisyon azaltımları sağlayan iklim politikaları: Yirmi yıldan küresel kanıtlar. *Science* 385(6711), 884-892. <https://doi.org/10.1126/science.adl6547>.
- U Birleşmiş Milletler Çevre Programı (2022). *Emisyon Açığı Raporu 2022: Kapanan Pencere - İklim Krizi*. Toplumların Hızlı Dönüşümü için Çağrılar. Nairobi. <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2022>.
- _____ (2023). *Emisyon Açığı Raporu 2023: Kırık Rekor - Sıcaklıklar Yeni En Yüksek Seviyelere Ulaştı, Ancak Dünya Emisyonları Azaltmada Başarısız (Yine)*. Nairobi. <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2023>.
- V van Ruijven, B.J., De Cian, E. ve Wing, I.S. (2019). İklim değişikliğine bağlı olarak gelecekteki enerji talebi artışının değişim. *Nature Communications* 10, 2762. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-10399-3>.
- W Wiatros-Motyka, M., Fulghum, N., Jones, D., Altieri, K., Black, R., Broadbent, H. ve diğerleri (2024). *Küresel Elektrik İncelemesi*. Londra: Ember. <https://ember-climate.org/app/uploads/2024/05/Report-Global-Electricity-Review-2024.pdf>.
- Y Yang, Y., Tilman, D., Jin, Z., Smith, P., Barrett, C.B., Zhu, Y.-G. ve diğerleri (2024). İklim değişikliği tarımın çevresel etkilerini daha da kötüleştiriyor. *Science* 385(6713), eadn3747. <https://doi.org/10.1126/science.adn3747>.

Bölüm 3

- A Avustralya, İklim Değişikliği, Enerji, Çevre ve Su Bakanlığı (2024). Avustralya'nın emisyon projeksiyonları 2023, 8 Ekim. <https://www.dcccew.gov.au/climate-change/publications/australias-emissions-projections-2023>. Erişim tarihi 9 Ekim 2024.
- C Capros, P., De Vita, A., Florou, A., Kannavou, M., Fotiou, T., Siskos, P. ve diğerleri (2021). *AB Referans Senaryosu 2020: Enerji, Ulaştırma ve Sera Gazı Emisyonları - 2050'ye Doğru Eğilimler*. Florou, A. (ed.). Lüksemburg: Avrupa Birliği Yayınlar Ofisi. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/96c2ca82-e85e-11eb-93a8-01aa75ed71a1/language-tr>.
- İklim Eylem İzleyicisi (2024a). Ülkeler, tarihsiz. <https://climateactiontracker.org/countries/>. Erişim tarihi 9 Ekim 2024.
- _____ (2024b). CAT net sıfır hedef değerlendirmeleri, tarihsiz. <https://climateactiontracker.org/global/cat-net-zero-target-evaluations/>. Erişim tarihi 9 Ekim 2024.
- Climate Watch (2022). NDC geliştirme izleyicisi, tarihsiz. <https://www.climatewatchdata.org/2020-ndc-tracker>. Erişim tarihi 9 Ekim 2024.
- _____ (2024a). Explore Nationally Determined Contributions (NDCs). www.climatewatchdata.org/ndcs-explore. Erişim tarihi 9 Ekim 2024.
- _____ (2024b). Net-zero tracker, tarihsiz. <https://www.climatewatchdata.org/net-zero-tracker>. Erişim tarihi 9 Ekim 2024.
- D den Elzen, M., Kuramochi, T., Höhne, N., Cantzler, J., Esmeijer, K., Fekete, H. ve diğerleri (2019). G20 ekonomileri NDC hedeflerine ulaşmak için yeterince ilerleme kaydediyor mu? *Energy Policy* 126, 238-250. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.11.027>.
- den Elzen, M.G.J., Dafnomilis, I., Forsell, N., Fragkos, P., Fragkiadakis, K., Höhne, N. ve diğerleri (2022). Güncellenmiş ulusal olarak belirlenmiş katkılar toplu olarak hırs seviyelerini yükseltmektedir, ancak Paris hedeflerini ulaşılabilir tutmak için daha da güçlendirilmesi gerekmektedir. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 27(5), 33. <https://doi.org/10.1007/s11027-022-10008-7>.
- Ekonomik ve Sosyal İşler Bakanlığı, Nüfus Bölümü (2024). Dünya Nüfus Beklentileri 2024 Veri Seti. Birleşmiş Milletler. www.un.org/development/desa/pd/content/world-population-prospects-2024-veri-kümesi. Erişim tarihi 14 Ekim 2024.

- Dooley, K., Holz, C., Kartha, S., Klinsky, S., Roberts, J.T., Shue, H. ve diğerleri (2021). Paris Anlaşması kapsamında adil katkıların nicelleştirilmesinin ardındaki etik seçimler. *Nature Climate Change* 11(4), 300-305. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01015-8>.
- E** Kanada Çevre ve İklim Değişikliği (2023). Sera gazı emisyon projeksiyonları, tarihsiz. <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/climate-change/greenhouse-gas-emissions/projections.html>. Erişim tarihi 9 Ekim 2024.
- Avrupa Çevre Ajansı (2023). Üye Devletlerin sera gazı (GHG) emisyon projeksiyonları, 24 Ekim. <https://www.eea.europa.eu/en/datahub/datahubitem-view/4b8d94a4-aed7-4e67-a54c-0623a50f48e8>. Erişim tarihi 9 Ekim 2024.
- F** Fransen, T., Henderson, C., O'Connor, R., Alayza, N., Caldwell, M., Chakrabarty, S. ve diğerleri (2022). *Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkıların Durumu: 2022*. Washington, DC: Dünya Kaynakları Enstitüsü. <https://files.wri.org/d8/s3fs-public/2022-10/state-of-ndcs-2022.pdf?VersionId=VqrCpyQHmf5utPcHCScbqeTgU2p2SOam>. Fransen, T., Meckling, J., Stünzi, A., Schmidt, T.S., Egli, F., Schmid, N. ve diğerleri (2023). İklim politikasındaki uygulama açığını değerlendirmek. *Nature Climate Change* 13(8), 752-755. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01755-9>.
- G** Grassi, G., Schwingshackl, C., Gasser, T., Houghton, R.A., Sitch, S., Canadell, J.G. ve diğerleri (2023). Uyumlaştırma 2000-2020 için küresel modellerin ve ulusal envanterlerin arazi kullanım akısı tahminleri. *Yer Sistemi Bilimi Verileri* 15(3), 1093-1114. <https://doi.org/10.5194/essd-15-1093-2023>.
- K** Keramidias, K., Fosse, F., Diaz Rincon, A., Dowling, P., Garaffa, R., Ordonez, J. ve diğerleri (2023). *Küresel Enerji ve İklim Görünümü 2023: Karbondan Arındırılmış Bir Dünyada Yatırım İhtiyaçları*. Lüksemburg: Avrupa Birliği Yayınlar Ofisi. <https://doi.org/10.2760/836798>.
- L** Lecocq, F. ve Winkler, H. (2024). En iyi ihtimalle şüpheli: Neden tekil aktörlerin azaltımı ile küresel azaltım arasındaki bağlantılar sıcaklık hedefleri daha sağlam hale getirilmelidir. *İklim Politikası* 1-8. <https://doi.org/10.1080/14693062.2024.2362847>.
- M** Meinshausen, M., Lewis, J., Nicholls, Z.R.J. ve Guetschow, J. (2023). NDC Bilgi Sayfaları. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8010081>. Erişim tarihi 7 Ekim 2024.
- N** Nascimento, L., Kuramochi, T., Woollands, S., Moio, M., Missirliu, A. ve diğerleri (2023). *Başlıca Emisyon Yayan Ülkeler İçin Sera Gazı Azaltım Senaryoları: Mevcut İklim Politikaları ve Azaltım Taahhütlerinin Analizi - 2023 Güncellemesi*. Almanya: NewClimate Institute. https://newclimate.org/sites/default/files/2023-11/NewClimate_PBL2023_CurrentPolicies.pdf.
- Nascimento, L., Scheewel, J.-L., Kuramochi, T., Dafnomilis, I., Hooijschuur, E., Forsell, N. ve diğerleri (2024a). Başlıca salımcıların iklim hedeflerine doğru ilerlemesi. NewClimate Institute, PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, IIASA International Institute for Applied Systems Analysis. <https://newclimate.org/resources/publications/progress-of-major-emitters-towards-climate-targets-2024-update>.
- Nascimento, L., den Elzen, M., Kuramochi, T., Woollands, S., Dafnomilis, I., Moio, M. ve diğerleri (2024b). Karşılaştırma büyük salım yapan ekonomilerde iklim değişikliğini azaltma hedefleri ve politikalarının sıralaması. *Karşılaştırmalı Politika Analizi Dergisi: Araştırma ve Uygulama* 26(3-4), 233-250. <https://doi.org/10.1080/13876988.2023.2255151>.
- Nascimento, L., Godinho, C., Kuramochi, T., Moio, M., den Elzen, M. ve Höhne, N. (2024c). 2023'te iklim politikası. *Nature Reviews Earth & Environment* 5(4), 255-257. <https://doi.org/10.1038/s43017-024-00541-1>.
- Net Sıfır İzleyici (2024). *Net Sıfır Durum Değerlendirmesi 2024: Ülkeler, Ulus-altı Hükümetler ve Şirketler Arasında Net Sıfır Hedef Belirleme Durumunun ve Eğilimlerinin Değerlendirilmesi*. NewClimate Institute, Oxford Net Zero, Energy and Climate Intelligence Unit ve Data-Driven EnviroLab. <https://zerotracker.net/analysis/net-zero-stocktake-2024>.
- P** Pan, X., den Elzen, M., Höhne, N., Teng, F. ve Wang, L. (2017). Adil ve iddialı azaltım katkılarının araştırılması Paris Anlaşması hedefleri kapsamında. *Çevre Bilimi ve Politikası* 74, 49-56. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.04.020>.
- R** Rajamani, L., Jeffery, L., Höhne, N., Hans, F., Glass, A., Ganti, G. ve diğerleri (2021). Azaltmada ulusal 'adil paylar' uluslararası çevre hukukunun ilkesel çerçevesi içinde sera gazı emisyonları. *Climate Policy* 21(8), 983-1004. <https://doi.org/10.1080/14693062.2021.1970504>.
- Robiou du Pont, Y. ve Meinshausen, M. (2018). Aşağıdan yukarıya Paris Anlaşması emisyon taahhütlerinin ısınma değerlendirmesi. *Nature Communications* 9(1), 4810. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07223-9>.
- Robiou du Pont, Y., Jeffery, M.L., Gütschow, J., Rogelj, J., Christoff, P. ve Meinshausen, M. (2017). Paris Anlaşması hedeflerine ulaşmak için hakkaniyetli azaltım. *Nature Climate Change* 7(1), 38-43. <https://doi.org/10.1038/nclimate3186>.
- Rogelj, J., Fransen, T., den Elzen, M. G., Lamboll, R. D., Schumer, C., Kuramochi, T. ve diğerleri (2023). Net sıfır iklim hedeflerindeki güvenilirlik açığı dünyayı yüksek risk altında bırakıyor. *Science*, 380(6649), 1014-1016. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.adg6248>.
- Rusya Federasyonu (2023). Rusya Federasyonu. Ulusal Bildirim (NC). NC 8. İki Yıllık Raporlar (BR). BR 5, 2 Ocak. <https://unfccc.int/documents/624780>. Erişim tarihi 9 Ekim 2024.

- S** Shukla, P.R., Skea, J., Slade, R., Al Khourdajie, A., van Diemen, R., McCollum, D., Pathak, M., Some, S., Vyas, P., Fradera, R., Belkacemi, M., Hasija, A., Lisboa, G., Luz, S., Malley, J. (eds.) (2022). *İklim Değişikliği 2022: İklim Değişikliğinin Azaltılması: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Altıncı Değerlendirme Raporuna Çalışma Grubu III'ün Katkısı*. Cambridge ve New York: Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_FullReport.pdf.
- U** Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (2024). Beşinci İki Yıllık Raporlar - Ek I, tarihsiz. <https://unfccc.int/BR5>. Erişim tarihi 9 Ekim 2024.
- V** van den Berg, N.J., van Soest, H.L., Hof, A.F., den Elzen, M.G.J., van Vuuren, D.P., Chen, W. ve diğerleri (2020). Ulusal karbon bütçeleri ve emisyon yolları için çeşitli çaba paylaşım yaklaşımlarının etkileri. *Climatic Change* 162(4), 1805-1822. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02368-y>.
- W** Winkler, H., Höhne, N., Cunliffe, G., Kuramochi, T., April, A. ve de Villafranca Casas, M.J. (2018). Ülkeler iklim katkılarının nasıl adil olduğunu açıklamak: Daha fazla titizlik gerekiyor. *Uluslararası Çevre Anlaşmaları: Siyaset, Hukuk ve Ekonomi* 18(1), 99-115. <https://doi.org/10.1007/s10784-017-9381-x>.

Bölüm 4

- B** Bertram, C., Brutschin, E., Drouet, L., Luderer, G., van Ruijven, B., Aleluia Reis, L. ve diğerleri (2024). Kurumsal kısıtlamalar ışığında en yüksek sıcaklık hedeflerinin uygulanabilirliği. *Nature Climate Change* 14(9), 954-960. <https://doi.org/10.1038/s41558-024-02073-4>.
- Byers, E., Krey, V., Kriegler, E., Riahi, K., Schaeffer, R., Kikstra, J. ve diğerleri (2022). AR6 Senaryoları Veritabanı (Sürüm 1.0). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5886912>. Erişim tarihi 7 Ekim 2024.
- C** İklim Eylem Takibi (2023). Fosil yakıt oyununun sona ermesiyle ısınmada bir değişiklik olmaması, yanlış çözümlere odaklanılmasına neden oluyor, 12 Mayıs. <https://climateactiontracker.org/publications/no-change-to-warming-as-fossil-fuel-endgame-brings-focus-onto-false-solutions/>. Erişim tarihi 7 Ekim 2024.
- D** den Elzen, M. (2024). Infographics PBL NDC Aracı Mart 2024 (Sürüm 1). Zenodo. <https://zenodo.org/records/10875617>. Erişim tarihi 7 Ekim 2024.
- den Elzen, M.G.J., Dafnomilis, I., Forsell, N., Fragkos, P., Fragkiadakis, K., Höhne, N. ve diğerleri (2022). Güncellenmiş ulusal olarak belirlenmiş katkılar toplu olarak hırs seviyelerini yükseltmektedir, ancak Paris hedeflerini ulaşılabılır tutmak için daha da güçlendirilmesi gerekmektedir. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 27(5), 33. <https://doi.org/10.1007/s11027-022-10008-7>.
- den Elzen, M.G.J., Dafnomilis, I., Hof, A.F., Olsson, M., Beusen, A., Wouter Botzen, W.J. ve diğerleri (2023). Politika ve model belirsizliklerinin Paris Anlaşması taahhütlerinin emisyon projeksiyonları üzerindeki etkisi. *Environmental Research Letters* 18(5), 054026. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acceb7>.
- den Elzen, M., Kuramochi, T., Höhne, N., Cantzler, J., Esmeijer, K., Fekete, H. ve diğerleri (2019). G20 ekonomileri NDC hedeflerine ulaşmak için yeterince ilerleme kaydediyor mu? *Energy Policy* 126, 238-250. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.11.027>.
- Dhakal, S., Minx, J.C., Toth, F.L., Abdel-Aziz, A., Figueroa Meza, M.J., Hubacek, K. ve diğerleri (2022). Emisyon eğilimleri ve itici güçler. *İklim Değişikliği 2022: İklim Değişikliğinin Azaltılması içinde: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Altıncı Değerlendirme Raporuna Çalışma Grubu III'ün Katkısı*. Shukla, P.R., Skea, J., Slade, R., Al Khourdajie, A., van Diemen, R., McCollum, D., Pathak, M., Some, S., Vyas, P., Fradera, R., Belkacemi, M., Hasija, A., Lisboa, G., Luz, S., Malley, J. (eds.). Cambridge ve New York: Cambridge Üniversitesi Yayınları. Bölüm 2. 215-294. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_FullReport.pdf.
- F** Forster, P.M., Smith, C., Walsh, T., Lamb, W.F., Lamboll, R., Hall, M. ve diğerleri (2024). Küresel İklim Değişikliği Göstergeleri 2023: İklim sisteminin durumu ve insan etkisine ilişkin temel göstergelerin yıllık güncellemesi. *Earth System Science Data* 16(6), 2625-2658. <https://doi.org/10.5194/essd-16-2625-2024>.
- Fransen, T., Meckling, J., Stünzi, A., Schmidt, T.S., Egli, F., Schmid, N. ve diğerleri (2023). İklim politikasındaki uygulama boşluğunun değerlendirilmesi. *Nature Climate Change* 13(8), 752-755. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01755-9>. Fyson, C., Grant, N., Das, N., Maxwell, V., Reynolds, C., Rogelj, J. ve diğerleri (2023). *Küresel Sera Gazı Emisyonları Ne Zaman Zirveye Ulaşacak?* Climate Analytics. <https://ca1-clm.edcdn.com/assets/When-will-global-greenhouse-gas-emissions-peak.pdf?v=1700638534>.
- I** Uluslararası Enerji Ajansı (2023). *Dünya Enerji Görünümü 2023*. Fransa: IEA Publications. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/86ede39e-4436-42d7-ba2a-edf61467e070/WorldEnergyOutlook2023.pdf>.
- _____ (2024a). Kişisel iletişim, IEA Dünya Enerji Görünümü 2023'ün IEA sera gazı emisyon projeksiyonu.
- _____ (2024b). *Yenilenebilir Enerji 2023: 2028'e Kadar Analiz ve Tahmin*. Fransa: IEA Publications. <https://www.iea.org/reports/renewables-2023>.
- _____ (2024c). *Elektrik Yıl Ortası Güncellemesi: Temmuz 2024*. Fransa: IEA Yayınları. https://iea.blob.core.windows.net/assets/234d0d22-6f5b-4dc4-9f08-2485f0c5ec24/ElectricityMid-YearUpdate_July2024.pdf.

- (2024d). *Kömür Yılı Ortası Güncellemesi: Temmuz 2024*. Fransa: IEA Publications. https://iea.blob.core.windows.net/assets/42dee289-ffa2-44a5-b050-7232b2809ce1/CoalMid-yearUpdate_July2024.pdf.
- (2024e). *Gaz Piyasası Raporu: Q3-2024*. Fransa: IEA Yayınları. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/14a61f2b-04fa-4a9d-a78b-6c22fc23d5c8/GasMarketReport%2CQ3-2024.pdf>.
- (2024f). *Petrol Piyasası Raporu: Temmuz 2024*. Fransa: IEA Publications. <https://www.iea.org/reports/oil-market-report-july-2024>.
- Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (2024). *COP28 Sonuçlarının İzlenmesi: Yenilenebilir Enerji Kapasitesinin Üç Katına Çıkarılması 2030'a kadar*. Abu Dhabi. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2024/Mar/IRENA_Tracking_COP28_outcomes_2024.pdf.
- K** Keramidas, K., Fosse, F., Díaz Rincon, A., Dowling, P., Garaffa, R., Ordonez, J. ve diğerleri (2023). *Küresel Enerji ve İklim Görünümü 2023: Karbondan Arındırılmış Bir Dünyada Yatırım İhtiyaçları*. Lüksemburg: Avrupa Birliği Yayınlar Ofisi. <https://doi.org/10.2760/836798>.
- Kikstra, J.S., Nicholls, Z.R.J., Smith, C.J., Lewis, J., Lamboll, R.D., Byers, E. ve diğerleri (2022). IPCC *Altıncı Değerlendirme Raporu* WGIII azaltım yollarının iklim değerlendirmesi: Emisyonlardan küresel sıcaklıklara. *Yerbilimsel Model Geliştirme* 15(24), 9075-9109. <https://doi.org/10.5194/gmd-15-9075-2022>.
- L** Lecocq, F., Winkler, H., Daka, J.P., Fu, S., Gerber, J.S., Kartha, S. ve diğerleri (2022). Azaltım ve kalkınma yolları yakın ve orta vadede. *İklim Değişikliği 2022: İklim Değişikliğinin Azaltılması içinde: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Altıncı Değerlendirme Raporuna Çalışma Grubu III'ün Katkısı*. Shukla, P.R., Skea, J., Slade, R., Al Khourdajie, A., van Diemen, R., McCollum, D., Pathak, M., Some, S., Vyas, P., Fradera, R., Belkacemi, M., Hasija, A., Lisboa, G., Luz, S., Malley, J. (eds.). Cambridge ve New York: Cambridge University Press. Bölüm 4. 409-502. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_FullReport.pdf.
- M** Meinshausen, M., Lewis, J., Nicholls, Z.R.J. ve Guetschow, J. (2023). NDC Bilgi Sayfaları (Sürüm 13Mar2023a). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8010081>. Erişim tarihi 7 Ekim 2024.
- Myllyvirta, L. (2024a). Analiz: Çin'in temiz enerjisi, Mayıs 2024'te kömürün elektrikteki payını rekor düşük seviye olan %53'e çekti, 11 Temmuz. <https://www.carbonbrief.org/analysis-chinas-clean-energy-pushes-coal-to-record-low-53-share-of-power-in-may-2024/>. Erişim tarihi 7 Ekim 2024.
- (2024b). Analiz: Çin'in CO₂'si Covid-19'dan bu yana ilk çeyreklik düşüşle 2024 yılının 2. çeyreğinde %1 azaldı, 8 Ağustos. <https://www.carbonbrief.org/analysis-chinas-co2-falls-1-in-q2-2024-in-first-quarterly-drop-since-covid-19/>. Erişim tarihi 7 Ekim 2024.
- N** Nascimento, L., Kuramochi, T., Woollands, S., Moisiu, M., Missirliu, A. ve diğerleri (2023). *Sera Gazı Azaltımı Başlıca Emisyon Yayan Ülkeler İçin Senaryolar: Mevcut İklim Politikaları ve Azaltım Taahhütlerinin Analizi - 2023 Güncellemesi*. Almanya: NewClimate Institute. https://newclimate.org/sites/default/files/2023-11/NewClimate_PBL2023_CurrentPolicies.pdf.
- Nauels, A., Gütschow, J., Mengel, M., Meinshausen, M., Clark, P.U. ve Schleussner, C.-F. (2019). Uzun vadeli deniz seviyesi artışının Paris Anlaşması emisyon taahhütlerine atfedilmesi. *PNAS* 116(47), 23487-23492. <https://doi.org/10.1073/pnas.1907461116>.
- Nicholls, Z.R.J., Meinshausen, M., Forster, P., Armour, K., Berntsen, T., Collins, W. ve diğerleri (2021). AR6'da senaryo sınıflandırması ve bilgi entegrasyonu için Dünya Sistem Modellerinin fiziksel öykünmesi. *İklim Değişikliği 2021 içinde: Fiziksel Bilim Temeli: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Altıncı Değerlendirme Raporuna Çalışma Grubu I'in Katkısı*. Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S.L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M.I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J.B.R., Maycock, T.K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R., Zhou, B. (eds.). Cambridge ve New York: Cambridge University Press. Bölümler Arası Kutu 7.1. 962-967. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_FullReport.pdf.
- P** Pathak, M., Slade, R., Pichs-Madruga, R., Ürge-Vorsatz, D., Shukla, P.R., Skea, J. ve diğerleri (2022). Teknik Özet. *İklim Değişikliği 2022: İklim Değişikliğinin Azaltılması içinde: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Altıncı Değerlendirme Raporuna Çalışma Grubu III'ün Katkısı*. Shukla, P.R., Skea, J., Slade, R., Al Khourdajie, A., van Diemen, R., McCollum, D., Pathak, M., Some, S., Vyas, P., Fradera, R., Belkacemi, M., Hasija, A., Lisboa, G., Luz, S., Malley, J. (eds.). Cambridge ve New York: Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_TechnicalSummary.pdf.
- R** Riahi, K., Bertram, C., Huppmann, D., Rogelj, J., Bosetti, V., Cabardos, A.-M. ve diğerleri (2021). Maliyet ve ulaşılabilirlik aşım olmadan sıkı iklim hedeflerine ulaşılması. *Nature Climate Change* 11(12), 1063-1069. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01215-2>.

- Riahi, K., Schaeffer, R., Arango, J., Calvin, K., Guivarch, C., Hasegawa, T. ve diğerleri (2022). Uzun vadeli hedeflerle uyumlu azaltım yolları. *İklim Değişikliği 2022: İklim Değişikliğinin Azaltılması içinde: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Altıncı Değerlendirme Raporuna Çalışma Grubu III'ün Katkısı*. Shukla, P.R., Skea, J., Slade, R., Al Khourdajie, A., van Diemen, R., McCollum, D., Pathak, M., Some, S., Vyas, P., Fradera, R., Belkacemi, M., Hasijsa, A., Lisboa, G., Luz, S., Malley, J. (eds.). Cambridge ve New York: Cambridge University Press. Bölüm 3. 295-408. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_FullReport.pdf.
- Roelfsema, M., van Soest, H.L., Harmsen, M., van Vuuren, D.P., Bertram, C., den Elzen, M. ve diğerleri (2020). Stok almak Paris Anlaşması'nın uygulanmasını değerlendirmek için ulusal iklim politikaları. *Doğa İletişimi* 11(1), 2096. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15414-6>.
- Rogelj, J. ve Lamboll, R.D. (2024). Kalan karbon bütçesine ilişkin IPCC tahminlerinin ima ettiği CO2 dışı sera gazı emisyonlarındaki önemli azalmalar. *Communications Earth & Environment* 5(1), 35 (2024). <https://doi.org/10.1038/s43247-023-01168-8>.
- Rogelj, J., Fransen, T., den Elzen, M.G.J., Lamboll, R.D., Schumer, C., Kuramochi, T. ve diğerleri (2023). Net sıfır iklim hedeflerindeki güvenilirlik açığı dünyayı yüksek risk altında bırakıyor. *Science* 380(6649), 1014-1016. <https://doi.org/10.1126/science.adg6248>.
- S Shindell, D., Sadavarte, P., Aben, I., Bredariol, T.d.O., Dreyfus, G., Höglund-Isaksson, L. ve diğerleri (2024). Metan zorunludur. *Frontiers in Science* 2, 1349770. <https://doi.org/10.3389/fsci.2024.1349770>.
- Smith, C. (2023). FaIR Kalibrasyon Verileri (Sürüm 1.1.1). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7740606>. Erişim tarihi 7 Ekim 2024.
- T Tagomori, I.S., den Elzen, M., van Vuuren, D., Diuana, F.A. ve Schaefer, R. (2023). Umud verici iklim ilerlemesi. *IIASA Politika Özeti* 34. http://www.engage-climate.org/wp-content/uploads/2023/10/PB34_Engage-policy-briefweb_0.pdf.
- U Birleşmiş Milletler Çevre Programı (2023). Ekler. *Emisyon Açığı Raporu 2023'te: Kırık Plak - Sıcaklıklar Yeni Yüksek Seviyelere Ulaştı, Ancak Dünya Emisyonları Azaltmakta Başarısız Sions (Again)*. Nairobi. <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2023>.
- Wiatros-Motyka, M., Fulghum, N. ve Jones, D. (2024) *Global Electricity Review 2024*. Londra: Ember. <https://ember-climate.org/insights/research/global-electricity-review-2024/>.

Bölüm 5

- B Baer, P., Athanasiou, T., Kartha, S. ve Kemp-Benedict, E. (2008). *Sera Kalkınma Hakları Çerçevesi: İklim Kısıtlı Bir Dünyada Kalkınma Hakkı*. Berlin: Heinrich-Böll Vakfı, Christian Aid, EcoEquity ve Stockholm Çevre Enstitüsü. https://www.boell.de/sites/default/files/assets/boell_de/images/download_de/Ecology_GDR-second-edition-i.pdf.
- Bataille, C., Waisman, H., Briand, Y., Svensson, J., Vogt-Schilb, A., Jaramillo, M. ve diğerleri (2020). Latin Amerika'da net sıfır derin dekarbonizasyon yolları: Zorluklar ve fırsatlar. *Energy Strategy Reviews* 30, 100510. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2020.100510>.
- Caney, S. (2020). İklim adaleti, 4 Haziran. <https://plato.stanford.edu/archives/win2021/entries/justice-climate/>. Erişim tarihi 10 Ekim 2024.
- Chakravarty, S., Chikkatur, A., de Coninck, H., Pacala, S., Socolow, R. ve Tavoni, M. (2009). Küresel CO2 salım azaltımının bir milyar yüksek salımcı arasında paylaşılması. *PNAS* 106(29), 11884-11888. <https://doi.org/10.1073/pnas.0905232106>.
- Climate Action Tracker (2023a). Adil pay, tarihsiz. <https://climateactiontracker.org/methodology/cat-rating-methodology/fair-share/>. Erişim tarihi 10 Ekim 2024.
- _____ (2023b). Modellenmiş ev içi yollar, tarihsiz. <https://climateactiontracker.org/methodology/cat-rating-methodology/modelled-domestic-pathways/>. Erişim tarihi 10 Ekim 2024.
- D Dooley, K., Holz, C., Kartha, S., Klinsky, S., Roberts, J.T., Shue, H. ve diğerleri (2021). Paris Anlaşması kapsamında adil katkıların nicelleştirilmesinin ardındaki etik seçimler. *Nature Climate Change* 11(4), 300-305. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01015-8>.
- G Gidden, M.J., Gasser, T., Grassi, G., Forsell, N., Janssens, I., Lamb, W.F. ve diğerleri (2023). İklim senaryolarının hizalanması emisyon envanterlerine küresel kıyaslamaları kaydırır. *Nature* 624, 102-108. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06724-y>.
- Grassi, G., Stehfest, E., Rogelj, J., van Vuuren, D., Cescatti, A., House, J. ve diğerleri (2021). Arazinin kritik ayarlaması ülkelerin iklim ilerlemesini değerlendirmek için azaltım yolları. *Nature Climate Change* 11, 425-434. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01033-6>.

- H He, J., Li, Z., Zhang, X., Wang, H., Dong, W., Chang, S. ve diğerleri (2021). Çin'in uzun vadeli düşük karbonlu kalkınma stratejileri ve yolları hakkında kapsamlı rapor. *Chinese Journal of Population, Resources and Environment* 18(4), 263-295. <https://doi.org/10.1016/j.cjpre.2021.04.004>.
- Höhne, N., den Elzen, M. ve Escalante, D. (2014). Çaba paylaşımına dayalı bölgesel sera gazı azaltım hedefleri: Çalışmaların karşılaştırılması. *Climate Policy* 14(1), 122-147. <https://doi.org/10.1080/14693062.2014.849452>.
- Höhne, N. ve Moltmann, S. (2008). *Sera Kalkınma Hakları ve Diğer Çaba Paylaşımı Yaklaşımları Kapsamında Emisyon İzinlerinin Dağıtımı*. Köln: Heinrich-Böll-Stiftung. https://www.boell.de/sites/default/files/assets/boell.de/images/download_de/ecology/GDR_report_for_HBS_2008-10-13_endv_2.pdf.
- _____ (2009). *Küresel Karbon Bütçesi Kapsamında Çabanın Paylaşılması*. Köln: Ecofys Germany GmbH. https://awsassets.panda.org/downloads/wwf_ecofys_carbon_budget_final.pdf.
- Holz, C., Kartha, S. ve Athanasiou, T. (2018). 1,5'in adil paylaşımı: 1,5-uyumlu küresel azaltım çabasının ulusal adil payları. *Uluslararası Çevre Anlaşmaları: Politika, Hukuk ve Ekonomi* 18(1), 117-134. <https://doi.org/10.1007/s10784-017-9371-z>.
- I Sürdürülebilir Kalkınma ve Uluslararası İlişkiler Enstitüsü (2024). *DDP Yıllık Raporu 2024. Bunu Yapmak Olur: Net Sıfıra Giden Ulusal Yollar*. Paris. https://ddpinitiative.org/wp-content/uploads/pdf/ddp_makeithappen.pdf.
- K Kartha, S., Athanasiou, T., Caney, S., Cripps, E., Dooley, K., Dubash, N.K. ve diğerleri (2018). Kademeli önyargılar yoksul ülkeler. *Nature Climate Change* 8(5), 348-349. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0152-7>.
- Kemp-Benedict, E., Holz, C., Baer, P., Athanasiou, T. ve Kartha, S. (2019). İklim Eşitliği Referans Hesaplayıcısı, tarihsiz. <https://calculator.climateequityreference.org/>. Erişim tarihi 10 Ekim 2024.
- Kikstra, J.S., Mastrucci, A., Min, J., Riahi, K. ve Rao, N.D. (2021). Dünya genelinde insan onuruna yakışır yaşam boşlukları ve enerji ihtiyaçları. *Environmental Research Letters* 16(9), 095006. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac1c27>.
- L La Rovere, E.L., Dubeux, C.B.S., Wills, W., Carvalho, P.N., Walter, M.C., D'Agosto, M.A. ve diğerleri (2024). Derin Brezilya'da dekarbonizasyon senaryoları: AB destekli araştırma projesi IMAGINE'den dersler. www.centroclima.coppe.ufrj.br/images/documentos/IMAGINE_-_Brasil_1-oct_24.pdf (erişim tarihi 17 Ekim 2024).
- Lecocq, F. ve Winkler, H. (2024). En iyi ihtimalle şüpheli: Tekil aktörlerin azaltımı ile küresel sıcaklık hedefleri arasında ki bağlantılar neden daha sağlam hale getirilmelidir? *İklim Politikası* 1-8. <https://doi.org/10.1080/14693062.2024.2362847>.
- M Marquard, A., Ahjum, F., Bergh, C., von Blottnitz, H., Burton, J., Cohen, B. ve diğerleri (2022). *Net Sıfırın Keşfi Güney Afrika için Yollar: İlk Çalışma*. Cape Town: Cape Town Üniversitesi. <https://doi.org/10.25375/uct.22189150.v2>.
- McKinnon, M., Jenkins-Rojas, A., Vásquez, M.J. ve Robiou du Pont, Y. (eds.) (2023). *Trafik Işığı Değerlendirmesi Rapor 2023: 2030 NDC Emisyon Hedeflerinin Paris Anlaşması ile Uyumu*. Aroha. <https://cvfv20.org/traffic-light-assessment-report-2023/>.
- Myllivirta, L. (2024). China's 2035 targets can be a climate breakthrough, 13 Haziran. <https://dialogue.earth/en/climate/chinas-2035-targets-can-be-a-climate-breakthrough/>. Erişim tarihi 10 Ekim 2024.
- P Pachauri, S., Pelz, S., Bertram, C., Kreibiehl, S., Rao, N.D., Sokona, Y. ve diğerleri (2022). Küresel azaltım yatırımlarında adalet hususları. *Science* 378(6624), 1057-1059. <https://doi.org/10.1126/science.adf0067>.
- Pan, X., den Elzen, M., Höhne, N., Teng, F. ve Wang, L. (2017). Paris Anlaşması hedefleri kapsamında adil ve iddialı azaltım katkılarının araştırılması. *Çevre Bilimi ve Politikası* 74, 49-56. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.04.020>.
- Pan, X., Teng, F. ve Wang, G. (2014). Emisyon alanının adil bir temelde paylaşılması: Kişi başına eşit kümülatif emisyon ilkesine dayalı tahsisat şeması. *Applied Energy* 113, 1810-1818. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.07.021>.
- Paris Anlaşması (2015), 4 Kasım 2016 tarihinde yürürlüğe girmiştir. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf.
- Patt, A., Rajamani, L., Bhandari, P., Boncheva, A.I., Caparrós, A., Djemouai, K. ve diğerleri (2022). Uluslararası işbirliği. *İklim Değişikliği 2022: İklim Değişikliğinin Azaltılması içinde: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Altıncı Değerlendirme Raporuna Çalışma Grubu III'ün Katkısı*. Shukla, P.R., Skea, J., Slade, R., Al Hourdajie, A., van Diemen, R., McCollum, D., Pathak, M., Some, S., Vyas, P., Fradera, R., Belkacemi, M., Hasija, A., Lisboa, G., Luz, S., Malley, J. (eds.). Cambridge ve New York: Cambridge University Press. Bölüm 14. 1451-1545. https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/4310C829D15FADBA3BADEB592CFAC37A/9781009157933c14_1451-1546.pdf/international-cooperation.pdf.
- R Rajamani, L., Jeffery, L., Höhne, N., Hans, F., Glass, A., Ganti, G. ve diğerleri (2021). Azaltmada ulusal 'adil paylar' uluslararası çevre hukukunun ilkesel çerçevesi içinde sera gazı emisyonları. *Climate Policy* 21(8), 983-1004. <https://doi.org/10.1080/14693062.2021.1970504>.

- S Robiou du Pont, Y., Jeffery, M.L., Gütschow, J., Rogelj, J., Christoff, P. ve Meinshausen, M. (2017). Paris Anlaşması hedeflerine ulaşmak için hakkaniyetli azaltım. *Nature Climate Change* 7(1), 38-43. <https://doi.org/10.1038/nclimate3186>.
- S Robiou du Pont, Y. ve Meinshausen, M. (2018). Aşağıdan yukarıya Paris Anlaşması emisyon taahhütlerinin ısınma değerlendirmesi. *Nature Communications* 9(1), 4810. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07223-9>.
- S Soergel, B., Kriegler, E., Weindl, I., Rauner, S., Dirnacher, A., Ruhe, C. ve diğerleri (2021). Sürdürülebilir bir kalkınma BM 2030 Gündemi kapsamında iklim eylemi için yol. *Nature Climate Change* 11(8), 656-664. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01098-3>.
- S Svensson, J., Avashia, V., Boer, R., Chaturvedi, R.K., Cotta, M., Dubeaux, C. ve diğerleri (2023). AFOLU sektörünün rolü Ulusal dekarbonizasyonda: Brezilya, Hindistan ve Endonezya'daki düşük sera gazı kalkınma yollarının karşılaştırmalı analizi. *Climate Policy*. <https://doi.org/10.1080/14693062.2024.2391048>.
- U Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (2024). Karar 1/CMA.5: Birinci küresel iklim değişikliği stok sayımı. Paris Anlaşması Taraflarının toplantısı olarak Taraflar Konferansı tarafından kabul edilen kararlar. *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı*. Birleşik Arap Emirlikleri Kasım/Aralık 2023. 15 Mart. FCCC/PA/CMA/2023/16/Add.1. <https://unfccc.int/documents/637073>.
- V van den Berg, N.J., van Soest, H.L., Hof, A.F., den Elzen, M.G.J., van Vuuren, D.P., Chen, W. ve diğerleri (2020). Çıkarımlar ulusal karbon bütçeleri ve emisyon yolları için çeşitli çaba paylaşım yaklaşımları. *İklimsel Değişim* 162, 1805-1822. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02368-y>.
- W Waisman, H., Bataille, C., Winkler, H., Jotzo, F., Shukla, P., Colombier, M. ve diğerleri (2019). Ulusal düşük sera gazı emisyonlu kalkınma stratejileri için bir yol tasarımı çerçevesi. *Nature Climate Change* 9(4), 261-268. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0442-8>.
- W Wang, K., Liu, F.-M., Yin, M.-J. ve Liu, J.-L. (2021). Çin'in karbon emisyonları patikası üzerine araştırma. 1,5°C hedefi. *Climate Change Research* 17(1), 7-17. <http://www.climatechange.cn/CN/10.12006/j.issn.1673-1719.2020.228>.
- W Winkler, H., Jayaraman, T., Pan, J., de Oliveira, A.S., Zhang, Y., Sant, G. ve diğerleri (2011) *Sürdürülebilir Enerji Kaynaklarına Eşit Erişim Bilimsel Bilgi Birikimine Kalkınma Katkısı*. Pekin, Brasilia, Cape Town ve Mumbai: BASIC uzman grubu. <http://gdrighits.org/wp-content/uploads/2011/12/EASD-final.pdf>.
- Z Zhao, A., O'Keefe, K.T.V., Binsted, M., Dahl, C., Squire, C., Olazabal, K.O. ve diğerleri (2024a). 2035'e Doğru: 2035'e Doğru: Bir yüksek hırslı ABD iklim yolu, 25 Eylül. h t t p s : / / c g s . umd.edu/research-impact/publications/toward-2035-forging-high-ambition-us-climate-pathway. Erişim tarihi 15 Ekim 2024.
- Z Zhao, A., O'Keefe, K.T.V., Binsted, M., McJeon, H., Bryant, A., Squire, C. ve diğerleri (2024b). Yüksek hedefli iklim eylemi tüm sektörlerde 2035 yılına kadar Amerika Birleşik Devletleri'nde sera gazı emisyonlarında %65'lik bir azalma sağlayabilir. *npj Climate Action* 3(1), 63. <https://www.nature.com/articles/s44168-024-00145-x>.

Bölüm 6

- B Babiker, M., Berndes, G., Blok, K., Cohen, B., Cowie, A., Geden, O. ve diğerleri (2022). Sektörler arası perspektifler. *İklim Değişikliği 2022: İklim Değişikliğinin Azaltılması içinde: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Altıncı Değerlendirme Raporuna Çalışma Grubu III'ün Katkısı*. Shukla, P.R., Skea, J., Slade, R., Al Khourdajie, A., van Diemen, R., McCollum, D., Pathak, M., Some, S., Vyas, P., Fradera, R., Belkacemi, M., Hasija, A., Lisboa, G., Luz, S., Malley, J. (eds.). Cambridge ve New York: Cambridge University Press. Bölüm 12. 1245-1354. www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_Chapter12.pdf.
- Bashmakov, I.A., Nilsson, L.J., Acquaye, A., Bataille, C., Cullen, J.M., de la Rue du Can, S. ve diğerleri (2022). Endüstri. *İklim Değişikliği 2022: İklim Değişikliğinin Azaltılması içinde: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Altıncı Değerlendirme Raporuna Çalışma Grubu III'ün Katkısı*. Shukla, P.R., Skea, J., Slade, R., Al Khourdajie, A., van Diemen, R., McCollum, D., Pathak, M., Some, S., Vyas, P., Fradera, R., Belkacemi, M., Hasija, A., Lisboa, G., Luz, S., Malley, J. (eds.). Cambridge ve New York: Cambridge University Press. Bölüm 11. 1161-1244. www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_Chapter11.pdf.
- Bataille, C., Stiebert, S., Algers, J., Li, F. ve Alfara, M. (2024). *Türünün İlk Örneği ve Erken Sıfıra Yakın Emisyonlu Endüstriyel Tesislere Yatırımın Tetiklenmesi*. New York: Columbia Üniversitesi Uluslararası ve Kamu İşleri Okulu Küresel Enerji Politikası Merkezi. www.energypolicy.columbia.edu/publications/triggering-investment-in-first-of-a-kind-and-early-near-zero-emissions-industrial-facilities/.
- Bataille, C.G.F. (2020). Net sıfır emisyonlu sanayiye giden fiziksel ve politik yollar. *WIREs İklim Değişikliği* 1(2), e633. <https://doi.org/10.1002/wcc.633>.
- Bergero, C., Gosnell, G., Gielen, D., Kang, S., Bazilian, M. ve Davis, S.J. (2023). Havacılıktan net sıfır emisyonu giden yollar. *Nature Sustainability* 6(4), 404-414. <https://doi.org/10.1038/s41893-022-01046-9>.

- Bhattacharya, A., Dooley, M., Kharas, H., Taylor, C. ve Stern, N. (2022). *Sürdürülebilir, Dirençli ve Kapsayıcı İyileşme ve Büyüme için Yükselen Piyasalarda ve Gelişmekte Olan Ülkelerde Büyük Yatırım Hamlesinin Finansmanı*. Londra: Grantham İklim Değişikliği ve Çevre Araştırma Enstitüsü, London School of Economics and Political Science ve Washington, DC: Brookings Institution. www.lse.ac.uk/granthaminstitute/wp-content/uploads/2022/05/Financing-the-big-investment-push-in-emerging-markets-and-developing-economies-for-sustainable-resilient-and-inclusive-recovery-and-growth-1.pdf.
- Bhattacharya, A., Songwe, V., Soubeyran, E. ve Stern, N. (2023). *İklim Finansmanı Çerçevesi: Kararlı Eylem Paris Anlaşması'nın Uygulanması için - Özet*. Londra: Grantham İklim Değişikliği ve Çevre Araştırma Enstitüsü ve London School of Economics and Political Science. www.lse.ac.uk/granthaminstitute/publication/a-climate-finance-framework-decisive-action-to-deliver-on-the-paris-agreement-summary/.
- Bilal, A. ve Känzig, D.R. (2024). *İklim Değişikliğinin Makroekonomik Etkisi: Küresel ve Yerel Sıcaklık*. Cambridge, MA: Ulusal Ekonomik Araştırma Bürosu. <https://doi.org/10.3386/w32450>.
- Black, S., Chateau, J., Jaumotte, F., Parry, I., Schwerhoff, G., Thube, S. ve diğerleri (2022). *Net Sıfır Doğru Yol Almak: Bu On Yılda Küresel Adil Geçiş Hızlandırmak*. Washington, DC: Uluslararası Para Fonu. www.imf.org/en/Publications/staff-climate-notes/Issues/2022/10/31/Getting-on-Track-to-Net-Zero-Accelerating-a-Global-Just-Transition-in-This-Decade-525242.
- Black, S., Liu, A.A., Parry, I. ve Vernon, N. (2023). *IMF Fosil Yakıt Sübvansiyonları Verileri: 2023 Güncellemesi*. Washington, DC: Uluslararası Para Fonu. <https://doi.org/10.5089/9798400249006.001>.
- BloombergNEF (2022). *Yeni Enerji Görünümü 2022*. Londra.
- Boehm, S., Jeffery, L., Hecke, J., Schumer, C., Jaeger, J., Fyson, C. ve diğerleri (2023). *İklim Eyleminin Durumu 2023*. Berlin ve Köln, San Francisco, CA ve Washington, DC: Bezos Earth Fund, Climate Action Tracker, Climate Analytics, ClimateWorks Foundation, NewClimate Institute, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Üst Düzey Şampiyonları ve Dünya Kaynakları Enstitüsü. www.wri.org/research/state-climate-action-2023.
- Bogdanov, D., Ram, M., Aghahosseini, A., Gulagi, A., Oyewo, A.S., Child, M. ve diğerleri (2021). Düşük maliyetli yenilenebilir sürdürülebilirliğe doğru küresel enerji dönüşümünün temel itici gücü olarak elektrik. *Energy* 227, 120467. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120467>.
- Borén, S. (2020). Elektrikli otobüslerin sürdürülebilirlik etkileri, gürültü, enerji kullanımı ve maliyetleri. *Uluslararası Elektrikli Sürdürülebilir Ulaşım* 14(12), 956-971. <https://doi.org/10.1080/15568318.2019.1666324>.
- Breyer, C., Bogdanov, D., Khalili, S. ve Keiner, D. (2020). 100 yenilenebilir enerji sistemlerinde güneş fotovoltaikleri. *Sürdürülebilirlik Bilim ve Teknolojisi Ansiklopedisi* içinde. Meyers, R.A. (ed.). New York: Springer. 1-30. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2493-6_1071-1.
- Brown, T., Schlachtberger, D., Kies, A., Schramm, S. ve Greiner, M. (2018). Maliyeti optimize edilmiş, yüksek oranda yenilenebilir bir Avrupa enerji sisteminde sektör kuplajı ve iletim takviyesinin sinerjileri. *Energy* 160, 720-739. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.06.222>.
- Buchner, B., Naran, B., Padmanabhi, R., Stout, S., Strinati, C., Wignarajah, D. ve diğerleri (2023). *İklim Finansmanının Küresel Görünümü 2023*. Climate Initiative Policy. www.climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2023/11/Global-Landscape-of-Climate-Finance-2023.pdf.
- Cabeza, L.F., Bai, Q., Bertoldi, P., Kihila, J.M., Lucena, A.F.P., Mata, É. ve diğerleri (2022). Binalar. *İklim Değişikliği içinde 2022: İklim Değişikliğinin Azaltılması: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Altıncı Değerlendirme Raporuna Çalışma Grubu III'ün Katkısı*. Shukla, P.R., Skea, J., Slade, R., Al Khourdajie, A., van Diemen, R., McCollum, D., Pathak, M., Some, S., Vyas, P., Fradera, R., Belkacemi, M., Hasija, A., Lisboa, G., Luz, S., Malley, J. (eds.). Cambridge ve New York: Cambridge University Press. Bölüm 9. 1245-1354. www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_Chapter09.pdf.
- Cheng, J., Tong, D., Liu, Y., Geng, G., Davis, S.J., He, K. ve diğerleri (2023). Hava kirliliği kontrolüne sinerjik bir yaklaşım ve Çin'de karbon nötrlüğü 2060 yılına kadar her yıl milyonlarca erken ölümün önüne geçebilir. *One Earth* 6(8), 978-989. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2023.07.007>.
- Chuku, C., Samal, P., Saito, J., Hakura, D., Chamon, M., Cerisola, M. ve diğerleri (2023). *Bir Başka Felakete mi Doğru Gidiyoruz? Düşük Gelirli Ülkelerde Borç Krizi mi? Borç Kırılganlıkları: Bugün ve HIPC Öncesi Dönem*. Washington, DC: Uluslararası Para Fonu. <https://doi.org/10.5089/9798400236709.001>.
- Curtis, P.G., Slay, C.M., Harris, N.L., Tyukavina, A. ve Hansen, M.C. (2018). Küresel orman kaybına neden olan faktörlerin sınıflandırılması. *Science* 361(6407), 1108-1111. <https://doi.org/10.1126/science.aau3445>.
- Damania, R., Balseca, E., de Fontaubert, C., Gill, J., Kim, K., Rentschler, J. ve diğerleri (2023). *Detoks Geliştirme: Çevreye Zararlı Sübvansiyonların Yeniden Tasarlanması*. Washington, DC: Dünya Bankası. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1916-2>.
- Ekonomik ve Sosyal İşler Dairesi (2024). *World Population Prospects 2024*. <https://population.un.org/wpp/>. Erişim tarihi 14 Ekim 2024.
- Det Norske Veritas (2023). *Net Sıfır Emisyona Giden Yol: Enerji Geçişlerine Genel Bakış 2023*. www.dnv.com/publications/pathway-to-net-zero-emissions-report-2023-249543/.

- Deutz, A., Heal, G.M., Niu, R., Swanson, E., Townshend, T., Li, Z. ve diğerleri (2020). *Doğanın Finansmanı: Küresel Biyoçeşitlilik Finansman Açığının Kapatılması*. Paulson Institute, The Nature Conservancy ve Cornell Atkinson Center for Sustainability. www.paulsoninstitute.org/wp-content/uploads/2020/10/FINANCING-NATURE_Full-Report_Final-with-endorsements_101420.pdf.
- E Enerji Geçişleri Komisyonu (2023). *Geçişin Finansmanı: Net Sıfır Enerji Dönüşümü için Para Akışı Nasıl Sağlanır?* Ekonomi. www.energy-transitions.org/wp-content/uploads/2023/08/ETC-Financing-the-Transition- MainReport_update.pdf.
- F Faber, J., van Seters, D. ve Scholten, P. (2023). *Nakliye Sera Gazı Emisyonları 2030: Maksimum Teknik Azaltım Potansiyeli*. CE Delft. https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/2/2023/06/CE_Delft_230208_Shipping_GHG_emissions_2030_Def.pdf.
- Fazekas, A., Bataille, C. ve Vogt-Schilb, A. (2022). *Net Sıfır Refaha Ulaşmak: Hükümetler Nasıl 15 Temel Dönüşüm*. Inter-Amerikan Kalkınma Bankası. <http://dx.doi.org/10.18235/0004364>.
- Fennell, P., Driver, J., Bataille, C. ve Davis, S.J. (2022). Çimento ve çelik - net sıfıra giden dokuz adım, 23 Mart. www.nature.com/articles/d41586-022-00758-4. Erişim tarihi 14 Ekim 2024.
- G G20 Bağımsız Uzmanlar Grubu (2023a). *Üçlü Gündem: Yetkiler, Finans, Mekanizmalar*. https://icrier.org/g20-ieg/pdf/The_Triple_Agenda_G20-IEG_Report_Volume1_2023.pdf.
- _____ (2023b). *Üçlü Gündem: A Roadmap for Better, Bolder and Bigger MDBs*. https://icrier.org/g20-ieg/pdf/The_Triple_Agenda_G20-IEG_Report_Volume2_2023.pdf.
- Geels, F.W., Sovacool, B.K., Schwanen, T. ve Sorrell, S. (2017). Derin dekarbonizasyon için sosyoteknik geçişler. *Science* 357(6357), 1242-1244. <https://doi.org/10.1126/science.aao3760>.
- Gielen, D., Boshell, F., Saygin, D., Bazilian, M.D., Wagner, N. ve Gorini, R. (2019). Küresel enerji dönüşümünde yenilenebilir enerjinin rolü. *Energy Strategy Reviews* 24, 38-50. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.01.006>.
- H Habert, G., Miller, S.A., John, V.M., Provis, J.L., Favier, A., Horvath, A. ve diğerleri (2020). Çevresel etkiler ve çimento ve beton endüstrilerinde dekarbonizasyon stratejileri. *Nature Reviews Earth & Environment* 1(11), 559-573. <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0093-3>.
- Hansen, M.C., Potapov, P.V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S.A., Tyukavina, A. ve diğerleri (2013). Yüksek çözünürlüklü 21'inci yüzyıl orman örtüsü değişiminin küresel haritaları. *Science* 342(6160), 850-853. <https://doi.org/10.1126/science.1244693>.
- I Ulaştırma ve Kalkınma Politikası Enstitüsü ve Kaliforniya Üniversitesi, Davis (2015). *Küresel Yüksek Vardiya Bisiklet Senaryosu: Tahmini Enerji, CO₂ ve Maliyet Etkileri ile Dünya Genelindeki Şehirlerde Bisiklet ve E-bisiklet Kullanımını Önemli Ölçüde Artırma Potansiyeli*. www.bisikletizm.com/wp-content/uploads/2016/03/A-Global-High-Shift-Cycling-Scenario_Bisikletli-Ulasim-Senaryosu.pdf.
- Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (2023). *İklim Değişikliği 2023: Sentez Raporu: Çalışma Grupları I, II ve III'ün Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Altıncı Değerlendirme Raporuna Katkısı*. Cenevre. https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_FullVolume.pdf.
- Uluslararası Enerji Ajansı (2019). *Temiz Enerji Geçişlerinde Malzeme Verimliliği*. Paris. <https://doi.org/10.1787/aeaaccd8-tr>.
- _____ (2020). *Küresel Elektrikli Araç Görünümü 2020: Elektrikli Sürüşün On Yılına mı Gireliyoruz?* Paris. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2020>.
- _____ (2023a). *Dünya Enerji Görünümü 2023*. Paris. www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023..
- _____ (2023b). *Net Sıfır Yol Haritası: 1,5°C Hedefine Ulaşmak için Küresel Bir Yol - 2023 Güncellemesi*. Paris. https://iea.blob.core.windows.net/assets/9a698da4-4002-4e53-8ef3-631d8971bf84/NetZeroRoadmap_AGlobalPathwaytoKeepthe1.5CGoalinReach-2023Update.pdf.
- _____ (2023c). *Yükselen ve Gelişen Ekonomilerde Temiz Enerji için Özel Finansmanın Artırılması*. Paris. <https://www.iea.org/reports/net-zero-roadmap-a-global-pathway-to-keep-the-15-0c-goal-in-reach>.
- _____ (2023d). *Dünya Enerji Yatırımları 2023*. Paris. <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2023>.
- _____ (2024a). *Küresel Elektrikli Araç Görünümü 2024: Artırılmış Satın Alınabilirliğe Doğru İlerlemek*. Paris. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024>.
- _____ (2024b). Binalar, tarihsiz. www.iea.org/energy-system/buildings. Erişim tarihi 14 Ekim 2024.
- _____ (2024c). *Kömür Sektörü için Adil Geçişlerin Hızlandırılması: Hızlı, Güvenli ve İnsan Merkezli Değişim Stratejileri*. Paris. <https://www.iea.org/reports/accelerating-just-transitions-for-the-coal-sector>.
- Uluslararası Para Fonu (2024). *Dünya Ekonomik Görünümü (Nisan 2024)*. www.imf.org/external/datamapper/datasets/WEO. Erişim tarihi 14 Ekim 2024.
- Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (2023). *Dünya Enerji Geçişleri Görünümü 2023: 1,5°C Yolu*. Abu Dabi. www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Jun/IRENA_World_energy_transitions_outlook_2023.pdf.
- _____ (2024). *Yenilenebilir Enerji İstatistikleri 2024*. Abu Dabi. www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2024/Jul/IRENA_Renewable_Energy_Statistics_2024.pdf.

- Ishii, N., Al-Mubarak, R., Léautier, F., Songwe, V., Teixeira, I. ve Pangestu, M. (2023). *Doğanın Finansmanı: Dönüştürücü Bir Eylem Gündemi*. Center for Global Commons. https://cgc.ifi.u-tokyo.ac.jp/wp-content/uploads/2023/12/CGC_NatureFinanceReport_summary_compressed.pdf.
- J Jacobson, M.Z., Delucchi, M.A., Cameron, M.A., Coughlin, S.J., Hay, C.A., Manogaran, I.P. ve diğerleri (2019). Etkiler yeşil yeni anlaşıma enerji planlarının 143 ülkede şebeke istikrarı, maliyetler, istihdam, sağlık ve iklim üzerindeki etkileri. *Tek Dünya* 1(4), 449-463. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.12.003>.
- Jaeger, J. (2023a). Kömürden en hızlı çıkan 10 ülke, 30 Kasım. www.wri.org/insights/countries-phasing-out-coal-power-fastest. Erişim tarihi 14 Ekim 2024.
- _____ (2023b). Yenilenebilir enerjiyi en hızlı artıran 8 ülke, 12 Temmuz. www.wri.org/insights/countries-scaling-renewable-energy-fastest. Erişim tarihi 14 Ekim 2024.
- _____ (2023c). Bu ülkeler elektrikli araçları en hızlı benimseyen ülkelerdir, 14 Eylül. www.wri.org/insights/countries-adopting-electric-vehicles-fastest. Erişim tarihi 14 Ekim 2024.
- K Kamenders, A., Stivriş, R. ve Žogla, G. (2022). *Konut Sektöründe Minimum Enerji Performans Standartları (MEPS)*. Avrupa Ekonomik ve Sosyal Komitesi. <https://data.europa.eu/doi/10.2864/99718>.
- Kotz, M., Levermann, A. ve Wenz, L. (2024). İklim değişikliğinin ekonomik taahhüdü. *Nature* 628(8008), 551-557. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07219-0>.
- Krishnan, M., Samandari, H., Woetzel, J., Smit, S., Pachthod, D., Pinner, D. ve diğerleri (2022). *Net Sıfıra Geçiş: Neye Mal Olur, Ne Getirebilir*. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/the-net-zero-transition-what-it-would-cost-what-it-could-bring>.
- L Lubis, C., Young, W. ve Doherty, D. (2022). *1,5°C'lik Bir Dünyanın Yatırım İhtiyaçları: Proje Enerji Yatırımı IPCC Dekarbonizasyon Senaryoları Altında Gereklikler*. BloombergNEF. <https://assets.bbhub.io/professional/sites/10/investments.pdf>.
- M Marinaro, M., Bresser, D., Beyer, E., Faguy, P., Hosoi, K., Li, H. ve diğerleri (2020). Gelişimin ileriye taşınması otomotiv uygulamaları için batarya hücreleri: Çin, Japonya, AB ve ABD'deki Ar-Ge faaliyetlerinin perspektifi. *Journal of Power Sources* 459, 228073. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2020.228073>.
- Masson-Delmotte, V., Pörtner, H.-O., Skea, J., Buendía, E.C., Zhai, P., Roberts, D. ve diğerleri (eds.) (2019). *İklim Değişikliği ve Arazi: Karasal Ekosistemlerde İklim Değişikliği, Çölleşme, Arazi Bozulması, Sürdürülebilir Arazi Yönetimi, Gıda Güvenliği ve Sera Gazı Akıları Üzerine IPCC Özel Raporu*. Cambridge ve New York: Cambridge University Press. www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2022/11/SRCL_Full_Report.pdf.
- N Nabuurs, G.-J., Mrabet, R., Abu Hatab, A., Bustamante, M., Clark, H., Havlik, P. ve diğerleri (2022). Tarım, ormancılık ve diğer arazi kullanımları (AFOLU). *İklim Değişikliği 2022: İklim Değişikliğinin Azaltılması içinde: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Altıncı Değerlendirme Raporuna Çalışma Grubu III'ün Katkısı*. Shukla, P.R., Skea, J., Slade, R., Al Khourdajie, A., van Diemen, R., McCollum, D., Pathak, M., Some, S., Vyas, P., Fradera, R., Belkacemi, M., Hasija, A., Lisboa, G., Luz, S., Malley, J. (eds.). Cambridge ve New York: Cambridge University Press. Bölüm 7. 747-860. www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_Bölüm07.pdf.
- R REN21 (2022). *Yenilenebilir Enerji 2022: Küresel Durum Raporu*. Paris: REN21 Sekreteryası. www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2022_Full_Report.pdf.
- Roe, S., Streck, C., Beach, R., Busch, J., Chapman, M., Daioglou, V. ve diğerleri (2021). İklim değişikliğini azaltmak için arazi temelli önlemler: Ülkelere göre potansiyel ve fizibilite. *Global Change Biology* 27(23), 6025-6058. <https://doi.org/10.1111/gcb.15873>.
- S Schneider, K.R., Fanzo, J., Haddad, L., Herrero, M., Moncayo, J.R., Herforth, A. ve diğerleri (2023). Gıda sektörünün durumu 2030'a geri sayımda dünya çapında sistemler. *Nature Food* 4(12), 1090-1110. <https://doi.org/10.1038/s43016-023-00885-9>.
- Sclar, R., Gorguinpour, C., Castellanos, S. ve Li, X. (2019). *Elektrikli Otobüslerin Benimsenmesinin Önündeki Engeller*. Washington, DC: Dünya Kaynakları Enstitüsü. www.wri.org/research/barriers-adopting-electric-buses.
- Semieniuk, G., Holden, P.B., Mercure, J.-F., Salas, P., Pollitt, H., Jobson, K. ve diğerleri (2022). Karaya oturmuş fosil yakıt varlıkları, gelişmiş ekonomilerdeki yatırımcılar için büyük kayıplara dönüşüyor. *Nature Climate Change* 12(6), 532-538. <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01356-y>.
- Shukla, P.R., Skea, J., Slade, R., Al Khourdajie, A., van Diemen, R., McCollum, D., Pathak, M., Some, S., Vyas, P., Fradera, R., Belkacemi, M., Hasija, A., Lisboa, G., Luz, S., Malley, J. (eds.) (2022). *İklim Değişikliği 2022: İklim Değişikliğinin Azaltılması: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Altıncı Değerlendirme Raporuna Çalışma Grubu III'ün Katkısı*. Cambridge ve New York: Cambridge University Press. www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_FullReport.pdf.
- Smith, S.M., Geden, O., Gidden, M.J., Lamb, W.F., Nemet, G.F., Minx, J.C. ve diğerleri (eds.) (2024). *Karbondioksit Gideriminin Durumu - 2. Baskı*. <https://osf.io/f85qj/>.

- Songwe, V., Stern, N. ve Bhattacharya, A. (2022). *İklim Eylemi için Finansman: İklim ve Kalkınma için Yatırımın Ölçeklendirilmesi*. Londra: Grantham [İklim](https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/wp-content/uploads/2022/11/IHLEG-Finance-for-Climate-Action-1.pdf) Değişikliği ve Çevre Araştırma Enstitüsü ve London School of Economics and Political Science. www.lse.ac.uk/granthaminstitute/wp-content/uploads/2022/11/IHLEG-Finance-for-Climate-Action-1.pdf.
- Stern, N. (2021). *Sürdürülebilir, Dirençli ve Kapsayıcı Ekonomik İyileşme ve Büyüme için G7 Liderliği: Bir Birleşik Krallık Başbakanı Tarafından G7 için Talep Edilen Bağımsız Rapor*. Londra: London School of Economics and Political Science. www.lse.ac.uk/granthaminstitute/publication/g7-leadership-for-sustainable-resilient-and-inclusive-economic-recovery-and-growth/.
- Strinati, C., Alberti, C., Melling, B. ve Baudry, C. (2024). *Yukarıdan Aşağıya İklim Finansmanı İhtiyaçlarının Değerlendirilmesi: Metodoloji. İklim İnisiyatifi Politikası*. www.climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2024/05/Assessing-Top-Down-Climate-Finance-Needs.pdf.
- T** Teske, S. (ed.) (2019). *Paris Anlaşması Hedeflerine Ulaşmak: Küresel ve Bölgesel %100 Yenilenebilir Enerji Senaryoları ile +1,5 °C ve +2 °C için Enerji Dışı Sera Gazı Yolları*. Sydney: Springer Open. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-05843-2>.
- Gıda ve Arazi Kullanımı Koalisyonu (2019). *Daha İyi Büyüme: Gıda ve Arazi Kullanımını Dönüştürmek için On Kritik Geçiş*. www.foodandlandusecoalition.org/wp-content/uploads/2019/09/FOLU-GrowingBetter-GlobalReport.pdf.
- Thornton, P., Chang, Y., Loboguerrero, A.M. ve Campbell, B. (2023). Perspektif: Gıda sistemlerini yeniden yapılandırmanın maliyeti ne olabilir? *Global Food Security* 36, 100669. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100669>.
- Turner, J., Meldrum, M., Haagh, V., Ibsen, O. ve Oppenheim, J. (2021). *Yeşil İyileşme ve Dönüşümsel Büyüme için Yatırımlar 2020-30*. www.lse.ac.uk/granthaminstitute/wp-content/uploads/2021/06/G7-Leadership-Technical-Note-Investments-for-Green-Recovery-and-Transformational-Growth.pdf.
- Tyukavina, A., Potapov, P., Hansen, M.C., Pickens, A.H., Stehman, S.V., Turubanova, S. ve diğerleri (2022). 2001'den 2019'a yangın nedeniyle orman kaybının küresel eğilimleri. *Frontiers in Remote Sensing* 3, 825190. <https://doi.org/10.3389/frsen.2022.825190>.
- U** Birleşmiş Milletler Çevre Programı (2017). *Emisyon Açığı Raporu 2017: Bir BM Çevre Sentezi Raporu*. Nairobi. www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2017.
- _____ (2022). *Doğa için Finans Durumu: Harekete Geçme Zamanı - 2025'e kadar Yatırımların İki Katına Çıkarılması ve Doğaya Zararlı Finans Akışlarının Ortadan Kaldırılması*. Nairobi. www.unep.org/resources/state-finance-nature-2022.
- _____ (2023). *Emisyon Açığı Raporu 2023: Kırk Rekor - Sıcaklıklar Yeni En Yüksek Seviyelere Ulaştı, Ancak Dünya Emisyonlarını Azaltmada Başarısız (Yine)*. Nairobi. www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2023.
- Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (2016). *Paris Anlaşmasının Kabulü*. FCCC/CP/2015/10/Add.1. <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/10a01.pdf>.
- Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (2024). Karar 1/CMA.5: İlk küresel envanter çalışmasının sonuçları. Paris Anlaşması Taraflarının toplantısı olarak Taraflar Konferansı tarafından kabul edilen kararlar. *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı*. Birleşik Arap Emirlikleri Kasım/Aralık 2023. 15 Mart. FCCC/PA/CMA/2023/16/Add.1. <https://unfccc.int/documents/637073>.
- Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Finans Daimi Komitesi (2024). Gelişmekte olan taraf ülkelerin sözleşmenin ve Paris Anlaşması'nın uygulanmasına ilişkin ihtiyaçlarının belirlenmesine dair ikinci rapor. *Finans Daimi Komitesi'nin otuz birinci toplantısı*. Bangkok, Tayland, 22-23 Temmuz 2023. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/SCF31_NDR2_Outline%20and%20workplan.pdf.
- Birleşmiş Milletler Çevre Programı Kopenhag İklim Merkezi ve Ortak Gelecekler (2024). *2035'te Sektörel Sera Gazı Emisyonlarını Azaltma Potansiyelleri*. Kopenhag. <https://unepccc.org/publications/bridging-the-gap-sectoral-greenhouse-gas-mitigation-potentials-in-2035/>.
- Amerika Birleşik Devletleri, Çevre Koruma Ajansı (2019). *Küresel CO₂ Dışı Sera Gazı Emisyon Projeksiyonları ve Azaltımı: 2015-2050*. Washington, DC. www.epa.gov/sites/default/files/2019-09/documents/epa_non-co2_greenhouse_gases_rpt_epa430r19010.pdf.
- W** Wang, Q., Wang, X., Yan, Q. ve Zhang, L. (2024). Ağır sanayi düzenlemeleri, hastaneye yatış ve tıbbi harcamalar: Kuzeydoğu Çin'deki bir şehirde mikro düzeydeki tıbbi kayıtlardan elde edilen kanıtlar. *Enerji Ekonomisi* 129, 107248. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.107248>.
- Dünya Bankası (2024). *Küresel Ekonomik Beklentiler*. Washington, DC. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-2017-5>.



UNEP'in finansman ortaklarına özel teşekkürler. UNEP, 50 yılı aşkın bir süredir çevre konusunda önde gelen küresel otorite olarak hizmet vermekte, bilimsel kanıtlar yoluyla eylemi harekete geçirmekte, farkındalığı artırmakta, kapasite geliştirmekte ve paydaşları bir araya getirmektedir. UNEP'in temel çalışma programı, Üye Devletler ve diğer ortakların Çevre Fonu ve UNEP Gezegen Fonlarına yaptıkları esnek katkılarla mümkün olmaktadır. Bu fonlar iklim değişikliği, doğa ve biyolojik çeşitlilik kaybı, kirlilik ve atık konularında çevik ve yenilikçi çözümlere olanak sağlamaktadır.

UNEP'i destekleyin. İnsanlara ve gezegene yatırım yapın.
www.unep.org/funding

