

Düşük Karbonlu ve Sıfıra Yakın Karbonlu Çimento İçin Tanımlar

Global Çimento ve Beton Birliği
Ekim 2024

İçindekiler

GCCA'nın Düşük Karbonlu ve Sıfıra Yakın Karbonlu Çimento Tanımları Hakkındaki Görüş Beyanı	2
1. Arka Plan	3
2. Giriş	3
3. Ürün Karbon Ayak İzinin Raporlama Yöntemi: EPD'ler	3
4. Düşük Karbonlu ve Sıfıra Yakın Karbonlu Çimento İçin IDDI Tanımları	4
5. Çimento eşikleri için IEA (Uluslararası Enerji Ajansı) kayar ölçeği	5
6. Atıklardan kaynaklanan emisyonların muhasebeleştirilmesi	6
7. Bir ülke tarafından gerekli görülmesi halinde çimento tanımlarının "normalleştirilmesi"	7
8. Önerilen sıfıra yakın tanımın GCCA Küresel Yol Haritası ile uyumluluğu	7

GCCA'nın Düşük Karbonlu ve Sıfıra Yakın Karbonlu Çimento Tanımları Hakkındaki Görüş Beyanı

GCCA aşağıdaki tavsiyelerde bulunmaktadır:

1. Düşük Karbonlu ve Sıfıra Yakın Karbonlu Çimento için IEA tanımlarının benimsenmesi (Şekil 1) ve ülkeler tarafından statik klinker-çimento oranının kullanılması,
2. Çevresel Ürün Beyanları (EPD'ler) karbon ayak izi raporlamasının temeli olmalı ve atık CO₂e emisyonlarının işlenmesi konusunda ISO 21930:2017 ve EN 15804 standartları kabul edilmelidir.

Klinker-çimento oranına ilişkin ulusal ortalamalara bağlı olarak her ülke, Alman örneğine benzer şekilde (bkz. Bölüm 5) uygun statik klinker-çimento oranını seçebilir.

Düşük karbon tedarikinde karar kriteri olarak kullanılan EPD'ler, bir ürünün karbon ayak izini ölçmek için tercih edilen yöntemdir. EPD'ler yerleşik standartlardan, yaygın altyapıdan, Küresel Isınma Potansiyeli (GWP) göstergesinin dâhil edilmesinden, inşaat profesyonelleri arasında aşinalıktan ve her yaşam döngüsü aşamasında çevresel etkilerin net tanımlarından yararlanmaktadır.

"Net" GWP muhasebesi EN 15804 ve ISO 21930 ile uyumlu olacak şekilde seçilmiştir ve bu seçim, çevre için iyi olan bir uygulamayı özendirmektedir. "Net" GWP muhasebesi ayrıca Net Sıfır Emisyonlu Beton için GCCA 2050 Çimento ve Beton Sanayi Yol Haritası ile de uyumlu olup Çimento CO₂ ve Enerji Protokolüne dâhil edilmiştir.

"Net" teriminin seçilmesi şu anlama gelmektedir:

- Bölüm 4'te açıklanan çimento bant aralıkları CO₂e/t çimento için "net" değerleri göstermektedir
- Bant aralığına göre değerlendirilen her bir çimento ürünü için, çimento ürününün EPD'sindeki "net" GWP değeri seçilmelidir.

1. Arka Plan

GCCA, 2021 yılında dünyanın önde gelen çimento ve beton şirketlerinin ortak taahhüdü olan Net Sıfır Emisyonlu Beton için 2050 Çimento ve Beton Endüstrisi Yol Haritasını¹ yayınlamıştır. Bu şirketler, kamu alımları politikası aracılığıyla düşük karbonlu çimento ve beton ürünlerine olan talebin teşvik edilmesini talep etmişlerdir. Bu alım politikalarının bir parçası ise, düşük karbonlu ve sıfıra yakın karbonlu çimento ve beton için yapılan tanımlardır.

GCCA yeni bir tanım seti oluşturmayı tercih etmemiş, bunun yerine, Bakanlık Düzeyinde Temiz Enerji Platformu Endüstriyel Derin Karbon Giderme Girişimi (IDDI) ile çalışmayı seçmiştir.

IDDI, kamu ve özel kuruluşların küresel çaptaki bir koalisyonudur. IDDI'nin temel hedeflerinden birisi, düşük karbonlu ve sıfıra yakın karbonlu çimento, beton ve çelik için tutarlı tanımlar sunmaktır. IDDI, IEA'nın düşük karbonlu ve sıfıra yakın karbonlu çimento ile ham çelik için tanımlarını² sağlam bir başlangıç noktası olarak kullanmakta ve gerektiğinde bunları geliştirme, iyileştirme ve düzeltme süreçlerine katkıda bulunmaktadır.

IDDI tarafından bu tanımlara yönelik istenen kilit prensipler şunlardır:

- Çimento ve çelik için kullanılan bant aralığı kavramının aynısı: yani sıfıra yakın emisyonlar bandına kadar, giderek azalan düşük karbon ayak izi ile birlikte E ile A arasındaki bantlar
- Tüm ülkelerde satın alımlarda kullanılabilecek bir sistem
- Tüm ülkelerin ilerlemeyi raporlayabilmesini mümkün kılan ve ortak bant aralığı seviyelerinin kullanımıyla ülkeler arasında karşılaştırma yapılabilmesini sağlayan bir sistem.

Düşük karbonlu ürün alımı, bir ülkedeki tipik tedarik ve inşaat uygulamalarına uygun olarak çimento seviyesinde veya beton seviyesinde olabilir.

İnşaat sektörünün çimento satın almasının ve betonun proje sahalarında karıştırılmasının tipik olduğu ülkelerde, düşük karbon alımı çimento seviyesinde olmalıdır. Bunun için ise IDDI, sağlam bir başlangıç noktası olarak IEA (Uluslararası Enerji Ajansı) metodolojisini benimsemiştir.

2. Giriş

Bu belgede, sağlam bir başlangıç noktası olarak IEA tanımlarının kullanıldığı küresel bir çimento bant aralığı sistemi tavsiye edilmektedir. Rakamsal tanımlar, "sıfıra yakın" karbon emisyonları bandını içeren aralıklar için bir ton çimento ürünü başına gömülü karbondioksit eşdeğeri (ECO_{2e} /t) birimi cinsinden ifade edilmektedir. Bu belgenin geri kalanında gömülü karbondioksit eşdeğeri (ECO_{2e}) için "karbon ayak izi" terimi kullanılacaktır.

3. Ürün Karbon Ayak İzinin Raporlama Yöntemi: EPD (Çevresel Ürün Beyanları)'ler

Düşük karbonlu inşaat ihalelerinde bir ürünün karbon ayak izini (GWP) ölçmek için EPD'ler (Çevresel Ürün Beyanları) tercih edilen yöntemdir. Bunun nedenleri şunlardır:

1. **Yerleşik Standartlar:** Tüm inşaat malzemeleri için EPD oluşturulmasına yönelik net kurallar mevcut olup, karşılaştırmalar daha kolay yapılabilmektedir.
2. **Küresel Altyapı:** EPD'leri oluşturma ve doğrulama sistemi dünya çapında hâlihazırda mevcuttur veya geliştirilmektedir.

¹Küresel Çimento ve Beton Birliği (2020). Net Sıfır emisyonlu Beton için GCCA'nın 2050 Yılı Çimento ve Beton Sanayi Yol Haritası. <https://gccassociation.org/concretefuture/wp-content/uploads/2022/10/GCCA- Concrete-Future-Roadmap-Document-AW-2022.pdf>(2020)

² Uluslararası Enerji Ajansı. (2022) G7 Üyelerinde Net Sıfır Emisyonlu Ağır Sanayi Sektörlerine Ulaşmak. <https://www.iea.org/reports/achieving-net-zero-heavy-industry-sectors-in-g7-members>

3. **Karbon ayak izi göstergesi:** Her EPD'de karbon ayak izi değerlendirmesini basitleştiren bir GWP göstergesi vardır.
4. **Sektöre Aşına Olmak:** İnşaat profesyonelleri, diğer karbon ayak izi yöntemlerinden ziyade EPD'lere daha aşınadır.
5. **Şeffaflık:** EPD standartları ve Ürün Kategori Kuralları (PCR'ler), her ürün yaşam döngüsü aşamasında hangi çevresel etkilerin dikkate alındığını açıkça tanımlamaktadır.

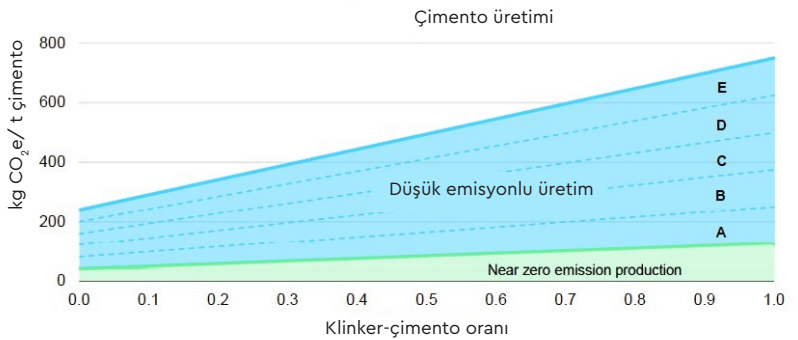
EPD'ler, karbon ayak izi de dâhil olmak üzere çevresel etkiye dayalı olarak ürünlerin tutarlı şekilde karşılaştırılmasını sağlamayı amaçlar. Mevcut durumda bu amaca mükemmel bir şekilde ulaşamamış olsa da bu durum, EPD'lerin şu anda güvenle kullanılabilmesini engellemez. Standartlarda, veri tabanlarında, yaşam döngüsü kapsamalarında ve yorumlama yöntemlerinde tutarsızlıklar devam etmekte olup IDDI bunların ele alınması üzerinde çalışmalar yürütmektedir. Bu arada herhangi bir metodoloji, yerel düzeyde küresel karşılaştırmalara olanak sağlamak için mevcut varyasyonları hesaba katmalıdır. Bu belgede yer alan GCCA tavsiyesi bunu başarmaktadır.

4. Düşük Karbonlu ve Sıfıra Yakın Karbonlu Çimento İçin IDDI Tanımları

IEA kendisine ait "G7 Üyelerinde Net Sıfır Emisyonlu Ağır Sanayi Sektörlerine Ulaşmak" raporunda düşük emisyonlu ve sıfıra yakın emisyonlu çimento (bir ton çimento başına kg CO₂e) için küresel bir etiketleme sistemi önermiştir. Bu sistemde çimentolar, klinker/çimento oranına göre farklılaşmakta ve sıfıra yakın emisyonlardan düşük emisyonlu A, B, C, D ve E çimentolarına kadar altı emisyon performans etiketi kategorisi tanımlanmaktadır (Şekil 1).

Sıfıra yakın karbonlu çimento etiketi için IEA, %100 klinker içeriğine sahip çimento için ton başına 125 kg CO₂e eşliğini önermektedir. %0 klinker için IEA, en fazla emisyonu neden olan, ölçeklenebilir alternatif çimento bileşeni olarak günümüzde kullanılan kalsine edilmiş kili göz önünde bulundurarak, ton çimento başına 40 kg CO₂e değerini önermektedir. "Düşük emisyonlu" çimento olarak nitelendirilen ve E olarak etiketlenen maksimum emisyon yoğunluğu, %100 klinker içeriğine sahip çimentonun bir tonu başına 750 kg CO₂e olarak belirlenmiş olup, bu oran teorik klinker faktörü 0 olan çimentonun bir tonu başına 240 kg CO₂e'ye düşmektedir. Bu eşik, IEA'nın CEM I %100 klinker çimentosu için en iyi mevcut teknoloji referans değeri olan ton çimento başına 850 kg CO₂e'nin yaklaşık 100 kg CO₂e (veya %12) altına ayarlanmıştır. Geriye kalan A-D bantları, aralarında eşit boşluk olacak şekilde ayarlanmıştır.

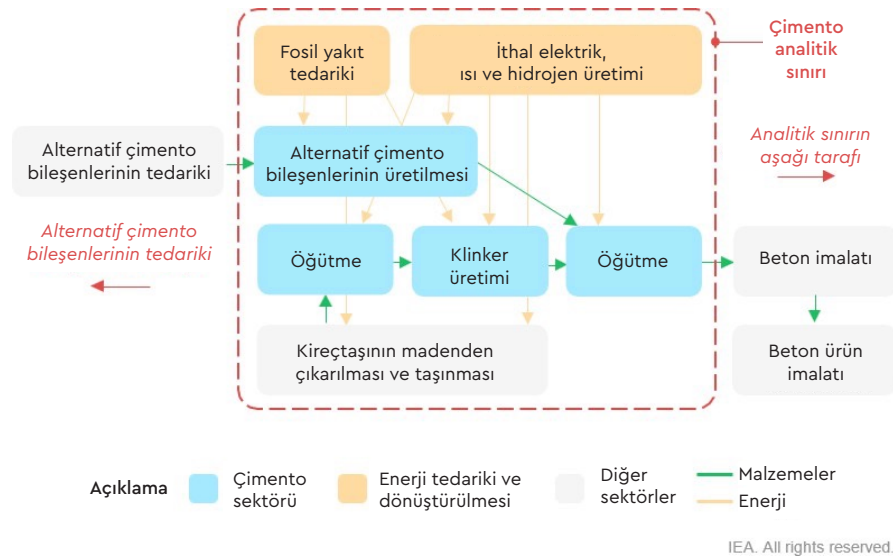
IEA tarafından dikkate alınan analitik sınır (Şekil 2), EPD tanımları açısından ifade edilmemiştir; esas olarak EPD yaşam döngüsü aşamaları "A1-A3" hakkındadır; bununla birlikte uçucu kül ve GBBS (Granüle yüksek fırın cürufu) gibi alternatif çimento bileşenlerinin üretiminden kaynaklanan emisyonları hariç tutmaktadır ki bu emisyonlar, EN 15804 standardına göre ekonomik tahsis kullanılarak hesaba katılmalıdır. Atıklardan kaynaklanan emisyonlar ise EPD standartlarından farklı şekilde ele alınmaktadır (bkz. Bölüm 6.0).



Not: Düşük emisyonlu üretim eşikleri için Teknik Eke bakınız

IEA. All rights reserved.

Şekil 1²: Düşük Karbonlu ve Sıfıra Yakın Karbonlu Çimento İçin IEA Tanımları

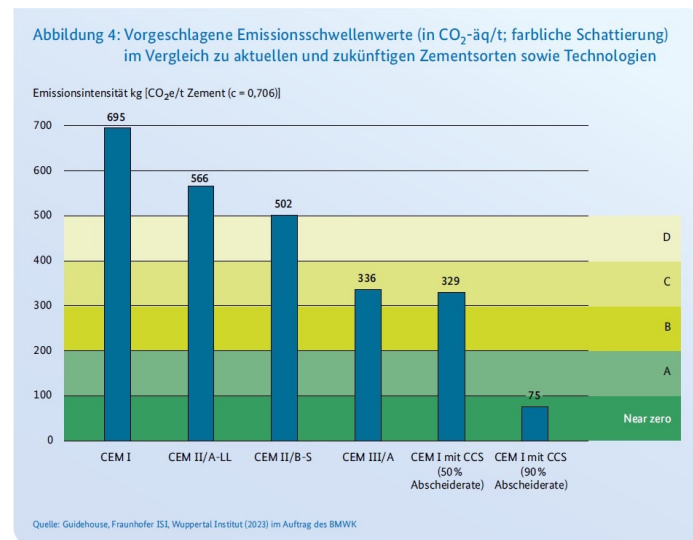


Şekil 2²: Sıfıra yakın emisyonlu çimento üretiminin tanımlanmasına yönelik IEA analitik sınırı

5. Çimento eşikleri için IEA kayar ölçeği

IEA tarafından önerilen "kayar ölçek" metodolojisi, çimento etiketleme eşiğini klinker-çimento oranının bir fonksiyonu olarak belirlemektedir. Bu yaklaşım, çimento emisyonlarını azaltmak için ikincil çimentolu malzemelerin (SCM'ler) kullanımını engellemekte, böylece kilit bir karbonsuzlaştırma kaldırıcına yönelik teşvik önemli ölçüde sınırlandırılmaktadır.

İDDİ tarafından ülkelerin sabit bir klinker-çimento oranı kullanılmasına izin verilmektedir. Almanya bu hakkını kullanmış ve 0,706'lık statik bir klinker-çimento oranını kabul etmiştir (Şekil 3). Almanya hâlihazırda kapsamlı olarak bir karbosuzlaştırma kaldırıcı uygulamıştır (alternatif yakıt) ve bu nedenle tam olarak IEA'nın önerdiği gibi³, Almanya'da E bandı kullanılmamaktadır.



Şekil 34: Alman Ekonomi ve İklim Bakanlığı tarafından statik klinker-çimento oranının kabulü

³ Sayfa 128 Uluslararası Enerji Ajansı. (2022) G7 Üyelerinde Net Sıfır Emisyonlu Ağır Sanayi Sektörlerine Ulaşmak. <https://www.iea.org/reports/achieving-net-zero-heavy-industry-sectors-in-g7-members>

⁴ Leitmärkte für klimafreundliche Grundstoffe (2024), Konzept des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)

6. Atıklardan kaynaklanan emisyonların muhasebeleştirilmesi

Fosil yakıtların ve birincil hammaddelerin yerini almak üzere çimento üretiminde atıkların birlikte işlenmesi, sektörün döngüsel ve net sıfır karbonlu ekonomiye doğru uzun süredir devam eden bir katkısı olup, toplumlara önemli bir hizmet sunmaktadır. Çimento sektörü, yeniden kullanımı ve başka bir şekilde geri dönüşümü mümkün olmayan atıkları kullanarak, fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılmasına, atıkların ve gereksiz CO₂ emisyonlarının azaltılmasına katkıda bulunmaktadır. Bu birlikte işleme süreci, Avrupa gibi bazı yerlerde yaygındır ve belirli bir ölçektir (enerji talebinin %50'sinden fazlası), ancak toplumsal atık, açık yakma, plastik kirliliği ve katı atık sahalarından kaynaklanan metan emisyonlarını ele almak için güvenli bir çözüm olarak kabul edilmesine rağmen küresel olarak ortalama yalnızca %6'dır¹.

ISO 21930:2017⁶ ve EN 15804⁷ standartlarına göre, bir çimento Çevresel Ürün Beyanında (EPD) yalnızca ikincil yakıtların (yani "atık olmayan" yakıtların) kullanımından kaynaklanan etkilerin dikkate alınması gerekmektedir. Atık kullanımından kaynaklanan etkiler, 'kirleten öder' ilkesi kullanılarak dikkate alınmaktadır. Yani, atık işlemeyen kaynaklanan emisyonlar, atık durumunun sonuna ulaşıncaya kadar atığı üreten ürün sistemine atanmalıdır. Başka bir deyişle birlikte işlenen atıklar olduğu sürece, EPD'nin "net" emisyonlara dayalı olması gerekir⁸.

Metanın önlenmesiyle ilgili başkaca GWP tasarrufları da vardır. Dünyanın bazı bölgelerindeki çimento fırınlarında atık kullanımı, her ikisi de metan emisyonlarına yol açabilen kontrolsüz çöp sahalarını ve depolama alanlarını önlemekte veya önlemeye yardımcı olabilmektedir. Bu belgede önerilen yöntemde, söz konusu metan emisyonlarının önlenmesinin, atıkların alternatif yakıt olarak kullanılmasıyla üretilen çimentoya (ve dolayısıyla betona) atfedilmesi önerilmemektedir.

Çimento sektöründe uzun yıllardır, biyogenik emisyonlar hariç olmak üzere, yakıt olarak kullanılan biyokütle dışı atıktan kaynaklanan emisyonlar düşüldükten sonra kalan toplam emisyonları ifade etmekte "net" GWP kullanılmaktadır. (Biyogenik emisyonlar hariç toplam emisyon olan "brüt" ifadesinin tersine (GWP Toplam) kullanılmaktadır). Yukarıda görüldüğü gibi EPD standardı ISO 21930:2017 ve EN 15804'te, birlikte işlenen atık olduğu sürece EPD'deki GWP değeri "net" emisyonlara dayanmalıdır. EPD'yi doğrulayan kişi, yakıt olarak kullanılan biyokütle dışı atığın atık durumunu kontrol etme sorumluluğuna sahiptir.

Örnek olarak, Almanya, sıfıra yakın ve düşük karbonlu çimento (Şekil 3) için IEA(Uluslararası Enerji Ajansı) sayısal tanımlarını benimseyen ilk ülke olup EN 15804 hesaplama kurallarını ve çimento EPD'lerinde (Çevresel Ürün beyanına) karşılık gelen GWP (Küresel Isınma Potansiyeli) değerlerini kullanmaktadır.

Bir ülkede ürün EPD raporlamasına ilişkin yerleşik uygulama, yukarıda açıklanan ve örneğin Almanya'da kullanılan "net" yaklaşımdan farklıysa (yani bir yandan çimentoya atıktan kaynaklanan önlenen CO₂ emisyonlarını ("brüt") atfetmemek veya diğer yandan önlenen metanı çimentoya atfetmek), ülkedeki uygulamayı yansıtmak için ülke bantlamasındaki rakamsal değerleri değiştirmek amacıyla 7. bölümde açıklanan normalleştirme süreci kullanılabilir.

Şu husus belirtilmelidir ki, çimento sanayinin CO₂ Enerji ve CO₂ Protokolü⁹ uyarınca kapsam 1 emisyonlarının endüstriyel veya üretim raporlaması, "brüt" raporlamanın yanı sıra "net" raporlamayı da içermektedir.

⁵ Cembureau (sene belirtilmemiş): "Birlikte İşleme Nedir". Şu adreste bulunabilir: https://cembureau.eu/media/hbdhvp0s/what-is-co-processing-brochure_pm-version.pdf

⁶ Binalarda ve inşaat mühendisliği çalışmalarında sürdürülebilirlik – İnşaat ürünleri ve hizmetlerinin çevresel ürün beyanlarına ilişkin temel kurallar (ISO Standart No. 21930:2017)

⁷ EN 15804- İnşaat çalışmalarının sürdürülebilirliği – Çevresel ürün beyanları – Yapı ürünlerinin ürün kategorisine ilişkin temel kurallar.

⁸ Küresel Çimento ve Beton Birliği. (2024). EPD'lerde Atıktan Kaynaklanan GWP Emisyonları.

⁹ Küresel Çimento ve Beton Birliği / ECRA GmbH. (2020). Çimento CO₂ ve Enerji Protokolü, Internet Kılavuzu. <https://www.cement-co2-protocol.org/en/>

7. Bir ülke tarafından gerekli görülmesi halinde çimento tanımlarının "normalleştirilmesi"

EPD'ler, karbon ayak izi de dâhil olmak üzere çevresel etkiye dayalı olarak ürünlerin tutarlı şekilde karşılaştırılmasını sağlamayı amaçlar. Mevcut durumda bu amaca mükemmel bir şekilde ulaşılammıştır. Standartlarda, veri tabanlarında, yaşam döngüsü kapsamalarında ve yorumlama yöntemlerinde tutarsızlıklar devam etmekte olup IDDI bunların ele alınması üzerinde çalışmalar yürütmektedir. Bu arada bu metodoloji, küresel karşılaştırmaların yerel seviyede yapılabilmesi için mevcut varyasyonları hesaba katmaktadır.

Bu belgede önerilen çimento sınıflandırmalarını kullanabilmek için, çimento ürününün karbon ayak izinin EPD metodolojisine göre hesaplanması gerekir. Daha spesifik olmak gerekirse:

- Standartlar: EN 15804+A2, PCR-001 – Çimento ve yapı kireci (EN 16908)
- Veri tabanı: Ecoinvent
- Kapsam: beşikten kapıya (A1-A3)
- Atık CO₂e muhasebesi: "Net" emisyon muhasebesi kabul edilmiştir, ancak metanın önlenmesi dikkate alınmamıştır (bkz. bölüm 6.0).

Uygulamaların yukarıdaki hususlardan farklı olduğu ülkelerde, çimento tanım değerlerinin çevrilmesine izin verilerek ülke uygulamalarıyla tutarlı hale gelmeleri sağlanır. Bu mekanizmaya "normalleştirme" denir.

Normalleştirme yukarıda listelenen dört küresel hesaplama seçeneğiyle hesaplanan küresel bant aralığı karbon ayak izi değerlerini; yerel standartları, veri tabanını, kapsamı ve atık kaynaklı emisyon muhasebesini yansıtan yerel bant aralığı değerlerine dönüştürecektir. Örneğin bir ülke atık muhasebesi için "brüt" GWP bildiriyorsa ve atıkların yakılmasından kaynaklanan tipik emisyonlar brüt emisyonların %10'unu temsil ediyorsa, çimento bant aralıkları %10 yukarıya kayacaktır.

8. Önerilen sıfıra yakın tanımın GCCA Küresel Yol Haritası ile uyumluluğu

Farklı klinker/çimento oranları için 40 ila 125 kg CO₂e/t çimento arasında değişen tavsiye edilmiş sıfıra yakın tanımı, GCCA'nın 20501 yılına kadar karbonsuzlaştırma yol haritasındaki sıfır hedefi ile uyumludur, zira GCCA yol haritasında doğal karbon emilimi de (yeniden karbonatlaşma) hesaba katılmaktadır. Karbon emilimi, IPCC AR6'da¹⁰ ve EN 15804'te⁷ kabul edilmiştir.

Karbon emiliminin (yeniden karbonatlaşma) miktarını tayin etmek için GCCA yol haritasında, IVL metodolojisi kademe 1'den¹¹ alt sınır kullanılmıştır. Klinker/çimento oranı 1,0 olan bir çimento için bu alt sınır değeri 105 kg CO₂e/tondur (525 kg CO₂e/t "process" emisyonlarının %20'si).

Bu 105 kg CO₂e/t bir alt sınırdır ve dolayısıyla 125 kg CO₂e/tonluk "sıfıra yakın" tanım değerine küçük bir farkla uyumludur.

Son olarak belirtilmelidir ki hem GCCA küresel yol haritası hem de önerilen küresel tanımlar, atık emisyonları için aynı muhasebeyi benimsemek konusunda birbiriyle tutarlıdır (bkz. Bölüm 6.0).

Bu broşür, Global Çimento ve Beton Birliği (GCCA) izni ile TÜRKÇİMENTO (Türkiye Çimento Sanayicileri Birliği) tarafından Türkçeye çevrilmiştir.

¹⁰ İklim Değişikliği Hakkında Hükümetler Arası Panel (IPCC). (2023). AR6 Sentez Raporu. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>

¹¹ "Çimento ihtiva eden ürünlerde CO₂ emilimi" www.ivl.se/co2-uptake-concrete