

Çimento Üretiminde Sıfır Karbonlu Yakıtlara Geçiş

Birçok ülkede çimento üreticileri, geleneksel kömür ve petrol kokundan alternatif yakıtlara geçiş için yakıt konusunda hali hazırda önemli ölçüde yatırım yapmış durumdadır. Gerçekten de, çimento endüstrisi, hem malzeme geri dönüştürme hem de enerji geri kazanımının birleşimi (birlikte işleme olarak adlandırılır) yoluyla atıklardan elde edilen alternatif yakıtları kullanmaktadır. Günümüzde, atık biyokütle dahil alternatif yakıtlar, çimento endüstrisi yakıt bileşiminin %44'ünü oluşturmaktadır (Get the Numbers Right (GNR) projesi 2016). Uygulamakta olduğumuz Düşük Karbonlu Yol Haritası doğrultusunda amacımız, 2050 yılı itibarıyla bu oranı %60'a çıkarmaktır. Bu, yakıt kaynaklı CO₂ emisyonlarında %27'lik bir azalma sağlayacaktır.

Çimento üretiminde yüksek karbonsuzlaştırma seviyelerinin elde edilebilmesi için, fırın içindeki kimyasal reaksiyonların gerçekleştirilmesi amacıyla ihtiyaç duyulan yanma enerjisinin bir kısmının hem geleneksel hem de “yeni geliştirilen” karbonsuz ya da sıfıra yakın emisyon kaynaklarından sağlanması gerekecektir. Bu makalede, mevcut ve olası uzun vadeli çözümlere kısa bir genel bakış sunulmaktadır.

Alternatif yakıtlar ve birlikte işleme

Birlikte işleme, termal bir süreçte, atıklardan malzeme geri dönüşümü ve enerji geri kazanımının eş zamanlı olarak gerçekleştirilmesidir. Bu işlem, enerji geri kazanımı ve malzeme geri dönüşümünü birleştirdiği için, döngüsel ekonomi ilkelerine endüstriyel bir yanıt teşkil etmektedir. Çimento endüstrisi, atıkları yakıt olarak kullanarak enerji arz güvenliğine de katkıda bulunmaktadır. Çimento endüstrisinde, aşağıdakiler dahil olmak üzere çeşitli faktörlerden dolayı prensip olarak geri dönüştürülemeyen atıklar kullanılmaktadır:

- Geri dönüşüm her zaman ekonomik açıdan uygun olmayabilir
- Geri dönüşümlü ürüne yönelik yeterli bir pazar mevcut olmayabilir
- Geri dönüşüm aslında ekolojik açıdan en iyi seçenek olmayabilir (örneğin, CO₂ ayak izini artırması nedeniyle)

Mevcut durumda, çimento fabrikalarında alternatif yakıtların payının %95'e kadar artırılmasına karşı teknik bir sınırlama yoktur. Bu seviyeye ulaşmak, büyük ölçüde, yeterli düzenleyici koşullarının varlığına ve uygulanmasına, atık akışlarının doğru bir şekilde ön işlemden geçirilmesine ve atık akışlarına erişim sağlamak için ekonomik olarak eşit şartların var olmasına bağlı olacaktır.

ECOFYS adlı firmanın Nisan 2017 tarihinde yayınlanan “AB çimento tesislerinde atıkların birlikte işlenmesine dair durum ve beklentiler” başlıklı araştırmasına göre, AB-28 ülkelerindeki alternatif yakıtların oranı %44'ten %60'a çıkartıldığı takdirde, atıktan enerji üretecek ilave santral yatırımı yapılmayarak, 12,2 milyar avroya kadar tasarruf elde edilecek ve yıllık 26,0 milyon ton CO₂ emisyonu önlenecektir.

Birlikte işlemenin başlıca itici güçleri; atıkların ayrı toplanmasına yönelik teşvikler, tüm AB Üye Devletlerinde çöp sahasında atık depolama yasağının uygulanması ve fırınlarda atık kullanımına yönelik izinlerin düzenlenmesine ilişkin bürokratik işlemlerin azaltılmasıdır.

Ayrıca, birlikte işleme ile ilgili potansiyel, söz konusu malzeme geri dönüşüm şeklinin ve bunun Avrupa'nın iddialı geri dönüşüm hedeflerine ulaşılması yönündeki katkısının kabul edildiği yasal ve düzenleyici tedbirlerle daha da artırılabilir.

Biyokütle

Çimento üretiminde kullanılan atık biyokütle, işleyen döngüsel ekonominin harika bir örneğidir. Diğer işlemlerde ekonomik olarak geri dönüştürülemeyen biyokütle, çimento endüstrisinin benzersiz "birlikte işleme" işlemi kullanılarak geri dönüştürülebilmektedir. Önceden en az bir kere başka bir amaç için kullanılmış ve değer zincirinde en düşük noktaya ulaşmış olan atık biyokütlenin kullanımı, bu biyokütlenin enerji/mineral içeriğinin çimento ürününde geri dönüştürülmesini sağlamak ve değer zincirini etkili bir şekilde yeniden başlatmaktadır.

Atık biyokütle, öngörülebilir gelecekte çimento fırınında kullanılan yakıt karışımının değerli bir kısmı olmaya devam edecektir. Bununla birlikte, tüm fırın yanma ısı talebi için biyokütle yakıtlarının kullanılmasını kısıtlayan teknik kısıtları ve piyasa kısıtlarını içermektedir:

- Öncelikle ve en önemlisi, endüstriyel termal kullanımlara uygunluk açısından önemli belirsizlikler söz konusudur. Atık toplama alanının varlığı, iyileştirilmiş geri dönüşüm süreçleri, atıktan enerji üreten tesislerin talepleri ve kalite sorunları (örneğin, yapı kerestesi üzerindeki tutkallar ve koruyucular) dahil bir takım faktörler nedeniyle biyokütle yakıt kaynaklarının arzı sınırlıdır. Buna bağlı olarak, biyokütle, çimento fırınları için yalnızca kısmi bir çözüm sağlamaktadır.
- Örneğin kereste üretimi ve kullanımından elde edilen %100 biyokütle yakıtların da avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Doğal odunlar, genellikle yüksek nem içeriğine sahip olduğundan geleneksel yakıtlardan daha düşük ısıl girdi sağlamaktadırlar. Ayrıca, yalnızca elektrik üretimi için üretilen odun yakıtlarının sürdürülebilirliğin güvenirliliği konusunda soru işaretleri vardır.
- Atık odunlar, boya, vernik, tutkal ve koruyucu maddeler ile işlem görmüş olmaları durumunda çevre açısından sorun teşkil edebilmektedir. İnşaat tedarik zincirine giren tutkallı odunlarda bir artış trendi vardır ve bunun, gelecekte atık bertarafı sorununun büyümesine neden olabileceği düşünülmektedir. İz elementlerin varlığı da yüksek ikame seviyelerinde sorun teşkil etmektedir.

Atık biyokütle, doğal ağaç bazlı biyokütle ve atık odun kullanımı ile ilgili sınırlamalara rağmen, biyokütle çimento sektörü için çözümün bir parçası olmaya devam edecektir. Ayrıca, çimento fırınındaki karbon yakalama teknolojileriyle birleştirildiğinde bu doğal enerji kaynaklarının, potansiyel olarak “net negatif” karbon ayak izi sağlayabileceğinin bilinmesi de önemlidir.

Kullanılmış lastikler, geri dönüştürülebilir ancak geri dönüştürülmüş ürüne talebin yetersiz olduğu bir atık türü örneğidir. Lastiklerin önemli miktarda biyojenik karbon içerdiği (doğal kauçuk içeriği nedeniyle yaklaşık %27), dolayısıyla fosil yakıtlarla ilişkili CO₂ emisyonlarında doğrudan azalmaya yol açtığı unutulmamalıdır. Çimento üretim süreci, lastiğin özgün bileşenlerinden eş zamanlı olarak enerji geri kazanımı ve malzeme geri dönüşümü gerçekleştirilmesi imkanı sunmaktadır. Kullanılmış lastikler, yüksek ısı değere sahip olduğundan çimento endüstrisi için ideal bir yakıt niteliği taşımaktadırlar. Aynı zamanda, yüksek bir demir ve silika içeriğine sahip olmaları, malzeme geri dönüşümü açısından mükemmel bir özelliktir ve çimento endüstrisinin birincil ham madde tüketimini azaltmasına olanak sağlamaktadır.

Atık su arıtma çamuru da klinker üretim sürecinde hem alternatif yakıt hem de ham madde olarak kullanılabilir biyokütle yakıtlara iyi bir örnektir. Atık su arıtma çamuru, bir çimento fırınında işleminden geçirildiğinde, kömüre kıyasla nispeten yüksek net ısı değere ve daha düşük karbon dioksit emisyon çarpanına sahiptir. Çimento fırınlarında çamur kullanılması, atık su arıtma çamurunun güvenli ve çevreye duyarlı bir şekilde bertaraf edilmesi konusundaki soruna da çözüm sunabilmektedir. Fırındaki yüksek sıcaklık nedeniyle, atık su arıtma çamurunun organik içeriği tamamen yok olurken, çamur mineralleri, pişirme işleminden sonra klinkere bağlanacaktır.

Elektrifikasyon

Elektrik şebekesi karbonsuzlaştıkça, yenilenebilir/düşük karbonlu elektrik, gelecekte fırın ısısının sağlanması için olası ancak teknik olarak zorlu bir fırsat sağlayabilir. Geleneksel yakıtlarla çalıştırıldığında, çimento fırını sistemi, en az 1450°C sıcaklık gerektiren bir tepkimenin gerçekleşmesi için yaklaşık 2000°C sıcaklığa sahip bir alev kullanmaktadır. Fırına ilişkin önemli özellikler arasında alevin uzunluğu, sıcaklığı ve ısıyı ham maddelere nasıl aktardığı yer almaktadır. Teorik olarak, karbonsuzlaştırılmış enerji, elektromanyetik olarak üretilen plazma yaratmak için kullanılabilir. Çimento üretiminde plazma teknolojisi kullanımının mevcut bir örneği bulunmamakla birlikte, atık arıtma sektöründe, çalışmakta olan plazma teknolojisi konusunda benzer örnekler mevcuttur. İhtiyaç duyulan elektrik miktarı (ortalama bir fırın için yaklaşık 300MWe olarak tahmin edilmektedir), maliyeti ve mevcut durumda bu tür yeni bir fırının tasarımı için gerekli teknik bilgiler endüstri tarafından araştırılmaktadır.

Hidrojen

Karbondan tamamen arındırılmış bir gelecekte ve doğal gazın tam potansiyelinin henüz kullanılmadığı ve CO₂ emisyonlarında hala önemli tasarruflar sağlayabileceği göz önünde bulundurulduğunda, hidrojen, şebekedeki doğal gazın kısmen de olsa yerine konabilecek gazlardan biridir. Farklı üretim süreçlerinin çevresel verileri temelinde kategorize edilmiş olan çeşitli hidrojen türleri (mavi, gri, yeşil) bulunmaktadır. Yeşil hidrojen yenilenebilir elektrik kullanmaktadır ve potansiyel olarak, geleneksel yakıtlar ve biyokütle ile ilişkili olarak ortaya çıkan CO₂ emisyonlarına sebep olmadan çimento fırınında yanma yakıtı olarak kullanılabilir.

Bu elbette yeterli miktarda yenilenebilir enerjinin olmasına ve hem enerjiyi hem de endüstriyel varlıkları dönüştürmek için bununla bağlantılı çok büyük yatırımların yapılmasına bağlıdır. Nitekim, hidrojen çimento üretim sürecinde test edilmemiştir ve sahip olduğu özellikler, geleneksel yakıt gereksiniminin sadece kısmen yerine geçebileceğine işaret etmektedir. Hidrojen kullanımı, fırın sisteminin fiziksel yönlerini, yakıtın kütleli akışlarını, sıcaklık profilini, ısı transferini ve tesisin güvenlik hususlarını etkileyebilmektedir. Bir çimento fırını sisteminde kısmi hidrojen kullanımına ilişkin olasılıkların belirlenmesi için bir fizibilite çalışması yürütülmektedir.

Yakıt Döngüsü

“Yakıt döngüsü”, yeni yakıtlar üretmek için yanma ürünlerinin kullanılmasını kısaca ifade etmek için kullanılan bir terimdir. CO₂ ve hidrojen kullanılarak metan/metanol üretilmesi veya biyokütle veya biyosıvı üretmek amacıyla alg büyümesini teşvik etmek için CO₂ kullanılması gibi bu tür teknolojiler, çimento fırınına uyarlanacak karbon yakalaması gerektirmektedir. Bu teknolojiler, karbonun yakıt olarak kullanılmasına kadar “geçici” olarak depolanmasını temsil etmektedir. Bir döngü sisteminde çalıştırıldıklarında bu CO₂ kullanım teknolojileri, çimento üretiminin döngüsel ekonomi açısından faydalarının ve çimento üretim işleminin çok yönlülüğünün ilginç ve ileri bir örneğini temsil etmektedir. Alg büyümesi konusu halihazırda çeşitli çimento şirketleri tarafından araştırılmaktadır.

Sonuçlar

Fırındaki yanma süreci için karbonsuz ve sıfıra yakın emisyonlu enerji kaynaklarının bir bileşiminin kullanılması, geleneksel katı yakıt eşdeğeri ile karşılaştırıldığında çimento üretiminden kaynaklanan toplam emisyonları yaklaşık %40 oranında azaltabilmektedir. Teknolojik engeller fazla, maliyet engelleri ise potansiyel olarak daha fazladır. Endüstri, karbonsuzlaştırma taahhüdü kapsamında bu “yeni” yakıt yöntemlerini aktif bir şekilde araştırmaktadır. Ancak, diğer sanayi sektörlerinde, örneğin enerji üretimi için yakıt olarak ve kimya endüstrisi için ham madde olarak biyokütle talebi artacaktır.

“Bu yazı üyesi bulunduğumuz Avrupa Çimento Birliđi (CEMBUREAU)’nin izni ile Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliđi (TÇMB) tarafından Türkçeye çevrilmiştir.”

Aralık, 2019