

Ocak 2023

AB ÇİMENTO ENDÜSTRİSİNDE İKİNCİL HAMMADDE KULLANIMI SORULAR VE CEVAPLAR

İkincil hammaddelerin kullanımı, döngüsel bir yaklaşım uygularken ve atıkları en aza indirirken, AB çimento endüstrisini karbondan arındırmak için önemli bir fırsat sağlar. CEMBUREAU ve üyeleri bunu göz önünde bulundurarak, yerel düzeyde, ulusal düzeyde ve Avrupa düzeyinde topluluklarla ve politika yapıcılarla bu tür ikincil malzemelerin çimento üretiminde oynayabileceği kilit rol hakkında proaktif çalışmalar yürütmektedir.

Bu soru-cevap belgesiyle, endüstrinin ikincil malzemelerin rolüne ilişkin anlayışına ve bunların sektördeki kullanım durumuna ilişkin genel bir bakış sağlanması amaçlanmaktadır.

1. Klinker/çimento/beton imalatında hangi tür ikincil malzemeler kullanılmaktadır?

Çimento endüstrisinde kullanılan ikincil malzemeler şunlardır:

Diğer (çoğunlukla endüstriyel) proseslerden veya toplumsal sektörlerden kaynaklanan atık malzemeler veya yan ürünler olarak tanımlanan ve klinker üretiminde doğal ham maddelerin yerine kullanılan **alternatif hammaddeler (AHM'ler)**. Klinker pişirme prosesinde AHM olarak kullanılan tipik atıklar arasında uçucu külün yanı sıra kullanılmış dökümhane kumu ve demir-çelik imalat endüstrisinden kaynaklanan artıklar yer alır.

Tamamlayıcı çimentomsu malzemeler (TÇM'ler), doğal malzemeler (kireç taşı, puzolanlar, kalsine kil, vb.) veya diğer endüstriyel proseslerden kaynaklanan yan ürünler (yüksek fırın cürufu, uçucu kül¹, silis dumanı, vb.) olup, çimento üretiminde klinkerin yerini alabilecek ya da beton üretiminde hidrolik veya puzolanik aktivite ile sertleştirilmiş betonun özelliklerine katkıda bulunabilecek geri dönüştürülmüş ince betondur.

İkincil malzemeler ayrıca beton üretiminde işlenmemiş agreganın yerine kullanılır ve bu önemli döngüsel ekonomi faydaları sağlar, ancak bu belgenin odak noktası klinker ve çimento üretimidir.

İkincil malzemelerin (AHM'ler ve TÇM'ler) kullanımı, Avrupa'daki çimento ve beton endüstrisi için çok önemlidir ve CEMBUREAU 2050 Karbon Nötrlüğü Yol Haritasında belirtildiği gibi, 2050 yılına kadar karbon nötrlüğüne sağlanmasında kilit bir rol oynamaktadır.

¹ Uçucu kül ve yüksek fırın cürufu, özelliklerine ve kaynağına bağlı olarak hem AHM'ler hem de TÇM'ler olarak kullanılabilir.

2. AHM ve TÇM'leri kullanmanın faydaları nelerdir? AHM ve TÇM'lere ilişkin olarak çimento endüstrisinin hedefleri nelerdir?

İkincil malzemelerin kullanımı, Avrupa'daki çimento endüstrisi için çok önemlidir ve 2050 yılına kadar karbon nötrlüğünün sağlanmasında kilit bir rol oynamaktadır. Klinker, çimento üretiminin en yoğun CO₂ içeren kısmı olduğu için, özellikle klinker-çimento oranını azaltarak, çimento üretiminin karbondan önemli ölçüde arındırılmasına imkan tanımaktadırlar. Ayrıca, AHM'lerin ve TÇM'lerin kullanımı tamamen döngüsel; çünkü bu ürünlerden bazıları diğer endüstrilerden kaynaklanan atıklar veya yan ürünlerdir.

Hedeflere bakıldığında, AHM'lerin kullanımına ilişkin olarak CEMBUREAU, 2030 yılına kadar karbondan arındırılmış malzemeler kullanılarak proseslerden kaynaklanan CO₂'de 2030 yılına kadar %3,5 ve 2050 yılına kadar %8'e varan azalma öngörmektedir. TÇM'lerin kullanımı ve klinker-çimento oranı ile ilgili olarak CEMBUREAU, çimentoda ortalama klinker oranının 2030'a kadar %77'den %74'e (bu, AB'de çimento üretimi için doğal hammadde kullanımının yılda 5 milyon ton azaltılması anlamına gelir) ve 2050 yılına kadar %65'e (yılda 20 milyon ton daha az doğal ham madde kullanımı) düşürülmesini hedeflemektedir.

3. AHM kullanmanın olumlu bir çevresel etkisi varsa, daha fazla AHM kullanmak için hangi adımları atıyorsunuz?

AB çimento endüstrisi sürekli olarak daha fazla AHM kullanmaya çalışıyor.

2020 yılında AB'de klinker üretimi için kullanılan AHM'lerin doğal ham maddelere oranı ortalama olarak %4,2'ydi ve bu da çimento endüstrisinde kullanılan yaklaşık 7,6 milyon ton atık ve yan ürüne karşılık gelmektedir. Bu miktarın bir kısmı karbondan arındırılmış malzemelerden, yani bileşimlerinde kalsiyum oksit (CaO) içeren malzemelerden oluşur. Bu karbondan arındırılmış malzemeler, CO₂ emisyonlarının azaltılmasına önemli ölçüde katkıda bulunur. 2020'de AB düzeyinde karbondan arındırılmış malzemelerin kullanımı 350 kilo tonu aşkın CO₂ emisyonunu önlemiştir.

AHM'lerin kullanımı, uygun kalitede önemli miktarda malzemeye erişim gerektirir. Ayrıca, AHM'nin tüm inorganik kısmı klinker yapısına ve nihai olarak da çimento ürününe dahil edildiğinden, bu malzemelerin kimyasal bileşiminin klinker ve çimentonun kimyasal bileşimi ile uyumluluğunun yakından izlenmesi gerekir. AHM'nin değerlendirilmesinden ve gerekli kriterleri sağlamak için laboratuvar testlerinin yapılmasından çimento fabrikasının kalite kontrol departmanı sorumludur.

Diğer önemli faktörlerden biri, AHM'lerin coğrafi olarak erişilebilirliği açısından tesisler arasındaki önemli farklılıklardır. CEMBUREAU, alternatif hammaddelerle ilgili 2022 tarihli çalışması kapsamında, Avrupa Çimento Araştırma Akademisi'ni (ECRA) yedi Avrupa ülkesinde klinker, çimento ve beton üretiminde kullanılan tüm ikincil malzemelerin envanterini çıkarmakla görevlendirmiştir. Tablo oldukça çeşitlidir ve birçok parametrenin etkisi vardır².

Bu alanda en gelişmiş ülke, klinker üretiminde Alternatif Hammaddelerin Doğal Ham Maddelere oranının AB ortalamasının birkaç katı (%15) olduğu Avusturya'dır. Avusturya, uzun yıllardır Avrupa Komisyonu Düzenli Depolama Direktifini sıkı bir şekilde uygulamaktadır ve atıkların toplanmasını, tasnif edilmesini ve kısımlara ayrılmasını sağlayan gelişmiş bir atık yönetim sistemi kurmuştur. Avusturya çimento sektöründe, çoğunluğu atık seramik, kiremit ve tuğla olmak üzere çok çeşitli

² <https://www.cembureau.eu/media/ez5mwmpq/220502-ecra-alternative-raw-materials-study.pdf>

alternatif hammaddeler kullanılmaktadır. Bunlar başka hiçbir Avrupa ülkesinde aynı ölçüde kullanılmamaktadır.

Yukarıda açıklandığı gibi CEMBUREAU, Karbon Nötrlüğü Yol Haritasında çok iddialı hedefler belirlemiştir ve karbondan arındırılmış malzemeler kullanılarak proses CO₂ emisyonlarının 2030 yılına kadar %3,5 ve 2050 yılına kadar %8'e varan oranlarda azaltılmasını öngörmektedir. Bu nedenle CEMBUREAU, kireç taşının bir kısmının yerini alabilecek ve CO₂ emisyonlarının önlenmesine katkıda bulunabilecek yeni atık malzemeler ve yan ürünler bulmak için sektörler arası bir yaklaşım için şu anda gerçekten mükemmel bir fırsat olduğuna inanmaktadır.

4. TÇM'lerin kullanımı ne durumda? Klinker-çimento oranını azaltmak için hangi adımları atıyorsunuz?

CEMBUREAU adına hazırlanan Avrupa Çimento Araştırma Akademisi (ECRA) çalışmasına göre, klinker-çimento oranının düşürülmesi için şunlar gerekir ³ :

- Kısa vadede, AB genelinde önemli ölçüde farklılık gösteren TÇM'lere erişim. Örneğin, bazı ülkeler ve çimento fabrikaları, çelik ve kömür gibi diğer sektörlerle yakınlıkları nedeniyle daha yüksek bir TÇM erişiminden yararlanmaktadır.
- Klinker-çimento oranını azaltmak için yeni uygun malzemelerin belirlenmesi. Aslında, "geleneksel" TÇM'ler olan yüksek fırın cürufu ve uçucu külün, çelik ve enerji sektörlerinin karbondan arındırılmasıyla birlikte düşmesi beklenmektedir. Bu nedenle çimento üretimine entegre edilecek diğer TÇM'lere bakılması gerekir.
- Ayrıca, çimento işletmecilerinin klinker ikame malzemelerinin çimento ve dolayısıyla beton kaliteleri üzerindeki etkisini dikkatli bir şekilde değerlendirmesi gerekir.
- Klinker-çimento oranını düşürme çabalarımıza eşlik eden standardizasyon da kolaylaştırıcı bir rol oynamaktadır. Avrupa çimento sektörü, aslında AB düzeyinde uyumlulaştırılmış standardizasyon sürecinin tıkanmasından etkilenmiştir ve bu da yeni düşük karbonlu çimentoların piyasaya sürülmesinde gecikmeye neden olmuştur. Bu durum, sektörü 2050 yılına kadar inşaat değer zincirinin karbondan arındırılmasına katkıda bulunmak üzere düşük karbonlu çimentoların AB pazarına girmesine imkan tanıyacak olan yeni EN 197-5 standardını geliştirmek için uyumlulaştırılmamış bir yol keşfetmeye yöneltmiştir. Uyumlulaştırılmamış yeni bir standart olan EN 197-6 karar aşamasındadır. Uyumlulaştırılmış sistemin tekrar çalışmasını sağlamaya yönelik çözümler, daha düşük klinker-çimento oranlarının elde edilmesine yardımcı olacaktır.
- Son olarak, uyumlulaştırılmamış standart hazırlığında teknik dosya ve yeni malzemelerin yeterli kalite değerlendirmesinin yapılması için tipik sürenin 4-5 yıl olduğunu hatırlatmamız gerekir.
- AB düzeyinde ve ulusal düzeydeki kamu politikaları da TÇM'lerin mevcudiyeti ve erişilebilirliği açısından önemli bir rol oynamaktadır (bkz. soru 6).

5. Daha fazla TÇM kullanmak ve klinker-çimento oranını azaltmak için somut hedefleriniz ve planlarınız nelerdir?

CEMBUREAU'nun Karbon Nötrlüğü Yol Haritasına göre, AB'de klinker-çimento oranı 2017'de ortalama %77'den 2050'de ortalama %65'e düşecektir. Bu azaltma çalışmalarını yürütürken,

³ <https://www.cembureau.eu/media/ez5mwmpq/220502-ecra-alternative-raw-materials-study.pdf>

endüstrinin iki ana ikame ürün (granül yüksek fırın cürufu ve kömür yakıtlı enerji santrallerinden çıkan uçucu kül) için alternatif arayışlarına devam etmesi ve bu arayışların hızlandırılması gerekecektir. Çimento endüstrisi, kömür yakıtlı enerji santrallerinin aşamalı olarak kaldırılmasının uçucu kül (şu anda toplam ikame maddelerin %10'u) arzını sınırlayacağını ve çelik prosesinin karbondan arındırılmasının yüksek fırın cürufunun (şu anda toplam ikame maddelerin %33'ü) kullanılabilirliğini azaltabileceğinin farkındadır.

Bugün bile, ikame maddelerin büyük bir kısmı doğal puzolanlar, kireç taşı veya bitümlü şeyl ve kalsine kil ve silis gibi geleneksel olmayan ikame maddeler değerlendirilmektedir. Atık akışlarından elde edilen puzolan malzemeleri ve diğer endüstrilerden gelen cüruf gibi gelecekte kullanılabilecek diğer malzemeleri incelemek için ek araştırmalar devam etmektedir. Ulusal mevzuata ve piyasa koşullarına bağlı olarak bu ikame maddeler beton imalat aşamasında da eklenebilir.

CEMBUREAU'da, mevcut standardizasyon süreciyle birlikte performans göstergelerine dayalı yeni çimentolar için daha iyi bir standardizasyon sürecinin piyasalar üzerinde teşvik edici bir etkiye sahip olacağına inanıyoruz. Çimento şirketleri ve Ar-Ge enstitüleri çalışmalarını çimentodaki klinkerin kalsine kil ve ince beton gibi yeni malzemelerle ikame edilmesi üzerinde yoğunlaştırmaktadır. Bazen yalnızca bölgesel olarak bulunabilen diğer malzemeler de araştırılmaktadır.

6. AHM'leri ve TÇM'leri daha da artırmak için AB düzeyinde ve ulusal düzeyde uygulanan başarılı politikalar nelerdir?

AB'nin Yeşil Mutabakatının önemli kısımlarından biri, Mart 2020'de yayımlanan ve genel atık miktarını azaltmak için ürünlerin geri dönüştürülebilirliğini ve yeniden kullanımını iyileştirmeye odaklanan Döngüsel Ekonomi Eylem Planıdır. Bu Eylem Planı, AB ekonomisi genelinde daha fazla döngüsellik sağlamak için AB atık politikasının gözden geçirilmesini destekleme fırsatı sunar. Eylem Planını tamamlayıcı olarak CEMBUREAU şunların yapılması gerektiğine inanmaktadır:

- Atık düzenli depolama AB genelinde yasaklanmalı ya da Üye Devletler tarafından yüksek oranda vergilendirilmeli ve AB dışına atık ihracatı en aza indirilmelidir.
- Ayrı atık toplama için AB genelinde uyumlulaştırılmış bir model atık yönetimini basitleştirebilir, kaynak akışlarının verimliliğini artırabilir ve iş için ikincil malzemelere daha iyi erişim sağlayabilir.
- Engelsiz AHM arzı ve ikamesi için gereken yüksek yatırımların finansmanı.

Ayrıca, örneğin Avrupa Teknik Değerlendirmesi (ETA) yoluyla yeni çimentoların ulusal standardizasyonu önemli bir kaldıraç etkisi yaratacaktır. Çimento fabrikalarının yeni malzemelerle testler yapılması ve bunları klinker ve çimento üretiminde kullanabilmesi için bölgesel düzeyde izin uygulamasının kolaylaştırılması önemlidir.

7. Bazı AB şirketlerinin halihazırda klinker-çimento oranı önemli derecede daha düşüktür. AB çimento endüstrisinde bu tür hedeflere neden şu anda ulaşamıyor?

Aslında bazı şirketler, özellikle, klinker-çimento oranını düşürmenin alternatif bir yolu olarak yüksek fırın cürufu temin etmek için çelik şirketleriyle ortak girişimler gerçekleştirerek önemli miktarda klinker ikame malzemeleri kullanmaktadır. Bazı AB ülkelerinde normal bir çimento olarak görülen CEM-III C, halihazırda bu ürünlerle benzer klinker-çimento oranlarına sahiptir. TÇM'lerin sınırlı mevcudiyeti Avrupa'daki çimento ürünlerinin çoğuna önemli bir katkı sağlamak için yeterli olmadığından, bu tür çözümlerin ölçeklenebilir olmadığı unutulmamalıdır.

8. AB'deki klinker-çimento oranı neden Hindistan gibi bir ülkedekinden daha yüksek?

Hindistan ve AB'nin mutlak bir karşılaştırması yanıltıcı olur, çünkü her bölgedeki özel koşulların dikkate alınması gerekir.

Çimento imalatında amaç her zaman şantiyede sağlam bir performans sağlamaktır. Ancak, çimentonun performansını (klinker-çimento oranı dahil) değerlendirmek için kullanılan çimento standartları dünya genelinde tek tip değildir. Hindistan'ın BIS çimento standardı, birçok açıdan Avrupa EN veya Amerikan ASTM çimento standardından farklıdır. Tabii ki, Hindistan'ın çimento standardı pazar, mevcut malzemeler ve ortam koşulları açısından Hindistan'ın şartlarına uyarlanmıştır. Bu, incelik, çimento öğütmenin elektrik tüketimi ve ayrıca betonun metreküpü başına çimento içeriği ve ilgili su-çimento oranı açısından önemli farklılıklara neden olur. Genel olarak, Hindistan'daki klinker-çimento oranı AB'dekinden daha düşük olmasına rağmen, benzer beton ürünler için betonun metreküp başına çimento içeriği daha yüksektir. Sonuç olarak, anlamlı bir karbon ayak izi değerlendirmesi yapabilmek için tüm değer zincirinin (klinker-çimento-beton üretimi) etkisinin dikkate alınması gerekir.

9. Çimento üretiminde ikincil hammadde kullanımının halk sağlığına etkisi ne olabilir?

Çalışanlar ve paydaşlar için sağlık ve iş güvenliğinin sağlanması çimento sektörünün en önemli önceliklerinden biridir. AHM'lerin ve TÇM'lerin üretim sürecinde kullanımı, AB mevzuatına ve ulusal mevzuata katıyen uyularak gerçekleştirilir.

Çimento üretim sürecinde alternatif hammaddelerin kullanımına ilişkin çerçeve, çok çeşitli kontrol ve izleme önlemlerinden oluşur. Bu önlemler, tesis operatörünün teknik bilgisinin ve güvenilirliğinin yasal olarak öngörülen onayını ve tesisin onaylanmış en son teknolojiye ve çevrenin korunmasına yönelik yüksek ulusal standartlara uygun olması şartını kapsar. Örneğin, Avusturya'da 2016 yılında, çimento üretim tesislerinde alternatif hammaddelerin kullanımına ilişkin teknik yönergeler hazırlanmıştır. Bu yönergeler, alternatif hammaddelerin kullanımının, ilgili hammaddelerdeki kimyasal elementler için belirli sınır değerlere ve organik içerikli ham maddelerin kullanımına ilişkin ek hükümlere tabi tutulduğu bir ihtiyat ilkesini izler. Ayrıca, ilgili malzemelerin numune alma ve analiz sürecine ilişkin katı gereklilikler ve bunların fırına beslendiği yer, gereken minimum sıcaklık ve kabul edilebilir miktarlara ilişkin olarak özel koşullar geliştirilmiştir. Bu genel çerçeve ile çalışanlar ve paydaşlar için sağlık ve güvenliğin yanı sıra yüksek çevre standartları garanti edilmektedir.
