

Sıfıra yakın ve düşük emisyonlu çelik ve çimento tanımları ve temel emisyon ölçüm metodolojileri

Ortaya çıkan anlayışların özeti

International
Energy Agency

ULUSLARARASI ENERJİ AJANSI

IEA tüm spektrumu inceliyor
Petrol, gaz ve kömür arzı ve talebi, yenilenebilir enerji teknolojileri, elektrik piyasaları, enerji verimliliği, enerjiye erişim, talep tarafı yönetimi ve çok daha fazlasını içeren enerji konuları. IEA, yaptığı çalışmalarla, bulunduğu coğrafyada enerjinin güvenilirliğini, satın alınabilirliğini ve sürdürülebilirliğini artıracak politikaları savunmaktadır.
31 üye ülke,
13 birlik ülkesi ve ötesi.

Bu yayın ve burada yer alan herhangi bir harita, herhangi bir bölgenin statüsüne veya egemenliğine, uluslararası sınırların ve hudutların sınırlandırılmasına ve herhangi bir bölgenin, şehrin veya alanın adına hâlel getirmez.

Kaynak: IEA.
Uluslararası Enerji Ajansı Web Sitesi: www.iea.org

IEA üyesi ülkeler:

Avustralya
Avusturya
Belçika
Kanada
Çek Cumhuriyeti
Danimarka
Estonya
Finlandiya
Fransa
Almanya
Yunanistan
Macaristan
İrlanda
İtalya
Japonya
Kore
Litvanya
Lüksemburg
Meksika
Hollanda Yeni
Zelanda
Norveç
Polonya
Portekiz
Slovak Cumhuriyeti
İspanya
İsveç İsveçre
Türkiye Cumhuriyeti
Birleşik Krallık
Amerika Birleşik Devletleri

Avrupa Komisyonu
da IEA'nın
çalışmalarına
katılmaktadır

IEA birlik ülkeleri:

Arjantin
Brezilya
Çin Mısır
Hindistan
Endonezya
Kenya Fas
Senegal
Singapur
Güney Afrika
Tayland Ukrayna



Teşekkür

Sıfıra yakın ve düşük emisyonlu çelik ve çimento için tanımlar ve temel emisyon ölçüm metodolojileri: Ortaya çıkan anlayışların özeti, Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) Sürdürülebilirlik, Teknoloji ve Görünümler (STO) Direktörlüğü Enerji Teknolojisi Politikası (ETP) Bölümü tarafından hazırlanmıştır. Proje, IEA Enerji Teknolojileri Baş Sorumlusu Timur Gül tarafından tasarlanmış ve yönetilmiştir. Teknoloji ve İnovasyon Birimi Başkanı Araceli Fernandez Pales, raporun geliştirilmesi boyunca rehberlik etmiştir. Raporun başyazarı Tiffany Vass'tır.

Bu makalenin geliştirilmesinde aşağıdaki IEA meslektaşlarının katkılarından yararlanılmıştır: Peter Levi, Isabel Geppert, Antonella Pasetto ve Andrew Ruttiger.

Per Anders Widell önemli destek sağlamıştır. Lizzie Sayer makalenin editörlüğünü yapmıştır. İletişim ve Dijital Ofis'ten Astrid Dumond'a da teşekkür ederiz.

Bu çalışma, 2022 IEA raporu olan [G7 Üyelerinde Ağır Sanayi Sektörlerinde Net Sıfıra Ulaşılması](#) ve 2023 IEA raporu olan [Net Sıfır Çelik Endüstrisi için Emisyon Ölçümü ve Veri Toplama](#) çalışmalarının devamı olarak ve 2024 yılı boyunca IEA'nın Endüstriyel Dekarbonizasyon Çalışma Grubu (WPID) ve İklim Kulübü'nde yapılan tartışmaların bir parçası olarak hazırlanmıştır. Belge, yıl boyunca düzenlenen çeşitli WPID ve İklim Kulübü toplantılarında hükümet ve hükümet dışı paydaşlar tarafından paylaşılan içgörü ve görüşlerden yararlanmıştır. Ayrıca, hükümetler Mayıs ve Ağustos ayları arasında yapılan bir anket ve doğrudan yazılı geri bildirim yoluyla girdi sağlamıştır.

Endüstri ve diğer hükümet dışı hakemler, makalenin kalitesini artırmak için önemli yazılı geri bildirimler sağlamıştır. Bu kişiler arasında Helén Axelsson (Jernkontoret), Nia Bell ve Jen Carson (Climate Group), Daniel Boero Vargas (World Economic Forum), Agnes Borg ve Jesper Kansbod (SSAB), Clare Broadbent (World Steel Association), Alli Devlin ve Annie Heaton (ResponsibleSteel), Samuel Flückiger (thyssenkrupp Steel), Peter Hemingway ve Fiona Skinner (UNIDO), Yannick Hemmerlé, Mauro Pisu ve Jonas Teusch (OECD), Fragkoulis Kanavaris (Arup), Malgorzata Kasprzak ve Roland Kupers (UNEP), Yinghao Liu ve Xiang Meng (China Baowu), Andrew Minson (Global Cement and Concrete Association), Christoph Müller (German Cement Producers Association [VDZ]), Adina Renee Adler (Global Steel Climate Council), Markus Steinhäusler (voestalpine), Yoshio Takagi (Japan Iron and Steel Federation) ve Hiroyuki Tezuka (JFE Steel Corporation).

Bu çalışmaya katkıda bulunan kişi ve kuruluşlar, içerdiği herhangi bir görüş veya yargıdan sorumlu değildir. Bu çalışma Uluslararası Enerji Ajansı Sekretaryasının görüşlerini yansıtmaktadır, ancak IEA üyesi ülkelerin, WPID üyelerinin, İklim Kulübü üyelerinin veya herhangi bir fon sağlayıcı ya da işbirliğinin görüşlerini yansıtmak zorunda değildir. Tüm hata ve eksiklikler yalnızca IEA'nın sorumluluğundadır.

İçindekiler tablosu

Yönetici Özeti	6
1. Tanımlar: endüstriyel dekarbonizasyonun kritik bir destekleyicisi	9
2. Tanımlar için ilkeler	13
Sıfıra yakın emisyon tanımları için ilkeler	13
Düşük emisyon tanımları için ilkeler	14
İlkelerin özeti	16
3. Sıfıra yakın emisyon tanımlarında ortaya çıkan ortak zemin	17
Çelik eşikler	18
Çimento ve beton eşikler	19
Sentez ve olası sonraki adımlar	21
4. Düşük emisyon tanımlarına yönelik yeni yaklaşımlar	22
5. Temel ölçüm metodolojilerinin birlikte çalışabilirliği ve net sıfır uyumluluğu için ilkeler	26
6. Temel ölçüm metodolojilerine ilişkin öne çıkan sorular ve potansiyel sonraki adımlar .	29
Muhasebe kurallarına ilişkin cevap bekleyen önemli sorular	29
Birlikte çalışabilirliği ve net sıfır uyumluluğu operasyonel hale getirmek için sonraki adımlar	30

Yönetici Özeti

Tanımlar, endüstride net sıfır geçişini hızlandırmaya yardımcı olmak için ortak bir dil sağlayabilir

Sıfıra yakın emisyon ve düşük emisyonlu malzemelerin tanımlarına ilişkin ortak bir küresel anlayış, sektörün net sıfıra geçişinin önemli bir kolaylaştırıcısıdır. Bu tanımlar, talebi canlandırmak ve çelik ve çimentonun karbonsuzlaştırılması için gereken teknolojilerin yayılmasını hızlandırmak için birden fazla kolaylaştırıcı politika mekanizmasını destekleyebilir. Özel sektörün geçiş için gerekli yatırımlarla ilerlemesini sağlayacak daha yüksek bir kesinlik derecesi sağlamak için tanımlar konusunda netliğe ihtiyaç vardır.

Küresel olarak birlikte çalışabilir tanımlar, ülkeler tarafından kendi koşullarına uygun politikalarda kullanılabilir. Endüstriyel piyasaların küresel yapısı göz önüne alındığında, özel sektör üzerindeki raporlama yükünü azaltmak ve gidişat konusunda net bir piyasa sinyali göndermek için tanımlar konusunda ortak bir uluslararası anlayış önemlidir. Tanımlar, farklı ülkelerin kendi başlangıç noktaları ve hedeflenen geçiş hızları doğrultusunda politikalarında kullanabilecekleri ortak bir dil veya araçtır.

Sıfıra yakın emisyon ve düşük emisyonlu malzeme tanımları farklı ve tamamlayıcı işlevlere sahiptir. "Sıfıra yakın emisyon" özellikle net sıfır emisyonuna sahip bir enerji sistemiyle halihazırda uyumlu olan teknolojiler için ayrılmıştır. Özellikle yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesi ve erken uygulanmasının beraberinde getirdiği yüksek risk ve maliyetler göz önünde bulundurulduğunda, bu tür bir performansın bugünden tanınması kritik önem taşımaktadır. Bu teknolojilerin şimdiden teşvik edilmesi, piyasada alımın başlamasına yardımcı olarak nihai yaygınlaşmanın yolunu açabilir. Bu arada, "düşük emisyonlu" tanımı, sıfıra yakın nihai hedefe doğru önemli ilerleme ve emisyon azaltımlarını kabul etmekle birlikte, bu hedefe tam olarak ulaşılmasını sağlamamaktadır. Tüm pazarın sıfıra yakın emisyon teknolojilerine geçişinin zaman alacağı göz önüne alındığında, paralel olarak giderek daha düşük emisyonlu teknolojilerin yaygınlaşmasını teşvik eden politikalar da değerlidir.

Tanımlar ve sıfıra yakın emisyon eşiklerine ilişkin ilkeler konusunda ortak anlayış oluşuyor

Gerekli piyasa sinyalini göndermek için, sıfıra yakın emisyon tanımları, diğer özelliklerin yanı sıra, iddialı ve istikrarlı olmalıdır. Ortak ilkeler, tanımların geliştirilmesi ve değerlendirilmesi için bir rehber ve bir dizi korkuluk sağlayabilir. Ortaya çıkan önerilere ve paydaş tartışmalarına dayanarak, aşağıdakiler

malzemelerin sıfıra yakın emisyon tanımları için ilkeler önerilmektedir: iddialı (net sıfır uç noktasıyla uyumlu), istikrarlı (tutarlı bir piyasa sinyali göndermek için zaman içinde aynı), teknolojiden bağımsız (net sıfır uç noktasıyla uyumlu hiçbir teknolojiyi dışlamayan), küresel olarak tutarlı (küresel piyasalar arasında iletişimi kolaylaştırmak için malzemelerin nerede üretildiğine veya tüketildiğine bakılmaksızın uygulanır), fiziksel (denkleştirme veya emisyon azaltma kredileri olmadan sıfıra yakın emisyon sağlayan teknolojiler kullanılır), şeffaf (emisyon sınırları, muhasebe yöntemleri ve girdi malzemeleri açık hale getirilir) ve erişilebilir (titizlikten ödün vermeden mümkün olduğunca basit).

Bugüne kadarki başlıca teklifler arasında çelik ve çimento için sıfıra yakın emisyon eşik değerleri etrafında güçlü bir küresel ortak anlayış ortaya çıkmaktadır. 2022 yılında IEA Sekreteryası, net sıfır senaryo analizlerine dayanarak sıfıra yakın emisyon tanımlarını türetmiştir. Çelik için eşik, hurda payına bağlı olarak ton ham çelik başına 400-50 kg CO₂ eşdeğeri (CO₂-eq) arasında değişmektedir. Çimento için eşik, klinker oranına bağlı olarak ton çimento başına 125-40 kg CO₂-eq arasında değişmektedir. ResponsibleSteel, Düşük Emisyonlu Çelik Standardı, Küresel Çelik İklim Konseyi, Çin Demir Çelik Birliği, Endüstriyel Derin Dekarbonizasyon Girişimi'nin taahhüdü ve İlk Harekete Geçenler Koalisyonu da dahil olmak üzere, endüstri ve çok paydaşlı süreçler tarafından yapılan teklifler ve kullanımlar, net sıfır uç noktasıyla uyumlu çok benzer değerler etrafında birleşmektedir. Küresel Çimento ve Beton Birliği, çimento eşliğini beton seviyesine çevirerek sıfıra yakın emisyonlu beton için beton dayanımına bağlı olarak metre küp başına 21-36 kg CO₂-eq değerlerine ulaşmıştır. Uluslararası toplum, yeni teklifler oluşturmak yerine mevcut tekliflere yakınlaşmaya ve bunları şeffaf ve birlikte çalışabilir bir şekilde kullanmaya devam edebilirse, küresel piyasalara netlik kazandırmaya büyük ölçüde yardımcı olacaktır.

Düşük emisyon tanımlarına yönelik daha geniş bir yaklaşım yelpazesi ortaya çıkmıştır ve bu da kullanımları konusunda açık iletişim ve şeffaflığın önemini artırmaktadır. Geçiş yolu bölgesel koşullara göre farklılık göstereceğinden ve zaman içinde farklı teknoloji karışımları ve emisyon azaltma dereceleri anlamına geleceğinden, düşük emisyonları tanımlama yaklaşımı, sıfıra yakın emisyonları tanımlamaktan daha fazla çeşitlilik ve esnekliğe sahiptir. Yine de ortak ilkeler, geçişi desteklemelerini ve nihai sıfıra yakın hedefe doğru giden önemli emisyon azaltımlarıyla sonuçlanmalarını sağlamak için bu tür tanımların geliştirilmesine rehberlik edebilir. Malzemelerin düşük emisyonlu tanımları için şu ilkeler önerilmektedir: iddialı, hedef seviyesi hakkında net iletişim; zaman içinde aşamalı iyileştirme ihtiyacına işaret eder; teknolojiden bağımsız; bölgesel başlangıç noktalarını hesaba katarken küresel tutarlılık; gözetim zinciri hakkında net iletişim; şeffaf; ve erişilebilir. Bu ilkeler sıfıra yakın emisyonlar için olanlara paraleldir ancak düşük emisyon tanımları için daha geniş bir potansiyel ve daha geniş bir yaklaşım çeşitliliği dikkate alınmaktadır.

Mevcut emisyon ölçüm metodolojileri ve raporlama araçları net sıfır geçişini kolaylaştıracak şekilde uyarlanabilir

Emisyon ölçüm metodolojileri, tanımların yanı sıra endüstriyel geçişi mümkün kılacak diğer birçok mekanizmanın da temelini oluşturmaktadır. Mevcut emisyon ölçüm metodolojileri (Uluslararası Standardizasyon Örgütü [ISO] standartları, AB Çevresel Ayak İzi Yöntemleri gibi) ve emisyon raporlama ve etiketleme araçları (Çevresel Ürün Beyanları, Dijital Ürün Pasaportları gibi) çelik ve çimento emisyonlarının ölçümü için halihazırda sağlam bir temel sağlamaktadır ve politikalarda ve tanım eşiklerinin karşılanmasına ilişkin değerlendirmelerde mümkün olan her yerde kullanılmalıdır.

Bu mevcut metodolojilerin ve raporlama araçlarının amaca uygun olmasını sağlamak için güncellemeler ve revizyonlar gerekebilir. IEA Sekreteryası, birlikte çalışabilirliği ve net sıfır uyumluluğunu artırmaya yönelik emisyon ölçüm metodolojilerinin revizyonlarına rehberlik etmek için Net Sıfır Ölçüm İlkelerini takip etmeyi; tüm tesislerden gelen üretim arasında benzer karşılaştırmayı kolaylaştırmayı; hem üretim hem de ürünler için tutarlı ve birlikte çalışabilir sonuçlar üretmeyi; tedarik zincirindeki ana emisyon kaynaklarını kapsayan kapsamlı bir emisyon sınırına ve kapsamına sahip olmayı; emisyon kredileri ve yan ürünler için net sıfır uyumlu muhasebe kuralları uygulamayı ve sahaya ve ürüne özgü denetlenebilir ölçülebilir verilerin kullanımını teşvik etmeyi önermiştir. ISO ve bölgesel ve ulusal standart kuruluşları dahil olmak üzere standart kuruluşlarının süreçlerine paydaş katılımının artırılması, bu tür revizyonların hızlandırılmasına yardımcı olabilir.

1. Tanımlar: endüstriyel dekarbonizasyonun kritik bir destekleyicisi

Sıfıra yakın emisyonlu ve düşük emisyonlu malzemeleri neyin oluşturduğuna dair ortak bir anlayış, endüstriyel karbonsuzlaştırma ve temiz enerji geçişleri için piyasaları ve etkinleştirici mekanizmaları kolaylaştırmak için çok önemlidir. Sıfıra yakın ve düşük emisyonlu malzemelere ilişkin tanımlar, yeşil kamu alımları, sertifikasyon ve etiketleme programları, minimum pazar payı düzenlemeleri (kotalar), ürün tasarım standartları, finansman ve fonlama gereklilikleri, üretim süreçlerindeki yüksek emisyon yoğunluğunu ele alan politikalar ve ticaretle ilgili politikalar dahil olmak üzere hükümetlerin kullanmayı seçebileceği çok sayıda hedefli politika için bir temel sağlar. Bu türden hedefe yönelik talep ve arz politikaları, endüstriyel geçişin belirli zorluklarını ele alabilir. Karbon fiyatlandırması ve geri dönüşüm, döngüsellik ve malzeme verimliliğini teşvik eden tedbirler gibi daha geniş kapsamlı politikaları tamamlayabilir ve hatta güçlendirebilirler.

Tanımlar için çeşitli öneriler ortaya çıkmıştır ve ortak bir anlayışa ve netliğe ihtiyaç vardır. Özellikle, özel sektör alıcıları piyasadaki mallarla ilgili güvenilirlik ve netlik talep ederken, endüstriyel üreticilerin de yeni düşük emisyonlu üretimin ölçeklendirilmesine yönelik iş vakasını oluşturmak için alıcıları güvence altına almaları gerekmektedir. Tanımlar konusunda uluslararası bir anlaşmanın olmamasının yarattığı mevcut belirsizlik, özel sektörde eylemsizliğe yol açabilir.

Tanımlar konusunda küresel uyumun, birden fazla yargı alanında faaliyet gösteren üreticiler ve alıcılar için tutarlılık ve daha az yük, sıfıra yakın ve düşük emisyonlu malzeme ve ürünlerin ticaretinin kolaylaştırılması, ilerlemenin izlenmesi için ortak bir dil sağlanması (örneğin, sıfıra yakın emisyonlu çeliğin küresel yayılımının, sıfır emisyonlu araçların küresel yayılımının izlendiği gibi zaman içinde izlenmesi) ve küresel piyasalara net sıfıra ulaşma yolunda net bir sinyal gönderilmesi gibi birçok avantajı vardır.

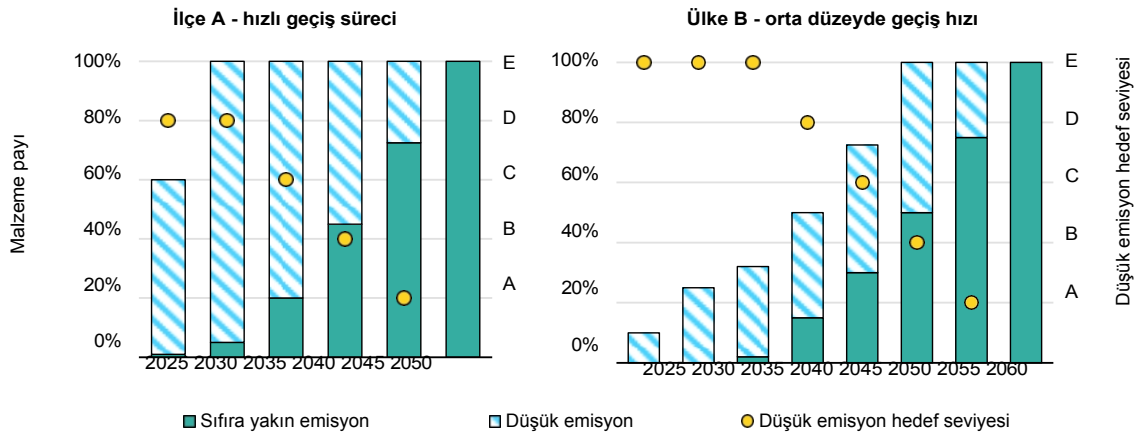
Ortak küresel tanımlar, ülkenin başlangıç noktası (örneğin mevcut teknoloji portföyü ve bunun sonucunda ortaya çıkan emisyon yoğunluğu) ve ülkenin hedeflenen geçiş hızı da dahil olmak üzere, ülkelerin kendi iklim hedefleri ve koşullarına göre kullanabilecekleri bir araçtır.¹ Ürün ve tesis düzeyindeki tanımları ve eşikleri (tek tek ürünlerin veya tesislerin performansını tanıyan ve genellikle "ilk hareket edenlerin" performansını tanıyan) birbirine karıştırmamak önemlidir.

¹ Ortak tanımlar üzerinde anlaşmaya varılması, hiçbir ülkeyi politikalar dahilinde belirli bir uygulamaya veya geçiş için belirli bir zaman çizelgesine bağlamaz. Ülkeler arasında endüstriyel karbonsuzlaştırma konusundaki istek ve hızın artırılmasına yönelik uluslararası tartışmalara ihtiyaç duyulmakla birlikte, bu tür tartışmalar tanımlar üzerindeki uyum tartışmalarından ayrıdır.

veya özellikle ortalamanın üzerinde olanlar) ekonomi genelinde ve sektör düzeyinde hedefler veya standartlarla (toplam sektörel emisyonlar için hedefler veya tüm ürünler ve tesisler tarafından tek tek [örneğin maksimum emisyon performansı gereklilikleri] veya toplu olarak [örneğin sektörel ortalama emisyon performansı gereklilikleri] ulaşılması gereken gereklilikler belirleyebilir). Politikalarda birlikte kullanılabilirliğine ve bazı durumlarda bir politikanın tüm sektöre ürün veya tesis düzeyinde bir tanım uygulayabilmesine rağmen, bunlar birçok durumda aynı değildir ve otomatik olarak böyle kabul edilmemelidir.

İki ülke, aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi, sıfıra yakın ve düşük emisyonlu malzeme üretiminin pazar payını artırmaya yönelik politikalarında iki farklı zaman çizelgesi izlemeyi seçebilir. Geçişler farklı hızlarda gerçekleşse de, politikalar aynı tanım setini kullanabilir - sıfıra yakın emisyonlar ve farklı düşük emisyon seviyeleri için eşik değerlerden oluşur (A'dan E'ye hırs seviyeleri, E seviyesi daha yüksek emisyonlara izin verirken A seviyesi en düşük emisyonları gerektirir). Aynı tanımlar dizisinin kullanılması, her iki ülkede faaliyet gösteren üretici ve alıcıların iletişim kurmak için aynı "dili" kullanabileceği anlamına gelmektedir. Sadece iki ülkeyi kapsayan bu açıklayıcı örnek, farklı ülkelerin kendi karbonsuzlaştırma hedefleri ve hızları olsa bile, ortak tanımların uluslararası piyasalarda ortak iletişimi kolaylaştıracağı küresel duruma uyarlanabilir. Özellikle, yükselen piyasalar ve gelişmekte olan ekonomiler, bazı durumlarda tanımları ve ilgili politikaları benimsemek için daha fazla zamana ve potansiyel olarak teknik yardıma ihtiyaç duyabilir.

Ortak tanımlar kullanarak sıfıra yakın ve düşük emisyonlu malzemeleri ölçeklendirmek için iki farklı dekarbonizasyon zaman çizelgesini izleyen politika hedeflerinin varsayimsal örneği



IEA. CC BY 4.0.

Notlar: Bu açıklayıcı örnekte, sol eksen bir ülkenin kamu alımları veya malzeme üretim yönetmeliğinde sıfıra yakın ve düşük emisyonlu malzemelerin payı için olası politika hedeflerini temsil etmektedir. Sağ eksen, E'nin en az iddialı ve A'nın en iddialı olduğu A'dan E'ye kadar düşük emisyonlu hırs seviyelerine sahip bir sistem varsayıldığında, eşikler (hırs seviyeleri) için olası düşük emisyon hedeflerini göstermektedir; eksen, izin verilen en yüksek emisyonlu hırs seviyesini temsil etmektedir.

Hem sıfıra yakın hem de düşük emisyonlu malzemelere yönelik tanımlar, farklı politika hedeflerine ulaşılmasına yardımcı oldukları için faydalıdır. Sıfıra yakın emisyon tanımları, net sıfır emisyonlu bir enerji sistemiyle uyumlu teknolojilerin geliştirilmesini ve aşamalı olarak yaygınlaştırılmasını teşvik etmek için gereklidir. Düşük emisyon tanımları, sıfıra yakın nihai hedefe tam olarak ulaşılmaya da bu hedefe doğru önemli ölçüde artan ilerlemeyi ve emisyon azaltımlarını teşvik eder. Bu iki tür tanım birbirini tamamlayıcı niteliktedir ve birbirlerinden açıkça ayırt edilmelidir.

Tanımlar konusunda sürekli uluslararası uyumu kolaylaştırmak ve hükümetler ile diğer paydaşların üzerine inşa edebilecekleri bir rehberlik sağlamak amacıyla bu belge, sıfıra yakın ve düşük emisyonlu malzemelerin tanımı için temel ortak ilkeler önermekte (Bölüm 2), eşik değerlere yönelik yeni yaklaşımları detaylandırmakta (Bölüm 3 ve 4), tanımları destekleyen emisyon ölçüm metodolojileri için temel ilkeleri vurgulamakta (Bölüm 5) ve ölçüm metodolojileri için mevcut önerileri ve potansiyel sonraki adımları özetlemektedir (Bölüm 6).

Bu belge, bugüne kadar uluslararası kuruluşlar, girişimler ve endüstri birlikleri tarafından çelik ve çimento için yapılan başlıca tanım önerileri arasında ortaya çıkan ortak bir anlayışa dayanmaktadır. Çeşitli hükümetlerin tanımlara ilişkin görüşlerini belirlemede farklı aşamalarda olduğu ve bazılarının şu anda konuyla ilgili ulusal istişareler ve politika geliştirme süreçleri yürüttüğü unutulmamalıdır. Konu ayrıca İklim Kulübü, IEA'nın Endüstriyel Karbonsuzlaştırma Çalışma Grubu (WPID) ve Temiz Enerji Bakanlığının Endüstriyel Derin Karbonsuzlaştırma Girişimi gibi çeşitli uluslararası platformlarda da tartışılmaktadır.

Hem sıfıra yakın hem de düşük emisyon tanımlarının kullanışlılığı

Politika yapımcılar neyi başarmayı hedeflediklerini ve bunun net sıfıra geçişe nasıl yardımcı olacağını net bir şekilde görebilmelidir. Seçilen politika hedefi, seçilen tanımlar ve bunların politikadaki uygulamaları üzerinde etkili olacaktır. Tanımlarla bağlantılı politika hedefleri genel olarak aşağıdakileri teşvik etmeyi amaçlayanlar olarak gruplandırılabilir:

1. Net sıfır son nokta ile uyumlu yenilikçi teknolojiler için ölçek büyütme ve pazar oluşturma. Bu politika hedefi en çok "sıfıra yakın emisyonlu" malzemelere yönelik tanımlarla yakından ilişkilidir. Düşük emisyonlu kaynaklardan %100 hidrojen ile doğrudan indirgenmiş demir (DRI) çelik üretimi veya tam karbon yakalama ve depolama özelliğine sahip bir çimento fabrikası gibi teknolojiler inovasyon gerektirir ve genellikle ilk kurulum için yüksek risk ve maliyete sahiptir. Bu teknolojilerin yakın vadede erken ölçeklendirilmesini desteklemeyi amaçlayan politikalar aşağıdakiler için kritik öneme sahiptir

Orta ve uzun vadede daha yaygın dağıtımı desteklemek için öğrenmeyi mümkün kılmak, maliyetleri düşürmek ve kabulü artırmak. Ayrıca, endüstriyel tesislere yapılan yatırımlar büyük ve tesislerin ömürleri uzun olduğundan, yeni tesisler ve büyük yenilemeler için net sıfır ile uyumlu teknolojilerin şimdiden teşvik edilmesinde fayda vardır - genel geçişin, emisyonlarda tüm tesislerde benzer hızlarda kademeli bir azalmadan ziyade, tek tek tesisler için art arda emisyonlarda adım değişikliklerinden oluşması muhtemeldir.

2. Net sıfır hedefine yönelik ara adımlara değer biçilmesi. Bu politika hedefi en çok "düşük emisyon" tanımlarıyla yakından ilişkilidir. Piyasanın tamamının sıfıra yakın emisyon teknolojilerine geçmesi zaman alacağından, buna paralel olarak giderek daha düşük emisyonlu teknolojilerin yaygınlaştırılmasını teşvik eden politikalar da değerlidir. Hedeflenen destek politikaları, halihazırda emisyonları önemli ölçüde azaltan ve zaman içinde sıfıra yakın emisyona geçme kapasitesine sahip dönüşümsel teknolojilerin yaygınlaştırılmasını teşvik etmek için özellikle yararlıdır. Örnekler arasında, zaman içinde artan hidrojen karışımlı doğal gaz DRI çelik üretimi veya karbon yakalama, kullanma ve depolama (CCUS) donanımlı, başlangıçta sadece proses emisyonlarını yakalayan ancak zaman içinde yanma emisyonlarını ortadan kaldırmak için sıfır emisyonlu yakıtlara geçiş yapan çimento fabrikaları yer almaktadır.

3. Üretim süreçlerindeki yüksek emisyon yoğunluğunun ele alınması. Bu politika hedefi, düşük emisyon eşliğinin altına düşmeyen üretimden kaynaklanan emisyonların azaltılmasını gerektirmek için kullanıldığında, "düşük emisyon" tanımlarıyla en yakından ilişkilidir. Geçiş için gereken zaman ve ekonomik sonuçlar dikkate alındığında, politikalar her ülkenin koşullarına göre sanayilerin üretim süreçlerindeki emisyon yoğunluğunu azaltmalarını gerektirebilir. Bu tür politikalar, hız kesmeyen enerji yoğun tesislerden kaynaklanan emisyonların azaltılmasını ele almak için kullanılabilir.

"Sıfıra yakın emisyon" ve "düşük emisyonlu" malzemeler için sağlam ve uluslararası kabul görmüş bir dizi tanım, hedeflenen zaman çizelgelerine göre bu politika hedeflerinden herhangi birine veya tümüne ulaşmak için dikkatlice tasarlanmış politikalarda birlikte kullanılabilir.

2. Tanımlar için ilkeler

Son zamanlarda bir dizi tanım önerisi geliştirilmiş veya geliştirilmekte olduğundan, ilk ve önemli bir anlaşma noktası, bu tür tanımların altında yatması gereken ilkelerdir. Bu bölümde, tanımların sağlam olmasını ve net sıfıra geçişe en iyi şekilde yardımcı olmasını sağlamaya yardımcı olabilecek sıfıra yakın ve düşük emisyon tanımları için ilkeler ayrıntılı olarak ele alınmaktadır. Bu ilkeler, ortak tanımlara yönelik çalışmalarında bir rehber olarak kullanılabilir.

Sıfıra yakın emisyon tanımları için ilkeler

Sıfıra yakın emisyonlu çelik ve çimento üretimine ilişkin tanımların, G7 Endüstriyel Dekarbonizasyon Gündemi kapsamında IEA Sekreteryası tarafından hazırlanan 2022 [tarihli G7 Üyelerinde Net Sıfıra Yakın Ağır Sanayi Sektörlerine Ulaşılması](#) raporunda belirtilen ilkelere uygun olması gerektiği konusunda ortak bir anlayış ortaya çıkmaktadır. Sıfıra yakın emisyon tanımları şöyle olmalıdır:

- **İddialı.** Emisyon eşiği, IEA'nın senaryo analizleri doğrultusunda, net sıfır enerji sisteminin son noktası ile uyumlu olmalıdır.² Bu, yalnızca çok zor ve maliyetli olan sınırlı artık endüstriyel emisyonlara izin verilmesini içerir ve IEA senaryolarında enerji sistemi net sıfıra ulaştığında sektör için kalan emisyon seviyesinde veya altında.³ Sıfıra yakın emisyonlar için iddialı ve ulaşılabilir bir üst eşik belirlemek, bazı üretimlerin bu eşiğin çok altında bile performans gösterme olasılığını kapsamaktadır.
- **İstikrarlı.** Piyasalara açık ve tutarlı bir sinyal göndermek için emisyon eşik değeri zaman içinde aynı kalır. Sık sık revizyona tabi olan tek bir senaryo bağlamına bağlı değildir; bunun yerine nihai hedefle uyumludur. IEA'nın senaryo analizlerine göre yüzyılın ortasına kadar net sıfır emisyona ulaşma olasılığı.
- **Teknoloji nötrdür.** Emisyon eşiği belirli bir üretim yolu anlamına gelmediği gibi belirli bir stratejiyi de dışlamaz. Fırın türü, yakıt veya emisyon azaltımı değil, net sıfır nihai noktasıyla uyumluluk önemlidir. teknolojsi; dolayısıyla net sıfır enerji sistemiyle uyumlu olabilecek hiçbir üretim yolu hariç tutulmamıştır. Bu, bölgesel maliyet hususlarına duyarlılık anlamına gelir

² Bkz. örneğin IEA (2024), [World Energy Outlook 2024](#) ve IEA (2021), [Net Zero by 2050: Küresel Enerji Sektörü için Bir Yol Haritası](#).

³ Endüstriyel üretimden kaynaklanan emisyonları tamamen ortadan kaldırmak teknik ve ekonomik olarak çok zor olacağından, "sıfıra yakın" emisyon malzemeleri endüstriyel sektörler için muhtemel "net sıfır uyumlu" son nokta olurken, diğer sektörler doğrudan hava yakalama ve karbon yakalama ve depolamalı biyoenerji yoluyla negatif emisyonlara ulaşacak ve bir bütün olarak enerji sistemi için net sıfır emisyona ulaşacaktır. Dolayısıyla, sanayi için "sıfıra yakın emisyonlar" "net sıfır" ile uyumlu olabilir. Bu, karbon yakalama ve depolamalı biyoenerji kullanımı gibi son kalan emisyonları ele almayı başaran yatırımlara özel bir tanıma sağlamak için gerçek "net sıfır" veya "net negatif" endüstriyel üretim veya ürünler için ek bir kategoriye sahip olma olasılığını engellemez.

ve hangi net sıfır uç nokta teknolojilerinin en uygun olduğunu etkileyebilecek diğer koşullar. Teknolojinin nötr olması emisyonların nötr olduğu veya girdi malzemelerinin nötr olduğu anlamına gelmez - yani tanımlar sadece net sıfır ile uyumlu teknolojileri içerecek şekilde yeterli titizliğe sahip olmalıdır. Ayrıca tanımlar, farklı girdi malzemelerinin fiziksel özelliklerinin (örneğin demir vs. hurda, klinker vs. ek çimentolu malzemeler), kullanılan teknolojiye bağımsız olarak çok düşük bir emisyon seviyesine ulaşmanın ne kadar zor olduğunu etkilediği gerçeğini hesaba katabilir.

- **Küresel olarak tutarlıdır.** Emisyon eşiği, çelik veya çimentonun nerede üretildiğine veya tüketildiğine bakılmaksızın uygulanır. Bu, küresel piyasalarda net bir iletişim ve tutarlı bir sinyal sağlar. Özellikle, bu tek tip emisyon eşiği anlamına gelmez. küresel politika hırsı ve net sıfıra doğru ilerleme hızı; daha ziyade aynı sıfıra yakın emisyon tanımı, ulusal ve bölgesel koşullara göre politikalar dahilinde uygulanabilir (örneğin, farklı ülkeler zaman içinde farklı oranlarda sıfıra yakın emisyonlu malzeme tedarik etmeyi seçebilir).
- **Fiziksel.** Sıfıra yakın emisyonu ulaşma konusunda tanınmak için, fiziksel olarak sıfıra yakın emisyon seviyelerine ulaşan teknolojilerin kullanılması gerekir - yani, bir ton çelik veya çimento tedarik zincirinin emisyonları birlikte sıfıra yakın emisyon eşiğine veya altına düşer. Başka bir deyişle, sıfıra yakın emisyonların tanınması için tedarik zinciri dışından emisyonların dengelenmesine veya birden fazla üretim birimi ve/veya tedarik zinciri genelinde emisyon azaltma kredilerinin/sertifikalarının toplanmasına izin verilmez. Ayrıca, gerçek performansı göstermek için ana süreç adımları için emisyon ölçümü ve raporlamasında uygun doğrulamaya sahip birincil veriler kullanılmalıdır.
- **Şeffaf olmalıdır.** Karşılaştırılabilirliğin sağlanması için dahil edilen emisyonların sınırları ve kullanılan muhasebe yöntemleri netleştirilmelidir. Ayrıca, raporlamaya dayalı Tanımlarda hangi girdi malzemelerinin kullanıldığı açıkça belirtilmeli ve bu malzemeler kullanıldığında emisyon performansının tipik değerlerle nasıl karşılaştırıldığına dair bazı göstergeler sağlanmalıdır. Bu, hiçbir şekilde belirli girdi malzemelerinin kullanımını caydırmak için değil, daha ziyade üretimden kaynaklanan "ek" emisyon azaltımlarının ne ölçüde olduğuna dair bir gösterge sağlamak içindir. Tipik performansla karşılaştıran bir "karbonsuzlaştırma çabası derecelendirmesine" ek olarak gerçek CO₂ ayak izinin de etikete dahil edilmesi tam şeffaflık için ideal olacaktır.
- **Erişilebilir.** Politika yapımcılar ve özel sektör tarafından kullanıma hazır olması için, tanımlar mümkün olduğunca basit ve kolay anlaşılır olmalıdır. titizlik. Mümkün olan durumlarda, hesap verebilirlik ve sektöre geçişin geniş çapta anlaşılması için tanımların ve bunlara ilişkin sertifikasyonların ayrıntıları kamuya açıklanmalıdır.

Düşük emisyon tanımları için ilkeler

Düşük emisyon tanımlarının net sıfıra geçiş sürecindeki teknolojileri hedeflediği ve geçiş yolunun zaman içinde ve bölgesel koşullara göre önemli ölçüde farklılık göstereceği göz önünde bulundurulduğunda, düşük emisyon tanımlama yaklaşımının

Sıfıra yakın emisyon tanımından daha fazla çeşitlilik ve esneklik. Bununla birlikte, düşük emisyon tanımlarının geçişi desteklemesini, nihai sıfıra yakın hedefe doğru giden önemli emisyon azaltımlarıyla sonuçlanmasını ve ideal olarak yalnızca daha küçük artımlı emisyon azaltımlarından ziyade dönüşümsel teknolojileri teşvik etmesini sağlamak için düşük emisyon tanımları kullanılırken bazı ilkelere uyulmalıdır. Bu ilkeler, sıfıra yakın emisyon tanımlarına ilişkin ilkelerle paralellik göstermekle birlikte daha esnektir.

İlkeler aşağıdaki gibidir:

- **Hırslı, hırs seviyesi hakkında net iletişim.** Düşük emisyon tanımları, emisyonların azaltılmasına yönelik ilerlemeyi teşvik etmeyi amaçlama açısından iddialı olmalıdır. Herhangi bir etiket, belgelendirme veya politika, örneğin 1) emisyonları tanıyıp tanımadığı da dahil olmak üzere, hedeflediği hırs seviyesini açıkça bildirmelidir. Mevcut en iyi teknoloji (BAT) önemli ölçüde daha düşük; 2) mevcut en iyi performans gösterenler; veya 3) ortalama net sıfır yolu ile uyumluluk. Daha geniş düşük emisyon kategorisi içerisinde farklı performans seviyeleri arasında ayırım yapmak için farklı kategorilerin (örneğin A, B ve C seviyesi performans) kullanılması ve/veya referans çerçevesi olarak ilgili üretim yolunun mevcut ortalama performansı ile birlikte karbon ayak izinin yayınlanması uygun olabilir. Bu tür bir performansın, enerji sistemi için net sıfır son noktası ile halihazırda uyumlu olandan farklı olduğu (yani sıfıra yakın emisyonlu malzeme üretiminden farklı olduğu) açıkça belirtilmelidir.
- **Zaman içinde aşamalı iyileştirme ihtiyacına işaret eder.** Tanım, bir ülkenin koşullarına ve politika istekliliğine göre zaman içinde istekliliği artıracak bir mekanizmaya sahip olmalı ve bunu kullanmalıdır. Bu, uygun kategorileri mümkün kılan istikrarlı bir eşik kümesi (örneğin A'dan E'ye kadar kategoriler) olabilir ya da zaman içinde azalan tek bir dinamik eşik olabilir. Ne olursa olsun, düşük emisyonlu teknolojilerin bu şekilde tanınması, gerçek sıfıra yakın emisyon teknolojileri piyasalarda yaygınlaştığında aşamalı olarak kaldırılabilir.
- **Teknolojiden bağımsız.** Sıfıra yakın emisyon eşiklerinde olduğu gibi, düşük emisyon eşikleri de belirli bir üretim yolunu ima etmemeli veya belirli bir stratejiyi dışlamamalıdır. Önemli olan emisyonları azaltma kabiliyetidir, emisyon azaltma yönteminin türü değil. fırın, yakıt veya emisyon azaltma teknolojisi. Özellikle, teknolojinin nötr olması emisyonların nötr olduğu veya girdi malzemesinin nötr olduğu anlamına gelmez.
- **Bölgesel başlangıç noktalarını hesaba katarken küresel tutarlılık.** Mümkün olan durumlarda, küresel piyasalar arasında açık bir iletişim sağlamak için küresel olarak tanınan tanımların kullanılması tercih edilir. Bununla birlikte, düşük emisyon tanımlarının politikalar dahilinde uygulanması, mevcut bölgesel teknolojiye duyarlı olmalıdır. karışımı ve performans özellikleri, böylece tüm bölgelerde kendi başlangıç noktalarına göre aşamalı iyileştirmelerin teşvik edilmesi.
- **Gözetim zinciri konusunda açık iletişim.** Mümkün olan durumlarda, düşük emisyonların tanınması için fiziksel azaltımların sağlanmasına öncelik verilmelidir. Eğer alternatif

gözetim zinciri modelleri kullanılıyorsa (örneğin, emisyon azaltım sertifikalarının bir araya getirilmesi), sağlam kurallara uyulmalı ve kullanılan yöntemler her türlü etiketleme veya sertifikasyonda açık ve net bir şekilde bildirilmelidir.

- **Şeffaf.** Bu ilke, sıfıra yakın emisyon tanımları için geçerli olan ilke ile aynıdır (yukarıya bakınız).
- **Erişilebilir.** Bu ilke, sıfıra yakın emisyon tanımlarıyla aynıdır (yukarıya bakınız).

İlkelerin özeti

Sıfıra yakın ve düşük emisyon tanımlarına ilişkin ilkeler aşağıdaki tabloda özetlenmiştir. Belirtildiği üzere, her iki tanımın ilkeleri birbirine paraleldir ancak iki tanım türünün farklı amaçlarına uygundur. Sıfıra yakın tanımın kesin amacı göz önüne alındığında, sıfıra yakın tanımlar için ilkeler daha kesin ve katıdır. Bu arada, düşük emisyon tanımları, düşük emisyonun daha geniş potansiyel uygulanabilirliğini ve daha geniş yaklaşım çeşitliliğini dikkate almaktadır.

Sıfıra yakın emisyon ve düşük emisyon tanımları için ilkelerin özeti

Sıfıra yakın emisyon	Düşük emisyonlar
Hırslı	Hırslı, hırs düzeyi konusunda net iletişim sahibi
Kararlı	Zaman içinde aşamalı iyileştirme ihtiyacına işaret eder
Teknoloji nötr	Teknoloji nötr
Küresel olarak tutarlı	Bölgesel başlangıç noktaları dikkate alınırken küresel tutarlılık
Fiziksel	Gözetim zinciri konusunda açık iletişim
Şeffaf	Şeffaf
Erişilebilir	Erişilebilir

Tanımlara ilişkin bu ilkelerin özellikle sera gazlarına ilişkin performansa odaklandığı unutulmamalıdır. Malzemelerin sürdürülebilirliği ile ilgili diğer kriterler de tanımlara, etiketlere, sertifikalara ve politika gerekliliklerine dahil edilebilir (örneğin hava kalitesi, su kullanımı, arazi kullanımı, atık üretimi, biyoçeşitlilik, istihdam veya diğer sosyal göstergeler üzerindeki etkiler). Bu tür kriterler ek şeffaflık ve diğer sürdürülebilirlik hususları üzerindeki olumsuz etkilerin en aza indirilmesi için faydalı olacaktır.

3. Sıfıra yakın emisyon tanımlarında ortaya çıkan ortak zemin

IEA Sekreteryası, yukarıda belirtilen ilkeleri rehber olarak kullanarak sıfıra yakın emisyon eşiklerini tanımlamıştır. Bunlar [2022 G7 İklim, Enerji ve Çevre Bakanları Tebliğinde](#) "sıfıra yakın emisyonlu çelik ve çimento üretimine yönelik iddialı genel tanımların ortak bir şekilde anlaşılması için sağlam bir başlangıç noktası" olarak kabul edilmiştir. IEA raporunda ortaya konan üretim düzeyindeki emisyon sınırlarıyla ilgili olan bu tanımlar⁴ (doğrudan ve dolaylı yanma ve süreçle ilgili sera gazı emisyonları dahil), aşağıdaki gibidir:

Çelik için, metalik girdilerin hurda payına göre aşamalı olarak, aşağıdakiler arasında yer alır:

- 100 demir⁵: Ton ham çelik başına 400 kg karbondioksit eşdeğeri (CO₂-eq)
- 100 hurda: Ton ham çelik başına 50 kg CO₂-eq.

Çimento için, klinker-çimento oranına göre, aşağıdakiler arasında kademeli olarak:

- 100 klinker⁶: Ton çimento başına 125 kg CO₂-eq
- klinker yok: ton çimento başına 40 kg CO₂-eq (klinker olmadan çimento üretiminin ticari ölçekte kanıtlanmadığını belirtmek gerekir).

IEA Sekreteryası, üretim düzeyindeki bu tanımların ürün düzeyinde, yani ham çelikten sıcak haddelenmiş veya bitmiş çeliğe ve çimentodan betona kadar karşılaştırılabilir tanımlar için temel oluşturabileceğini önermiştir. IEA tanımları, çeşitli emisyon ölçüm metodolojileri ve raporlama/etiketleme araçlarıyla birlikte kullanılabilir sağlam ancak üst düzey bir uluslararası öneri olarak tasarlanmıştır (bkz. Bölüm 5). Bu önerinin, beraberindeki ayrıntılı kural kitapları aracılığıyla uygulanmak üzere başkaları tarafından ileriye götürülmesi gerekecektir,

⁴ Bkz. IEA (2022), [G7 Üyelerinde Ağır Sanayi Sektörlerinde Net Sıfıra Ulaşmak](#), Şekil 3.1 ve 3.4.

⁵ Tüm çeliklerin girdisi bir miktar hurda olsa da (birincil üretim için tipik olarak %25-30), demir ve hurdanın herhangi bir payı için eşğin hesaplanmasını sağlamak amacıyla burada %100 demir içeren varsayımsal üretim için değer verilmiştir.

⁶ Çeliğe benzer şekilde, yukarıda belirtildiği gibi, çimento tipik olarak %100'den daha düşük bir klinker oranına sahiptir ve şu anda çoğu uygulama için klinkersiz çimento üretmek mümkün değildir. Burada, herhangi bir klinker oranı için eşğin hesaplanmasını sağlamak amacıyla %100 klinkerli ve klinkersiz varsayımsal üretim değerleri verilmiştir.

Verilerin karşılaştırılabilirliğini ve doğrulanmasını sağlayan sağlam emisyon hesaplama yöntemlerinin belirlenmesi dahil (IEA ne standart belirleyici ne de politika yapıcı bir kurumdur).

Aşağıda özetlendiği üzere, benzer sıfıra yakın emisyon eşik değerleri etrafında güçlü bir uluslararası yakınlaşma ortaya çıkmaktadır. Bu, özel sektörden ve çok paydaşlı girişimlerden ortaya çıkan sertifikasyon ve etiketleme sistemlerinin yanı sıra IEA tanımlarının kilit uluslararası girişimler tarafından benimsenmesi veya uygulanmasını da içermektedir.

Çelik eşikler

Hurda payına göre kademeli bir eşik de dahil olmak üzere IEA'ninkine benzer sıfıra yakın emisyonlu çelik eşikleri doğrudan ham çelik üretim sınırında uygulanmaktadır⁷ aşağıdaki standartlar veya girişimler tarafından:

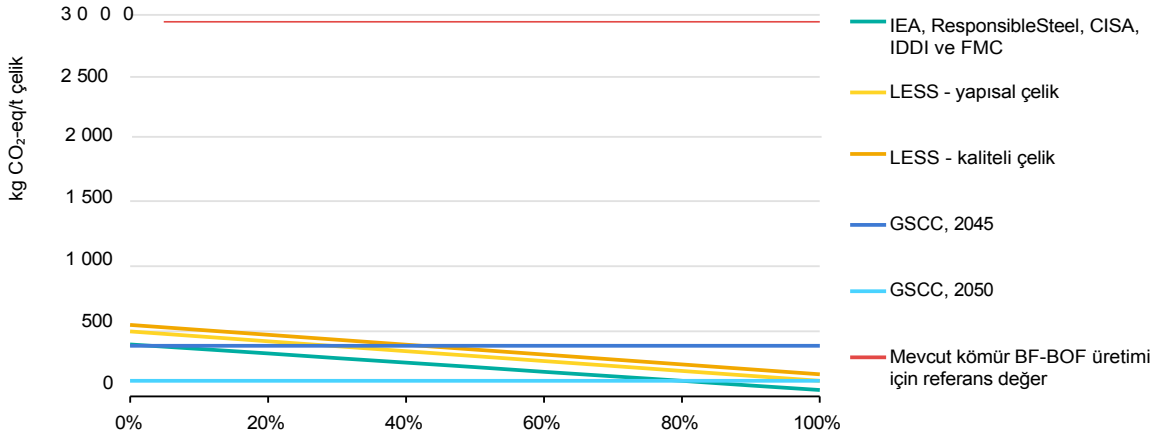
- ResponsibleSteel [Uluslararası Üretim Standardı](#) (V2.1, İlke 10), çok paydaşlı forum ResponsibleSteel tarafından, sorumlu üretimi sağlarken net sıfıra geçişi hızlandırmayı amaçlayan sertifikasyonunun bir bileşeni olarak geliştirilmiştir.
- Endüstriyel Derin Dekarbonizasyon Girişimi (IDDI) Sekreteryası [Yeşil Kamu Alımları Taahhüdünde](#) (IDDI üyesi ülkeler tarafından uygulanmasına ilişkin tartışmaların devam ettiğini belirtmektedir).
- Baowu Steel Group'un öncülük ettiği ve Ekim 2024'te [başlatılan](#) Çin Demir ve Çelik Birliği'nin (CISA) [Düşük Karbon Emisyonlu Çelik Değerlendirme Yöntemi](#).
- Ortak satın alma güçleri aracılığıyla gelişmekte olan teknolojileri ilerletmeyi amaçlayan şirketlerin küresel bir koalisyonu olan First Movers Coalition, [Çelik Taahhüdünde](#).

Diğer yaklaşımlar ek emisyonları içeren bir muhasebe sınırı kullanmaktadır. "[Düşük Emisyonlu Çelik Standardı](#)" (LESS) etiketleme ve sınıflandırma sistemi, IEA yaklaşımı temel alınarak geliştirilmiş, hurda için kayan bir ölçek uygulanmış, ancak tedarik zincirinin diğer bölümlerinde (alaşım üretimi ve sıcak haddeleme dahil) emisyon azaltımlarını daha iyi teşvik etmek amacıyla emisyonların kapsamı genişletilmiştir. Eşik, daha geniş kapsamı hesaba katmak ve daha yüksek kaliteli çelik üretiminin daha yüksek emisyonlara yol açma eğiliminde olduğunu kabul etmek için biraz yukarı doğru ayarlanmıştır.

⁷ Emisyon ölçüm metodolojilerinin ve sınırlarının bu kuruluşlar ve girişimler arasında henüz aynı olmadığı unutulmamalıdır.

[Küresel Çelik İklim Konseyi \(GSCC\) Standardı](#) - aşağıda düşük emisyon tanımları bölümünde açıklandığı gibi farklı bir yaklaşım benimsemekle birlikte - uzun vadede benzer bir hırs gerektirmektedir: 2045 yılına kadar gerekli emisyon yoğunluğu sıcak haddelenmiş çeliğin tonu başına 380 kg ila 400 kg CO₂-eq (sırasıyla uzun ve yassı çelik için) ve 2050 yılına kadar sıcak haddelenmiş çeliğin tonu başına 120 kg CO₂-eq'dir.

Seçilmiş inisiyatif ve kuruluşlardan net sıfır uç noktası ile uyumlu çelik emisyon eşiği önerileri



IEA. CC BY 4.0.

Nottlar: CISA = Çin Demir ve Çelik Birliği; IDDI = Endüstriyel Derin Dekarbonizasyon Girişimi; FMC = İlk Taşıyıcılar Koalisyonu; LESS = Düşük Emisyonlu Çelik Standardı; GSCC = Küresel Çelik İklim Konseyi; BF-BOF = yüksek fırın-bazik oksijen fırını. Sınırlar/kapsamlar bazı eşikler için farklılık göstermektedir ve bu da eşiklerin kendilerindeki bazı farklılıkları açıklamaktadır (örneğin LESS, IEA tanımına göre daha geniş bir emisyon kapsamına sahiptir). Tekliflerin çoğu statik eşiklerdir ve zaman içinde belirli bir noktaya bağlı değildir. Bunun tek istisnası, zaman içinde değişen GSCC'dir; 2045 ve 2050 eşik değerleri burada gösterilmektedir ve uzun ve yassı çelik eşiklerinin bir ortalamasıdır. "Mevcut kömür BF-BOF üretimi için referans değer", IEA'nın tanım önerilerinin emisyon sınırlarını kullanarak, açıklama amacıyla gösterilen tüm değerler için metalik girdinin hurda payının %0 olduğu varsayımsal üretimi varsaymaktadır; tipik BF-BOF üretiminin metalik girdinin yaklaşık %25-30 hurda payına sahip olduğuna dikkat edin.

Çimento ve beton eşikler

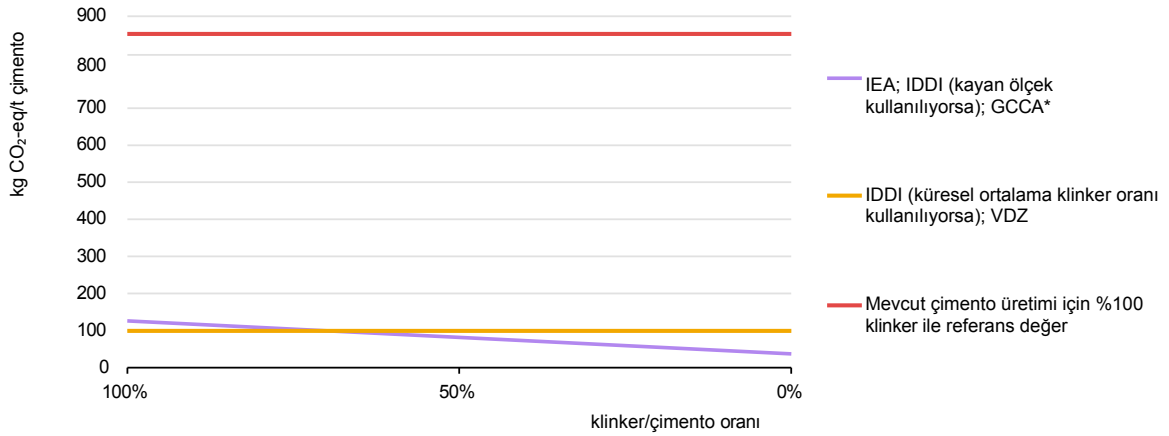
IEA tarafından önerilene benzer sıfıra yakın emisyonlu çimento eşikleri, aşağıda açıklanan değişikliklerle birlikte aşağıdaki girişimler tarafından doğrudan çimento üretim sınırında uygulanmaktadır:

- IDDI Sekreteryası, [Yeşil Kamu Alımları Taahhüdünde](#), hükümetlerin statik bir klinker-çimento oranı uygulamayı seçmelerine izin vermektedir, örneğin ortalama değerlere dayanmaktadır (küresel ortalama 0,7'dir) (IDDI üyesi ülkeler tarafından uygulanmasına ilişkin tartışmaların devam ettiğini tekrar belirtmek gerekir).
- Küresel Çimento ve Beton Birliği (GCCA), IEA tarafından önerilen aynı [sıfıra yakın emisyonlu çimento eşliğini](#) benimsemeyi önermektedir, ancak ülkelerin eşik çizgisi boyunca kendilerine uygun bir klinker-çimento oranını benimsemelerini tavsiye etmektedir. Eşik değerle karşılaştırma için emisyon yoğunluğunun brüt mü yoksa net olarak mı ölçüleceğine ilişkin olarak ("brüt" biyojenik olmayan atıklardan kaynaklanan emisyonları içerir ve "net" bu emisyonları hariç tutar),

GCCA şu anda net seçeneği tercih ederken, GCCA normalleştirme yöntemi ülkelerin kendi geleneklerine uygun alternatifini seçmelerine olanak tanımaktadır. GCCA, ürünleri eşik değerle karşılaştırmak için Çevresel Ürün Beyanlarının (EPD'ler) kullanılmasını önermektedir.

- Alman Çimento Üreticileri Birliği (VDZ), IEA'nın sıfıra yakın tanımını temel alan ancak sabit bir klinker-çimento oranı (0,7) uygulayan bir çimento sertifikasyon ve etiketleme programı başlatmayı planlamaktadır. Etiket şu şekildedir
Alman Federal Ekonomi ve İklim Eylemi Bakanlığı (BMWK) tarafından yönetilen [geniş bir paydaş sürecinin](#) sonuçlarını uygulamaktadır. EPD'ler emisyon raporlaması için kullanılacaktır. VDZ tarafından ilk çimento sertifikasyonunun 2025 yılının ilk yarısında mümkün olması beklenmektedir.

Seçilmiş inisiyatif ve kuruluşlardan net sıfır uç noktası ile uyumlu çimento emisyon eşik önerileri



IEA. CC BY 4.0.

* GCCA, ülkelerin önerilen sıfıra yakın emisyonlu çimento eşik çizgisi boyunca kendilerine uygun bir klinker-çimento oranını benimsemelerini tavsiye etmektedir.

Notlar: IDDI = Endüstriyel Derin Dekarbonizasyon Girişimi. "Mevcut çimento üretimi için referans değer", IEA'nın tanım önerilerinin emisyon sınırlarını kullanarak, gösterilen tüm değerler için %100 klinker-çimento oranına sahip varsayımsal üretimi varsaymaktadır.

Buna ek olarak GCCA, çimentodan değer zincirinin daha da aşağısına uzanan [somut tanımlar için bir öneri](#) geliştirmiştir. IEA'nın sıfıra yakın çimento eşik, GCCA 2050 Net Sıfır Yol Haritasında 2050'deki klinker oranı olan 0,52'lik sabit bir klinker-çimento oranı kullanılarak önerinin merkezinde yer almaktadır. GCCA önerisi, beton dayanımına göre kademeli bir eşiktir ve 20 megapaskal (MPa) silindir dayanımı için metre küp başına 21 kg CO₂-eq (/m³) ile 50 MPa dayanım için 36 kg CO₂-eq/m³ arasında değişmektedir. GCCA önerisi, küresel çimento üretiminin önemli bir bölümünü (%80'i Çin dışında olmak üzere küresel üretimin yaklaşık %40'ı) gerçekleştiren üyelerinin desteğine sahiptir. Bu yazının yazıldığı sırada, özellikle beton için sıfıra yakın bir emisyon eşik içeren bilinen tek büyük tanım önerisidir, dolayısıyla

Birden fazla benzer ancak biraz farklı teklifin azaltılması amacıyla endüstri ve hükümet paydaşlarının dikkate alınması için iyi bir başlangıç noktası.

Çimento ve beton eşikleri First Movers Coalition tarafından, beton eşikleri ise ConcreteZero tarafından kendi taahhüt çerçevelerinde kullanılmaktadır. Ancak, Ekim 2024 itibarıyla her ikisi de inceleme aşamasındadır ve bu nedenle bu özete dahil edilmemiştir.

Sentez ve olası sonraki adımlar

Yaklaşımlardaki bazı farklılıklara rağmen, bu çeşitli kuruluş ve girişimlerin benzer emisyon yoğunlukları etrafında birleşmesi, sıfıra yakın emisyonlu çelik, çimento ve betonun ne olduğu konusunda ortak bir zeminin oluşmakta olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla bu eşikler, devam eden ve gelecekteki ulusal düzeydeki politika gelişmelerinde dikkate alınmak üzere uluslararası korkuluklar olarak hizmet edebilir.

Bundan sonra atılacak adımlar aşağıdakileri içerebilir:

- **Paydaş istişareleri:** tanımlar konusunda ulusal endüstrileri ve diğer paydaşlarıyla henüz istişarede bulunmamış olan hükümetler için, bu tür istişarelerin gerçekleştirilmesi, ilgili yargı yetkisi dahilindeki olası uygulamaların belirlenmesine yardımcı olabilir.
- **Eşdeğerlik belirleme:** Farklı yaklaşımların eşdeğerliğini belirlemeye yönelik prosedürlerin geliştirilmesi ve ilgili durumlarda, benzer yaklaşımların birlikte çalışabilir bir şekilde kullanılabilmesi için sistemlerin birbirlerini resmi olarak tanıması şeklinde yapılmalıdır. Bu tür bir eşdeğerlik tespiti ya doğrudan ilgili tanımları, etiketleme veya sertifikasyon programlarını yönetenler tarafından ya da bu tür sistemleri politikaları dahilinde kullanan hükümetler tarafından gerçekleştirilebilir.
- **Politikaların benimsenmesi:** Tanımların hükümetler tarafından politika dahilinde resmi olarak uygulanması, bunların benimsenmesini resmileştirecek ve aynı zamanda özel sektöre gidilecek yön konusunda net bir işaret verecektir.

4. Düşük emisyon tanımlarına yönelik yeni yaklaşımlar

Sıfıra yakın emisyon tanımlarının aksine, eşik değerler üzerinde yaklaşımın ortaya çıktığı yerlerde, düşük emisyonlar için daha geniş bir yaklaşım yelpazesi önerilmektedir. Politika hedefine bağlı olarak, bu farklı yaklaşımlar uygun olabilir. Ancak, düşük emisyon tanımlarının sıfıra yakın emisyona geçişi kolaylaştırmak için kullanılmasını ve düşük emisyonlar için daha geniş bir yorum yelpazesinin açık bırakılmasının yeşil yıkamaya yol açmamasını sağlamak için dikkatli olunması gerekmektedir.

Düşük emisyonlu çelik ve çimentonun tanımlanmasına yönelik IEA Sekreteryası önerisi, şu anda kullanılan başlıca teknolojilerin **mevcut en iyi teknoloji (BAT) performansından önemli ölçüde daha düşük** emisyon performansının tanınmasına odaklanmaktadır, ancak henüz tam olarak sıfıra yakın emisyona ulaşmamaktadır. IEA düşük emisyon tanımlarının amacı, zaman içinde aşamalı olarak sıfıra yakın emisyonlara geçiş yapabilecek teknolojileri kullanan üretim için öncü pazarlar oluşturulmasına yardımcı olmaktır.

Zaman içinde artan sıklıkta uygulama yapılabilmesi ve ulusal koşulların yansıtılabilmesi için IEA tanımında A'dan E'ye kadar (değerleri sıfıra yakın emisyon tanım değerinin çarpımları olan) beş bant bulunmaktadır. Tüm bantlar, mevcut baskın geleneksel süreç rotaları için BAT performansının altında kalmaktadır (örneğin, birincil çelik için yüksek fırın - bazik oksijen fırını üretimi ve çimento üretimi için fosil yakıtlarla çalışan geleneksel bir fırın). Örneğin, bir ülke kısa vadede tüm bantları (A'dan E'ye kadar) düşük emisyonlu olarak kabul etmeyi seçebilir ve daha sonra ilgili politikadaki isteklilik hızına göre bant aralığını zaman içinde kademeli olarak azaltabilir (örneğin sadece A'dan C'ye kadar).

Diğer bazı düşük emisyon tanımlama önerileri, birden fazla kategori (harfli veya numaralı) içeren benzer bir çerçeve kullanmaktadır. Bunlar arasında yukarıda bahsedilen ResponsibleSteel, LESS ve GCCA sistemleri yer almaktadır. Bir başka örnek de Arup ve Innovate UK tarafından başlangıçta Birleşik Krallık ve daha geniş Avrupa bölgesinde kullanılmak üzere geliştirilen, ancak şimdi küresel olarak diğer pazarlar için uyarlanan [Beton için Evrensel Somutlaştırılmış Karbon Sınıflandırma Şemasıdır](#). Bu önerilerden bazıları, sadece BAT'ın altındaki performans yerine mevcut performans seviyelerini kapsayan kategoriler içermektedir.⁸

⁸ IEA (2022), [Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members](#)'a göre BAT referans değerleri aşağıdaki gibi olacaktır: Yüksek fırın-temel oksijen fırınından %100 demir ile üretilen çelik için 2 945 kg CO₂-eq/t ham çelik

Düşük emisyon tanımlarına yönelik diğer yaklaşımlar arasında aşağıdakiler yer almaktadır:

- **Sınıfının en iyisi performans:** bu tür tanımlar, örneğin bugünkü performansın en iyi %10 veya %20'sini takdir ederek veya emisyonları kademeli olarak azaltmaya yönelik önlemleri takdir ederek bugün **en iyi** performans gösterenleri tanıır. mevcut tesisler ve üretim yolları. Bu, en azından kısa vadede, BAT'tan daha düşük emisyonlu performansın tanınmasını saklı tutmak yerine, mevcut teknolojilerle BAT'ta veya BAT'tan biraz daha yüksek emisyon performansının tanınması anlamına gelecektir. Bu tür bir tanıma örnek olarak, ABD Çevre Koruma Ajansı'nın (EPA) küresel ısınma potansiyeli açısından en iyi performans gösteren %20'lik malzeme grubu için bir etiket sağlayacak olan "büyük ölçüde" daha düşük somutlaştırılmış karbonlu inşaat malzemeleri [Geçici Belirlemesi](#) (veya belirli bir proje konumunda bu tür malzemelerin bulunmaması halinde daha geniş bir tanım) verilebilir. EPA, eşik değerlerin belirlenmesini de içerecek olan [Düşük Emisyonlu Karbonlu Yapı Malzemeleri Etiket Programını](#) geliştirmeye devam etmektedir.
- **Net sıfıra giden ortalama küresel yörüngede veya altında performans:** Bu tür bir tanıma, **aşağıdaki** konularda küresel ortalama yörüngenin altına düşen üretime verilir
Net sıfır emisyon yolu; bu nedenle, dünyanın net sıfır yolunda ilerlediğini varsayarak, herhangi bir zaman noktasında performans gösterenlerin kabaca en üst yarısını tanıır. Bu, kısa ve orta vadede küresel ortalamadaki performansa, BAT'ın çok altındaki performansa ve net sıfır bitiş noktasıyla uyumlu performansa eşit tanınma verilmesi anlamına gelecektir, çünkü sadece bir tanınma kategorisi vardır. Böyle bir tanıma örnek olarak [GSCC'nin İklim Standardı](#) verilebilir. IEA 2050'ye kadar Net Sıfır Emisyon Senaryosunda genel olarak çelik üretiminin küresel ortalama emisyon yoğunluğuna dayalı bir kayma yolu belirler.

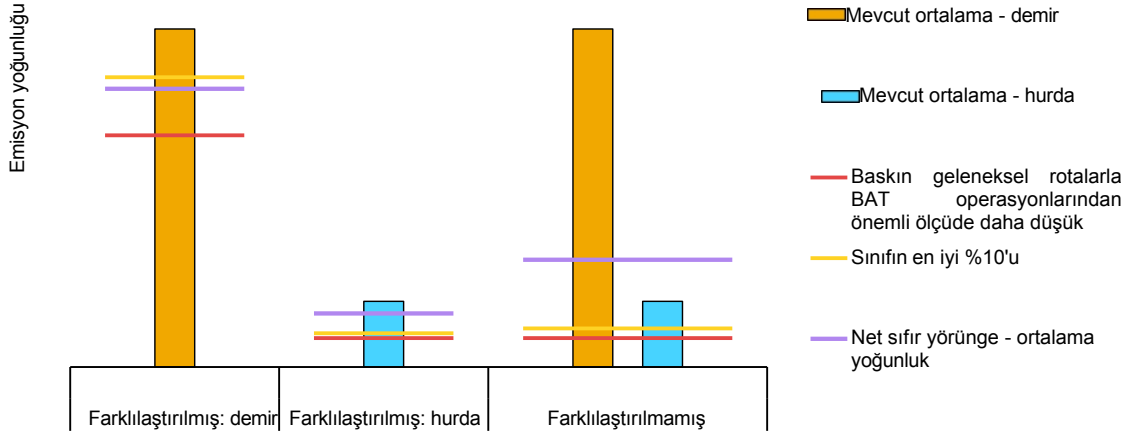
Başka hükümetlerin de şu anda düşük emisyonlu ve sıfıra yakın emisyonlu malzemeler için tanımlar üzerinde düşündüğü unutulmamalıdır. Örneğin, Avrupa Birliği şu anda [İnşaat Ürünleri Yönetmeliğini \(CPR\)](#) geliştirmekte ve Sürdürülebilir Ürünler Yönetmeliği (ESPR) çerçevesinde demir ve çelik ürünleri için gelecekte olası bir Yetkilendirilmiş Yasa için bir [hazırlık çalışması](#) yürütmektedir; bu yönetmeliklerden biri veya her ikisi de nihayetinde malzemeler için düşük emisyon ve/veya sıfıra yakın emisyon eşiklerinin veya sınıflarının belirlenmesiyle sonuçlanabilir.

Yukarıda belirtilen üç yaklaşımdan herhangi biri, hükümet politikaları ve özel sektör piyasaları da dahil olmak üzere, artan emisyon azaltımlarının teşvik edilmesine ve/veya en yüksek emisyonu neden olan üretimin aşamalı olarak durdurulmasına yardımcı olmakla uyumlu olabilir. Ancak, tasarım ve uygulamalarının özelliklerine bağlı olarak, bugünün en iyi performans gösterenlerine ve/veya ortalama emisyonu odaklanan yaklaşımlar

pülverize kömür enjeksiyonlu rota; elektrik ark ocağı rotasında %100 hurda ile üretilen çelik için 285 kg CO₂-eq/t ham çelik; ve %100 klinker ile üretilen çimento için 850 kg CO₂-eq/t çimento.

yörünge, derin emisyon azaltımları sağlayan yenilikçi teknolojilerin ölçeklendirilmesi için sadece nispeten zayıf bir çekim yaratabilir.

Çeşitli farklı yaklaşımlara göre 2030 yılında "düşük emisyonlu" çelik olarak nitelendirilebilecek performans aralığı



IEA. CC BY 4.0.

Notlar: Farklılaştırılmış = metalik girdilerin demir ve hurda paylarına göre farklı gereklilikler, burada demir %100 demir girdileri için gereklilikleri, hurda ise %100 hurda girdileri için gereklilikleri göstermektedir. Farklılaştırılmamış = metalik girdilerin hurda payına bakılmaksızın aynı gereklilikler. Değerler, benimsenen yaklaşımın eşiği ve sağlanan teşvikleri nasıl önemli ölçüde etkileyebileceğini göstermek için 2030 yılında uygulanabilecek yaklaşık değerlerdir; gerçek eşikler tasarımın özelliklerine bağlı olacaktır. "Farklılaştırılmamış" için hurda bazlı değerler "MET'ten önemli ölçüde düşük" için kullanılmıştır, çünkü çeliğe genel olarak bakıldığında en düşük emisyon yoğunluğu hurda bazlı üretimle elde edilmektedir; "Net sıfır yörünge - ortalama yoğunluk" için, demir ve hurda dahil olmak üzere tüm çelik üretiminin ağırlıklı ortalaması kullanılmıştır. "BAT" ve "Sınıfının en iyi %10'u", 2030'daki olası en iyi teknolojilerin tahmini veya 2030'da güncellenmiş bir değer yerine mevcut en iyi teknolojilere dayandığı varsayılmaktadır.

Yukarıdaki şekilde gösterildiği üzere, düşük emisyon olarak nitelendirilenler, yukarıda belirtilen üç yaklaşımdan hangisinin benimsendiğine ve ayrıca girdi malzemelerine (çelik için demir ve hurda; çimento için klinker ve tamamlayıcı çimentolu malzemeler [SCM'ler]) göre eşiklerin farklılaşıp farklılaşmadığına bağlı olarak önemli ölçüde değişmektedir.

Düşük emisyon eşikleri tasarlanırken göz önünde bulundurulması gereken faktörler arasında aşağıdakiler yer almaktadır:

- Politika veya standart geliştirme hedefinin demir ve klinker üretiminden kaynaklanan emisyonları azaltacak teknolojilerin yaygınlaştırılmasına yardımcı olmak mı yoksa hurda bazlı üretim ve kullanıma giderek daha fazla geçiş yaparak bu hedefe ulaşılabileceği ulaşılamayacağı SCM'lerin. Girdi malzemesine göre farklılaştırılmış bir eşiğin ilkini teşvik etme olasılığı daha yüksek olabilir ancak ikincisi için daha az teşvik yaratabilir; bu arada farklılaştırma içermeyen bir eşik ikincisini daha iyi teşvik edebilir ancak ilki için daha az teşvik yaratabilir.
- Sınıfının en iyisi üretim, tanımı gereği zaten mevcut olan üretdir. Bu nedenle, teknolojiye bir adım değişiklik sağlamak için nispeten zayıf bir teşvik vardır

Performans. Sınıfının en iyisi tanımlarının da zaman içindeki olası gelişmeleri yakalamak için sürekli olarak güncellenmesi gerekecektir.

- Net sıfıra giden ortalama yörünge, mevcut ortalama performansın başlangıç noktasıyla başlar; bu nedenle, yakın vadede ortalama yörünge mevcut ortalama performansın yalnızca orta derecede altındadır.
- Ülkelere ve bölgelere göre mevcut performansta önemli farklılıklar olduğu göz önüne alındığında, "sınıfının en iyisi üretim" veya "net sıfıra giden ortalama yörünge" için küresel değerlerin kullanılması, mevcut en iyi performans gösteren ülkelerin yakın vadede emisyonların daha da azaltılması için teşvik.
- Bir politikanın uygulandığı üretim payı önemlidir. Eğer bir politika bir ülkenin tüm üretimine uygulanıyorsa (örneğin en yüksek emisyonu sahip üretimi aşamalı olarak ortadan kaldırmayı amaçlayan bir emisyon yoğunluğu düzenlemesi), ortalama emisyon değerinde veya altında performans gösterilmesini gerektirir. yörüngesinin net sıfıra ulaşması, genel üretimin net sıfır yörüngesinde veya altında olmasını sağlayacaktır. Ancak, politika üretimin sadece daha küçük bir kısmı için geçerliyse (örneğin gönüllü etiketleme programı, kamu alımları politikaları), ortalama olarak tüm üretimin net sıfır yörüngesinin gerektirdiğinin altında kalması için daha iddialı gereklilikler daha uygun olacaktır.

Bu nedenle, düşük emisyon tanımlarının kullanılması, politika hedefi zaten var olan düşük emisyonlu üretimi tanımdan ziyade ilave emisyon azaltımlarını teşvik etmekse, eşik değerlerin ve bunları kullanan mekanizmaların dikkatli bir şekilde tasarlanmasını gerektirir.

5. Temel ölçüm metodolojilerinin birlikte çalışabilirliği ve net sıfır uyumluluğu için ilkeler

Emisyon ölçüm metodolojileri, tanımların yanı sıra çelik ve çimento sektörü için geçişi mümkün kılacak diğer birçok mekanizmanın temelini oluşturmaktadır. Hedeflenen amaca göre metodolojilerde bazı farklılıklar için gerekçeler olabilir (örneğin metodolojinin üretim veya ürün seviyesini hedeflemesi). Bununla birlikte, birlikte çalışabilirlik ve net sıfır uyumluluğa doğru ilerlemek⁹ farklı metodolojilerin performans hakkında net bir şekilde iletişim kurulmasına yardımcı olacak ve sağlanan bilgilerin tekrarlanabilirliğini, karşılaştırılabilirliğini ve doğrulanabilirliğini teşvik edecek, böylece net sıfır geçişin sağlanmasına ve sıfıra yakın ve düşük emisyonlu malzemeler için küresel pazarların ve ticaretin kolaylaştırılmasına yardımcı olacaktır.

IEA Sekreteryası tarafından G7 Endüstriyel Karbonsuzlaştırma Gündemi için Net Sıfır Çelik Endüstrisi için Emisyon Ölçümü ve Veri Toplama 2023 raporunda önerilen Net Sıfır Ölçüm İlkeleri; UNIDO'nun ev sahipliğinde IDDI Sekreteryası tarafından Ürün Kategorisi Kurallarının uyumlaştırılmasına ilişkin analiz ve OECD'nin ev sahipliğinde Kapsayıcı Karbon Azaltım Yaklaşımları Forumu (IFCMA) tarafından yapılan analiz de dahil olmak üzere (aşağıda özetlendiği gibi) bu yönde ilerlemek için nelere ihtiyaç duyulacağı konusunda ortak bir zemin ortaya çıkmaktadır.

Ortaya çıkan ortak anlayışın ilk alanı, politika önlemlerinin ve özel sektör girişimlerinin mümkün olan her yerde yeni metodolojiler, etiketleme araçları ve raporlama çerçeveleri geliştirmek yerine mevcut emisyon ölçüm metodolojilerini (örneğin ISO standartları, AB Çevresel Ayak İzi Yöntemleri); ürün düzeyinde emisyon raporlama, doğrulama ve etiketleme araçlarını (örneğin Çevresel Ürün Beyanları [EPD'ler], Dijital Ürün Pasaportları); ve sektörel veya üretim düzeyinde emisyon raporlama ve muhasebe çerçevelerini (örneğin Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) Ulusal Sera Gazı Envanterleri Kılavuzları) kullanması gerektiğidir. Bu, gereksiz bölünmelerin önlenmesine, çabaların tekrarlanmasının sınırlandırılmasına, özel sektör üzerindeki raporlama yükünün azaltılmasına yardımcı olacaktır.

⁹ Birlikte çalışabilirlik, farklı amaçlar ve/veya kapsamlar nedeniyle metodolojiler tam olarak aynı olmasa bile, farklı metodolojilerin tutarlı olması ve birlikte çalışabilmesi, açık ve tutarlı iletişim ve yorumlamaya olanak sağlaması anlamına gelir. Net sıfır uyumluluğu, ölçüm metodolojilerinin net sıfır geçişi için gerekli olan tüm teknolojilere uygulanabilmesi ve net sıfır geçişi lehine seçimleri teşvik edecek şekilde tasarlanması anlamına gelir.

ve emisyon verilerinin karşılaştırılabilirliğini teşvik etmek. Önceden var olan bu tür metodolojiler, araçlar ve çerçeveler geliştirilmeye, revize edilmeye ve gerektiğinde iyileştirilmeye devam edilmelidir; ancak çoğu durumda bunların sıfırdan oluşturulmasına gerek olmamalıdır. Emisyon ticareti sistemleri gibi halihazırda var olan politikalarda kullanılan ölçüm metodolojileriyle ve ayrıca AB Karbon Sınır Ayarlama Mekanizması (CBAM) gibi yeni ve gelişmekte olan politikalarla uyum ve birlikte çalışabilirliğin sağlanması da değerli olacaktır.

Bunun ötesinde, mevcut birçok metodolojinin birlikte çalışabilir ve net sıfır uyumlu hale getirilmesi için bazı revizyonlara ihtiyaç duyulacağı konusunda giderek artan ortak bir anlayış vardır. Bu amaçla IEA Sekreteryası, mevcut metodolojilerin bu revizyonlarına rehberlik etmesi için aşağıdaki Net Sıfır Ölçüm İlkelerini önermiştir (aşağıdaki kutuya bakınız). Bu ilkeler G7 tarafından [2023 G7 İklim, Enerji ve Çevre Bakanları Tebliği](#)'nin Endüstriyel Dekarbonizasyon Gündemi ekinde kabul edilmiştir. Ayrıca COP 28'de [Çelik Standartları İlkeleri](#) kapsamında yaklaşık 40 kuruluşun oluşturduğu bir koalisyon tarafından da kabul edilmiştir.

Endüstriyel emisyonlar için IEA Net Sıfır Ölçüm İlkeleri

Çelik ve çimento gibi endüstriyel sektörlerde emisyon ölçüm metodolojilerinin birlikte çalışabilirliği ve net sıfır uyumluluğuna yönelik revizyonlara rehberlik etmek üzere IEA [Sekreteryası tarafından 2023 yılında önerilen](#) IEA'nın Net Sıfır Ölçüm İlkeleri aşağıdaki gibidir:

- Hidrojen bazlı doğrudan indirgenmiş demirden üretilen çelik veya karbon yakalama ve depolama ile üretilen çimento gibi yenilikçi sıfıra yakın emisyon rotaları da dahil olmak üzere tüm tesislerden elde edilen üretim arasında birebir **karşılaştırma yapılmasını kolaylaştırmak**. Raporlama, üretim rotası, girdi malzemeleri (çelik için kullanılan hurda ve demir miktarları; çimento için klinker ve farklı SCM miktarları) ve üretilen ürün türleri (çelik için ürün ve sınıf; beton için mukavemet) dahil olmak üzere karşılaştırmayı kolaylaştırmak için gereken ayrıntıları not etmelidir.
- **Hem üretim hem de ürünler için tutarlı ve birlikte çalışabilir sonuçlar üretin** (her durum için ayrı veya birleşik standartlarda olsun). Çelik için bu, ham çelik üretimi ile mamul/yarı mamul çelik ürünleri arasında anlamına gelir. Çimento ve beton için bu, çimento üretimi ve beton ürünleri arasında anlamına gelir.
- Tedarik zincirindeki ana emisyon kaynaklarını kapsayan **kapsamlı ve şeffaf bir emisyon sınırına ve kapsamına sahip olmak**. Bu, ister tesis içinde ister tesis dışında olsun, asgari olarak aşağıdaki kaynakları içerir:
 - **Çelik için:** demir üretimi, çelik üretimi, demir cevherinden kaynaklanan enerji ile ilgili ve endüstriyel proses emisyonları (CO₂, metan ve azot oksit sera gazı emisyonları)

aglomerasyon, indirgeme maddelerinin üretimi, kireç eritkenlerinin ve elektrotların kullanımı, hammadde tedariki, fosil yakıt tedariki, düşük emisyonlu yakıt ve elektrik tedariki. Çelik ürünler için, ilgili yarı bitirme/bitirme işlemleri ve alaşım elementleri dahil edilmelidir.

- **Çimento için:** klinker üretiminden kaynaklanan enerji ile ilgili ve endüstriyel proses emisyonları (CO₂, metan ve azot oksit sera gazı emisyonları), karışımli çimento üretmek için kullanıldığında SCM'lerin üretimi, hammadde tedariki, fosil yakıt tedariki, düşük emisyonlu yakıt ve elektrik tedariki. Beton ürünler için, tüm önemli alt süreçler, SCM'lerin doğrudan beton üretimi için kullanımı ve diğer girdi malzemeleri dahil edilmelidir.
- **Emisyon kredileri ve yan ürünler için net sıfır uyumlu muhasebe kuralları uygulayın**, yani enerji sistemi için **net sıfır emisyon**a giden küresel bir yolla uyumlu ve malzemeler arasında tutarlı ve uyumlu kurallar.
- Genel emisyon tahminleri ve diğer faktörler yerine **sahaya ve ürüne özgü denetlenebilir** ölçüm **verilerinin kullanımının teşvik** edilmesi (örneğin, tipik emisyon performansından daha yüksek olan muhafazakar varsayılan değerler yoluyla ve mevcut ölçüm, raporlama ve doğrulama sistemlerinden doğrulama için en iyi uygulamalardan yararlanarak).

6. Temel ölçüm metodolojilerine ilişkin bekleyen sorular ve potansiyel sonraki adımlar

Birlikte çalışabilirlik ve net sıfır uyumluluğa doğru ilerlemek için emisyon ölçüm metodolojileriyle ilgili çözülmesi gereken birçok soru bulunmaktadır. İki geniş soru kategorisi, 1) çeşitli olasılıklar mevcut olduğunda uygun ve karşılıklı olarak kabul edilen muhasebe kuralları; ve 2) birlikte çalışabilirlik ve net sıfır uyumluluğunun nasıl operasyonel hale getirileceğini içermektedir.

Muhasebe kurallarına ilişkin cevap bekleyen önemli sorular

Emisyon kredileri ve yan ürünler de dahil olmak üzere uygun muhasebe kuralları, söz konusu raporlama sisteminin hedefine veya amacına göre metodolojiye göre değişebilir. Sıfıra yakın emisyonlu çelik ve çimento için tanımların uygulanmasına yönelik özel amaçlar doğrultusunda, mevcut düşünce net sıfır uyumlu ve/veya anlaşmaya varma olasılığı en yüksek olan aşağıdakilere işaret etmektedir:

- **CCUS için muhasebe:** IEA net sıfır senaryo analizi ile uyumlu olarak, CO₂ yakalandığında ve kalıcı depolamaya yönelik olduğu doğrulandığında (ya özel depolama veya kullanım uygulamaları yoluyla), emisyonlar sıfır olarak kabul edilmelidir. Kullanım kalıcı depolama ile sonuçlanmadığında, emisyonlar sayılmalıdır. IDDI şu anda CCUS'un muhasebeleştirilmesine ilişkin ayrıntılar üzerinde analiz ve tartışmalar yürütmektedir ve analizler muhtemelen yakında yayınlanacak bir raporda özetlenecektir.
- **Çimento üretiminde kullanılan fosil yakıt bazlı ve karışık atıkların muhasebeleştirilmesi:** Fosil yakıt bazlı atıklara [IPCC Kılavuzları](#) uyarınca bir emisyon yoğunluğu atfedilmelidir. Birincil veriler başka türlü olmadığında Karışık atıkların (hem fosil hem de fosil olmayan kökenlere sahip olması muhtemel birden fazla bileşenden oluşan atıklar) emisyon yoğunluğuna ilişkin mevcut bilgiler ışığında, %100 fosil atığı varsayan muhafazakar bir yaklaşım kullanılmalıdır.
- **Yüksek fırın cürufu yan ürünlerinin üretim ve kullanımının muhasebeleştirilmesi:** ekonomik tahsisin kullanılması, ortak bir yaklaşım hedeflenecekse şu anda IEA Sekreteryası tarafından güçlü bir aday olarak görülmektedir. Hem çelik hem de çimento için ortak bir yaklaşımın kullanılması değerlidir ve bu yaklaşım şu ana kadar en olası yaklaşım olarak görünmektedir [IDDI](#) Sekreteryası tarafından yapılan analizlere ve çelik ve çimento sektörleri arasında varılan anlaşmaya dayalı olarak her iki tarafın görüşleri arasında bir uzlaşma sağlanması

[Almanya'da tanım önerilerinin](#) geliştirilmesi.¹⁰ Cüruf tahsisi konusunda birçok farklı görüş mevcuttur; ancak geçmişte paydaşlar arasında tam bir fikir birliği sağlamanın zorluğu göz önüne alındığında, ortak bir yaklaşıma ulaşılması için hükümetlerin siyasi bir karar alması gerekebilir. Alternatif olarak, ortak bir yaklaşıma ulaşmanın gerekli olmadığı veya çok zor olduğu sonucuna varılırsa, seçilen yaklaşımı şeffaflaştırmak ve sonuçları birlikte çalışabilir hale getirmek için yaklaşımlar arasında çeviri yapmak için bir yöntem ihtiyacı duyulacaktır.

Daha fazla analiz ve tartışma gerektiren bir diğer önemli muhasebe konusu, ihtiyaç duyulan bölgesel ayrıntı düzeyi ve yenilenebilir **elektrik** kredilerinin kullanımı da dahil olmak üzere, **şebekeden kaynaklanan elektrik emisyonlarının** muhasebeleştirilmesi için uygun metodolojilerdir. Dünya Çelik Birliği şu anda Çelik Standartları İlkeleri tartışmalarını desteklemek amacıyla çelik emisyonları metodolojisi haritalama çalışmasının bir parçası olarak bu konuda bir analiz yürütmektedir. Bu konuda daha fazla tartışmaya ihtiyaç duyulması muhtemeldir.

Birlikte çalışabilirliği ve net sıfır uyumluluğu operasyonel hale getirmek için sonraki adımlar

Birlikte çalışabilirlik ve net sıfır uyumluluğun nasıl operasyonel hale getirileceğine ilişkin tartışmalar çeşitli forumlarda devam etmektedir.

IDDI Sekretaryası, [Ürün Kategorisi Kurallarının uyumlaştırılması](#) için ayrıntılı öneriler sunmuştur. Bu öneriler, IEA'nın yukarıdaki Net Sıfır Ölçüm İlkeleri ile uyumludur. IDDI Sekretaryasının temel önerilerinden bazıları, emisyon raporlamasına ek ayrıntıların eklenmesiyle ilgilidir; bu da 1) özellikle metodolojiler tam olarak kuralcı olmadığında kullanılan muhasebe metodolojilerini daha şeffaf hale getirmeye yardımcı olacak, böylece karşılaştırılabilirlik ve birlikte çalışabilirliğe yardımcı olacaktır; ve 2) emisyon eşiklerinin kullanımını mümkün kılacaktır. Ek ayrıntılar için aşağıdaki kutuya bakınız.

Dünya Ticaret Örgütü (WTO) Sekretaryası ve Dünya Çelik Birliği tarafından yürütülen Çelik Standartları İlkeleri forumu da birlikte çalışabilirliğe doğru nasıl ilerlenebileceğini tartışmaya devam ediyor. Dünya Çelik Birliği, tartışmaları bilgilendirmek için çelik ölçüm metodolojilerinin bir haritalama ve karşılaştırma çalışmasını yürütüyor. Tartışılan önemli bir konu, mevcut sınırlara ek olacak ortak bir raporlama noktası veya sınırı olasılığıdır.

Bu alanda münferit hükümetler tarafından yürütülen değerli çalışmalar da vardır ve bunların uluslararası tartışmalarda dikkate alınması önemli olacaktır - hem uluslararası ilerlemeden faydalanmak ve ilerletmek hem de

¹⁰ IEA Sekretaryası şu anda çelik ve çimento sektörlerinin bir yaklaşım üzerinde ortak bir anlaşmaya vardığı diğer yargı alanlarından haberdar değildir.

Ulusal ve bölgesel yaklaşımların tutarlılığını ve birlikte çalışabilirliğini geliştirmek. Örneğin, ABD hükümeti, ABD EPA'nın PCR [Kriterleri](#) aracılığıyla inşaat sektörünü kapsayan Ürün Kategorisi Kurallarını ([PCR'ler](#)) iyileştirmeye yönelik adımlar atmaktadır. Bu çaba, yukarıda bahsedilen IDDI Sekretaryası çabasına benzer bir amaca sahiptir ve karşılaştırılabilir sonuçlar elde etmek için ortaya çıkan muhasebe ve raporlama metodolojilerinin belirli bir sektör içinde tutarlı olmasını sağlamak için ulusal düzeyde bir yaklaşım geliştirmektedir. Buna ek olarak, Avrupa Komisyonu, [ürün çevresel](#) ayak [izleri](#) üzerine yaptığı çalışmalarını temel alarak bir ürün karbon ayak izi yöntemi geliştirmektedir. Yine bu çalışmanın amacı, sonuçların sağlamlığını, karşılaştırılabilirliğini, tekrarlanabilirliğini ve doğrulanabilirliğini geliştirmek için PCR'leri daha hassas bir şekilde tanımlamaktır.

Daha fazla şeffaflık ve birlikte çalışabilirlik için emisyon raporlama detaylarının artırılması

IDDI Sekretaryası, politikalarda ve nihayetinde ölçüm metodolojilerinin kendilerinde gereklilikler olarak emisyon raporlamasına eklenmesine öncelik verilecek kilit ayrıntıları belirlemiştir. Bu tür ayrıntılara ilişkin şeffaflık, birlikte çalışabilirliğe yönelik ilk önemli adım olacaktır. Aşağıdaki unsurlar raporlamaya öncelikli eklemeler olabilir:

- Farklı ürünler arasında karşılaştırma yapılmasını sağlamak amacıyla, ürün düzeyindeki metodolojiler için bile **emisyon yoğunluğunun ortak bir sınırla veya ortak bir raporlama noktasında** (örneğin çelik için ham çelik üretimi; çimento ve beton için çimento üretimi) belirtilmesi. Özellikle bu, metodolojilerin mevcut sınırlarının yerini almayacak, bunun yerine ortak sınır için ek bir emisyon yoğunluğu veri noktası ekleyecektir.
- Bu faktörlerin dikkate alındığı eşiklere göre değerlendirmeyi mümkün kılmak için **malzeme girdilerinin oranını** belirtin (çelik için metalik girdilerin hurda payı; çimento ve beton için klinker oranı).
- Birincil verilerden (bazı bağlamlarda özel veriler olarak da adlandırılır) elde edilen toplam emisyonların payı ve kullanılan ikincil veya varsayılan emisyon faktörlerinin kaynakları hakkında bilgi gibi bir **veri kalitesi göstergesi**.
- Herhangi bir yan ürün tahsisi veya uygulanan krediler için kullanılan yöntem ve ideal olarak bu kredilerin değeri.
- Herhangi bir alternatif yakıt kullanımıyla ilgili olarak hem **brüt** hem **de net emisyon yoğunluklarının** raporlanması.
- Özellikle metan emisyonlarının **kapsama** alınıp alınmadığı ve metan için kullanılan veri kaynağının belirtilmesi dahil olmak üzere **hangi sera gazlarının** kapsama alındığının açıkça belirtilmesi.

IDDİ Sekretaryasının tespit ettiği diğer önemli muhasebe sorunları da şunlardır:

- Azaltım talebinde bulunmak için gereken karbon depolamanın kesinliği ve süresi ve yeşil politika hedeflerinin ürün düzeyinde emisyon muhasebesine yansıtılıp yansıtılmayacağı da dahil olmak üzere **karbon yakalama, kullanma ve depolamanın** ele alınması.
- Emisyon azaltım sertifikaları ve defter ve talep kullanımı da dahil olmak üzere **alternatif gözetim zinciri modellerinin** izin verilebilirliği, tasarımı ve uygulaması. Bu amaçlar doğrultusunda, emisyon azaltım sertifikaları, birden fazla farklı üretim kaynağından gelen emisyon azaltımlarını toplamak ve bunları tek bir üretim kaynağına kredilendirmek için sertifikaların/kredilerin kullanılması anlamına gelecektir (bu yaklaşım bazıları tarafından emisyon azaltımları için "kütle dengesi" yaklaşımı olarak adlandırılmıştır ve sertifikalı olan ve olmayan fiziksel ürünler için kütle dengesi gözetim zinciri yaklaşımlarından farklıdır). Kayıt ve talep, fiziksel ürünlerin kullanım kredilerinden ayrılması anlamına gelir; yani, belirli bir emisyon seviyesindeki üretim, bu üretimi fiziksel olarak satın almadan bağımsız olarak bir kullanıcı tarafından satın alınabilecek ve "talep edilebilecek" bir performans kredisi oluşturacaktır.

Bu sorunların çözümüne yönelik bir ara adım olarak, şeffaflık sağlamak ve karşılaştırılabilirliğe yardımcı olmak amacıyla her biri için kullanılan muhasebe seçenekleri de emisyon raporlamasında belirtilebilir.

Metodolojilerin uluslararası düzeyde gözden geçirilmesi muhtemelen zaman alacaktır. Aşağıdakiler de dahil olmak üzere çok sayıda paydaşın liderliğine ihtiyaç vardır:

- **Standart kuruluşları**, özellikle ISO dahil olmak üzere uluslararası standart kuruluşları, bölgesel standardizasyon [kuruluşları](#) ve ISO'nun [üye ulusal standart kuruluşları](#) (NSB'ler), denetledikleri standartlar için genel standart geliştirme süreçlerini koordine eden ve aynı zamanda sürdürülebilirlik standartları sistemleri ve akreditasyon kuruluşlarından oluşan küresel bir ittifak olan [ISEAL](#)'in üyeleridir.
- Uluslararası standartlara uzman bakış açıları ve teknik girdilerle katkıda bulunan **özel sektör ve hükümet dışı paydaşlar, katılımcılar** ve endüstri, sivil toplum ve akademi dahil **çok paydaşlı girişimler** geliştirme faaliyetleri.
- Endüstri tarafından yaygın olarak kullanılan ancak Dünya Çelik Birliği gibi **özel** standardizasyon kuruluşlarının dışında kalan metodolojiler ve raporlama araçları geliştiren veya bunları denetleyen özel **sektör çelik ve çimento birlikleri** [CO₂ Metodolojisi](#) ve [Yaşam Döngüsü Envanteri \(LCI\) Metodolojisi](#) ile GCCA, [Çimento CO₂](#) ve [Enerji Protokolü](#) ve [EPD Aracı](#) ile.
- **Hükümetler**, ilgili standart geliştirme faaliyetlerine katılım da dahil olmak üzere (örneğin, kendi NSB'lerine katılım yoluyla) bu tür süreçleri teşvik etmeli ve bunlara açıklık getirmelidir. Bu özellikle aşağıdakiler için önemlidir

Devam eden politika geliştirme süreçleriyle tutarlılığı sağlamak ve iki yönlü bir diyalog olarak görülebilir - bir yandan standartların geliştirilmesi, ilgili olduğu durumlarda, standartların politikalarda kullanımını kolaylaştırabilir ve diğer yandan, hükümetler tarafından politika amaçları için metodolojilerin geliştirilmesi, ilgili olduğu durumlarda, uluslararası toplumun yararı için birlikte çalışabilir standartların geliştirilmesine geri beslenebilir.

Metodolojilerin uluslararası düzeyde birlikte çalışabilirliğini geliştirmek için izlenebilecek bir dizi olası yol vardır. Potansiyel olarak güçlü bir aday, ISO'da halihazırda devam eden kapsamlı bir standardizasyon çalışması olduğu göz önüne alındığında, hükümetlerin, endüstrinin ve diğer paydaşların ISO süreçlerine daha fazla katılımı olabilir. Hükümetlerin ve endüstrinin ISO süreçlerine katılımı için olası yollara örnek olarak şunlar verilebilir:

- **Teknik Komitelerle (TC'ler) doğrudan etkileşim:** İlgili [TC'ler](#)le etkileşimin artırılması, standartlara katılım için en doğrudan yolu sağlayacaktır geliştirme süreçleri. Koordineli bir şekilde yapılırsa bu, diğer forumlardaki (örneğin IDDI, Çelik Standartları İlkeleri, IEA WPID, İklim Kulübü) tartışmalardan çıkan önerilerin dikkate alınması için doğrudan bir yol olabilir.
- **Kesişen bir Çalıştay Anlaşmasına liderlik etmek:** ISO, belirli bir TC'nin dışında kalan belirli bir çıktıya (örneğin bir dizi kılavuz) yönelik işbirliği yapmak için bir [Uluslararası Çalıştay Anlaşması \(IWA\)](#) imkanı sunmaktadır. Bu daha geniş tartışmalar için ve birden fazla standartta faydalı olabilecek değişiklik türleri hakkında ortak bir anlayış geliştirmek için faydalı bir yol olabilir. Standartlarda fiilen uygulanabilmesi için, böyle bir sürecin herhangi bir sonucunun ilgili TC'lere geri götürülmesi ve olağan ISO konsensüsüne dayalı süreçler yoluyla değerlendirilmesi gerekecektir.

Uluslararası standart geliştirme süreçlerine katılım için dikkate alınması gereken başka seçenekler de olabilir. ISO ve potansiyel olarak diğer ilgili standart geliştirme süreçleri de dahil olmak üzere, ileriye dönük en iyi yolu belirlemek için tartışmaların sürdürülmesi gerekmektedir.

Ölçüm metodolojilerinin birlikte çalışabilirliği ile yakından ilgili olan ve gelecekteki çalışmalarda dikkate alınması gereken birkaç konu daha vardır. Bunlar arasında: metodolojilerin birlikte çalışabilirliğini ve karşılaştırılabilirliğini sağlamada dijital araçların kullanımı, birincil/özel verilerin kullanılabilirliğini ve kullanımını artırmaya yönelik yollar ve birincil verilerin mevcut olmadığı durumlarda ikincil verilerin kalitesini, erişilebilirliğini ve uyumunu artırmaya yönelik çabalar yer almaktadır. Bu tür konularda çeşitli ülkelerde halihazırda devam eden çabalar bulunmaktadır - uluslararası işbirliğinin ve bilgi alışverişinin artırılması daha iyi bir küresel tutarlılık sağlayacak ve muhtemelen çabaların tekrarlanmasını azaltacaktır.

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA)

Bu çalışma IEA Sekretaryasının görüşlerini yansıtmaktadır, ancak IEA'nın bireysel üye ülkelerinin veya herhangi bir fon sağlayıcı veya işbirliğisinin görüşlerini yansıtmak zorunda değildir. Bu çalışma, herhangi bir özel konu veya durum hakkında profesyonel tavsiye niteliği taşımamaktadır. IEA, çalışmanın içeriği (eksiksizliği veya doğruluğu dahil) ile ilgili olarak açık veya zımni hiçbir beyan veya garanti vermemektedir ve çalışmanın herhangi bir şekilde kullanılmasından veya çalışmaya güvenilmesinden sorumlu olmayacaktır.



Konu için ve IEA'nın [CC lisanslı içeriği için bildiri](#), Bu çalışma a [Creative Commons Attribution 4.0 Uluslararası Lisansı](#) ile lisanslanmıştır.

Aksi belirtilmedikçe, şekil ve tablolarda sunulan tüm materyaller IEA verileri ve analizlerinden elde edilmiştir.

IEA Yayınları Uluslararası
Enerji Ajansı Web Sitesi:

www.iea.org

İletişim bilgileri: www.iea.org/contact

Fransa'da IEA tarafından dizildi - Kasım 2024

Kapak tasarımı: IEA

Fotoğraf kredileri: © Shutterstock