

Ağır sanayi ve karbonsuzlaştırılması



Serbest Krs

07 Ağustos 2023 Pazartesi

Prof. Dr. Fevzi YILMAZ - Fatih Sultan Mehmet Vakıf niversitesi

3 ağır sanayi, küresel üretim miktarlarına göre imento, elik üretimi ve kimyasallar olarak sıralanır. Bu üç endüstri gurubunun ortak yönü kimyasal işlemlerinin yüksek sıcaklıklı olmaları ve çevresel etkilerinin fazlalığıdır. Bunların karbon emisyonları yüksektir, karbonsuzlaştırılmaları (dekarbonizasyonları) da zordur.

Demir cevherinden elik elde etmek 1500-1600 dereceleri buluyor. Bu sıcaklıkları elektrik ile tek başına sağlamak çok zor olduğundan karbon yüklü fosil yakıtı bağımlılık sürer. Karbonsuzlaştırma için yeni alternatifler ne çıkmaya başlamıştır. Örneğin, yeşil hidrojen yeşil elektrikle (yenilenebilir enerjilerle) suyun parçalanması sonucu elde edilir. Bu gaz sıfır karbonlu yakıt olarak kullanılabilir. Unutulmaması gereken zorluk, hidrojen dünyasının yüksek soğutma sistemi ve yüksek hacim gerektirdiğidir. Diğer karbonsuzlaştırma adımı, fosil yakıt kullanan teknolojilerin bacalarından karbon yakalama ve depolama teknolojilerini kapsar. Her iki yöntem, kısaca hidrojen eldesi ve karbondioksit geri kazanımı, endüstrilerde yeni altyapılara ihtiyaç duyurur. Demir oksit cevherinden yüksek sıcaklık elektrolizi ile demir indirgenirse karbondioksit ve su buharı yerine saf oksijen üretilir. Bu nc alternatif oldukça yenidir ve bazı üstünlüklere de sahiptir.

Malzeme üretimini elektrikleendirme karbon emisyonunu tamamen elemine edemez. Bunun sebebi yanma dışı proses kimyasının da emisyon salmasıdır. Örneğin imentoda emisyonun yarısı döner fırında yanan fosil yakıttandır. Diğer yarısı kalsinasyondandır (kireç taşı parçalanması ve klinkere dönüşümü). Benzer durum elik üretiminde de vardır. Demir, demir oksitten kimyasal yolla ayrılır. Bu, yüksek sıcaklıkta karbon monoksit ve hidrojen karışımının demir oksitle reaksiyonuna dayanır. Oksijen bu esnada karbonla birleşir ve karbon dioksit oluşur.

Ağır sanayileri küresel ısınma ve küresel iklim değişikliği kaygısı ile karbonsuzlaştırmak oldukça güçtür. Burada, teknoloji ve içsel çözümler, karbon emisyonunun ancak %30'unu elemine eder. Bu çalışmada elik üretiminin yeşillenmesi ile ilgili konular tartışılacaktır.

Yeşil çelik

Çelik üretimi insan-kaynaklı sera gazı emisyonunun %7-9'undan sorumludur. Çeliğin, bilinen yığın üretimi entegre tesislerden (yüksek fırınlar ve çelik fırınları) ve ark ocaklarından gerçekleştirilir. Yüksek fırınlı sistemde demir cevheri ana girdi iken elektrik ark ocaklarında hurda çelik ergitilip alaşımlanır. Bu klasik çelik üretim yöntemlerinin çevresel etkileri çok fazladır ve karbondioksit çıktısı yüksek düzeydedir. Yüksek fırın sürecini ikame eden yöntem (direk redüksiyon) ham demir yerine sünger demir üretimine imkân sağlar. Direk Redüksiyon yeşil hidrojen ile yapılır ve ürün dışı çıktısı su veya su buharıdır. Yeni bir teçhizatla demir oksitli cevherden üretilen demir yoğun yarı ürün (sünger demir) çelik fırınında alaşımlanır ve son ürün elde edilir. Buna yeşil çelik denir ve burada hidrojen maliyeti çeliğin 2/3'ü mertebesindedir. Avrupa'daki bütün yüksek fırınların yerine yeni sünger demir ekipmanı ikamesi 130 milyar [dolar](#) mertebesinde olacaktır. Hidrojenle yeşil çelik üretimi geleneksel kirli hammaddeli (hurdalı) üretimden %20-30 daha pahalıya mal olmaktadır. Hidrojen ile direk redüksiyon kok ile redüksiyondan 15 kat fazla elektrik tüketir. İsveç'in tüm çeliği direk redüksiyon ile üretilse idi bugünkü ulusal elektrik tüketimi kadar elektrik harcanacaktı. Morgan Stanley'e göre yeşil çelikte, ton başına 115 dolar ilave maliyet vardır. Portekiz'deki bir çelik fabrikası ürettiği yarı ürün sünger demiri diğer Avrupa ülkelerine rafinasyon ve çeliğe dönüştürme için satmaktadır.

Elektroliz ile metali oksijenden ayırmak yeni değildir. Alüminyum bu yolla üretilir ve proseste karbon elektrotlar vardır ve anottan reaksiyonla karbondioksit yayılır. Boston Metal Şirketi anotları farklılaştırarak krom, demir ve gizli karışımdan üretmiştir. Çelik üretiminde bu anot saf oksijenle tepkimeye girmez ve karbondioksit çıkmaz. Katot ise sıvı hücre alt bölgesinde toplanan sıvı metalin kendisidir. Elektrotlar arasındaki elektrolit demir oksit te içeren sıvı metal oksit karışımıdır. Karışımı boydan boya kateden akım elektroliti ısıtır. Demir oksitten, saf oksijen ayrılır ve sıvı demir çöker. Direk redüksiyon katı "sünger demir" oluşumu sağlar ve su buharı üretir. Takiben sünger demir çelik üretmek için ergitilir. Elektroliz esaslı Boston Metal uygulaması doğrudan sıvı demir metali verir. Sünger demir prosesi cevherden gelen katışkıları tasfiye edemediğinden, yüksek kaliteli cevher gereksinimi vardır. Elektrolizde ise katışkılar sıvı banyoda kalacağından cevher kalitesinin sorgulamasına gerek yoktur, elde edilen sıvı demir tasfiye ihtiyacı duymaz, hızla alaşımlanır ve çelik üretilmiş olur. Elektriğe bağlı olan Boston Metal uygulamasının diğer avantajı bu enerjiye kolay erişimdir. Sünger demirde ise hidrojen ihtiyacının karşılanması sorun oluşturur. İşletmelerde hidrojen üretimi ve iletimi altyapısı yoktur ve organize edilmesi de zordur. Boston Metalin elektroliz hücreleri fırınlardan küçüktür, elektrolit üretimi esnek, hücreler modüler olup arttırılabilir ve azaltılabilir. Alman Ekonomi Bakanı [enerji](#)-yoğun işletmelerdeki elektrik giderinin %80'ini karşılayacağını ilan etmiştir. Buna, 2045'te net -0- olmaları şartıyla çeliği de dahil etmiştir. Kuruluşlar ve STK'lar "Karbon Kontratları" yaparak yeşil çelik ve yeşil ürünler için doğan fiyat farkını kapatmaktadır. AB'de, "AB Emisyon Ticareti" kapsamında dekarbonizasyon fonu

oluşturmuştur (%80'lere varan maliyet desteği). 2030'da AB çelik endüstrisinin "net sıfır" olması demek o yıl 190 milyon ton karbondioksit emilmesi anlamı taşır (The Economist: "Decarbonising industry", June 16th 2023, 69; "Metallurgy and global warming", June 3rd 2023, 69; "Steelmaking", May 13th 2023, 51,52).

Sonuç

Hidrojenin direk redüksiyonu ile yarı ürün sünger demir üretimi, karbonsuz [ekonomi](#) talepleri nedeniyle gündemi ısıtmaktadır. Buna rağmen, sünger demirde lobi ve bürokrasi desteği yetersizdir. Fosil yakıt kullanan tesislerin bacalarından karbon yakalama ve depolama en çok konu edilen husustur. Geleneksel üretimlerin diğer alternatifi olan elektroliz hücrelerinden çelik üretimi oldukça yenidir. ArcelorMittal ve ClevelandCliff, iki büyük çelik üreticisi olarak elektroliz yöntemi ile test üretim kararı almışlardır.

Eğer çelik üretiminde elektriğe dönüş tutarsa demir-çelik coğrafyası da etkilenecektir. Bugüne dek, kömür kaynağına yakın olan çelik üretim tesisleri maden yataklarına ve elektrik kaynaklarına yakınlaşacaktır. Yeşil hidrojen ile yeşil çelik üretimi bilinen bir teknolojidir ve bilinirlik rehavet getirebilir. Rehavet ise "inovasyon boşluğu" bırakır ve bazen tamamen yıkıcı yeni teknolojiler için kapıyı açar. Yeşil çelik üretimi için yüksek sıcaklık elektrolizi, uygun seçenek olabilir mi acaba?