

Karbondioksidi Kayaca Dönüştürerek Yer Altına Hapsetmek

Dr. Tuba Sarıgül [TÜBİTAK Bilim Genç





Küresel ısınma ve küresel iklim değişimleri, sadece bilim insanlarının üzerinde araştırmalar yaptığı bir olgu değil, günlük hayatta etkilerini her geçen gün daha belirgin hissettiğimiz bir gerçek. Artık sıcak hava dalgaları ve seller daha sık ve şiddetli gerçekleşiyor, kuraklıklar artıyor, orman yangınları daha geniş alanları etkiliyor, deniz seviyeleri yükseliyor ve buzulların kapladığı alan azalıyor. Küresel ölçekte atmosferin, karaların ve okyanusların ortalama sıcaklığındaki artışın temel nedeni ise insan kaynaklı etkinlikler sonucu açığa çıkan karbondioksitin atmosferdeki oranının özellikle son 60 yılda çok yükselmesi.

Bu sorunun üstesinden gelebilmek için karbondioksit salımının azaltılmasına yönelik önlemlerin yanı sıra atmosferdeki karbondioksit oranının düşürülmesi için de farklı çözümler geliştiriliyor. Bu amaçla kullanılan yöntemlerden biri, karbondioksitin yer altındaki jeolojik yapıların içinde depolanması. Karbon yakalama ve depolama olarak isimlendirilen bu yöntemde karşılaşılan bazı

sorunlar var. Atmosferden alınan karbondioksit, yerin derinlerindeki jeolojik oluşumların içine enjekte ediliyor. Bu derinlikteki basınç ve sıcaklıkta karbondioksit süper kritik akışkan (belirli bir sıcaklık ve basınç değerinde gaz ve sıvıların özelliklerini bir arada gösteren akışkan) özellik gösteriyor ve kayaçların içindeki boşluklar boyunca hareket ederek tekrar yerin yüzeyine taşınabiliyor. Karbondioksitin yerin derinliklerinden tekrar atmosfere karışması ise karbon yakalama ve depolama yönteminin verimini düşürüyor.

Uluslararası bir iş birliği ile geliştirilen Carbfix projesinde, bilim insanları ve araştırmacılar karbondioksidi yer altında depolamak için farklı bir yaklaşım kullandı. Karbondioksitin, kararlı karbonat minerallerine dönüştürülerek, yer altında uzun süre kalıcı olarak depolandığı bir yöntem geliştirdi.

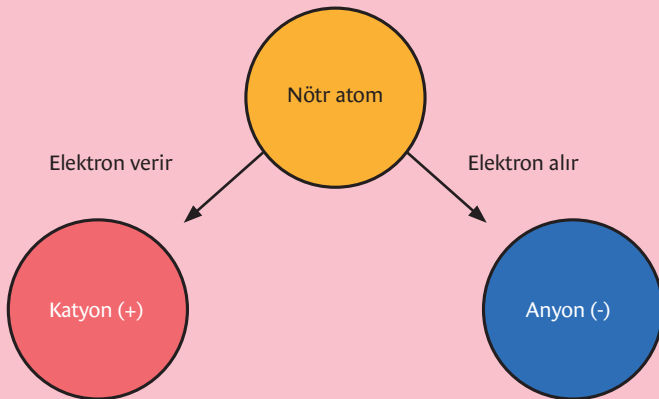


Bu yazı TÜBİTAK'ın dijital popüler bilim yayını olan Bilim Genç'te yayınlanmıştır.

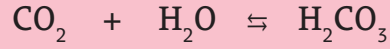


Karbon Kayaçlara Nasıl Hapsediliyor?

Geliştirilen yöntemde karbondioksit yer altındaki gözenekli kayaçların içine enjekte ediliyor. Bu kayaçların magnezyum ve kalsiyum iyonları gibi +2 yüklü katyonlar açısından zengin silikat mineralleri (örneğin olivin, serpantin, plajiyoklaz) içermesi gerekiyor.

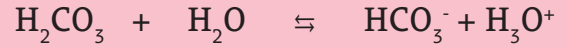


Karbondioksit yer altına enjekte edildiğinde yer altı sularının içinde çözünür.



(Karbondioksit) + (Su) \rightleftharpoons (Karbonik asit)

Karbondioksit suda çözündüğünde karbonik asit oluşur. Karbonik asit zayıf bir asittir. Yani suda tamamen değil kısmen ayrışarak suya artı yüklü hidrojen iyonu verir. Bu durumda ortamın asitlik derecesi yükselir.

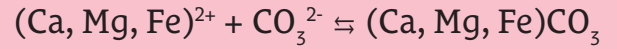


(Karbonik asit) + (Su) \rightleftharpoons (Bikarbonat iyonu) + (Hidronyum iyonu)



(Bikarbonat iyonu) + (Su) \rightleftharpoons (Karbonat iyonu) + (Hidronyum iyonu)

Asitlik derecesi yüksek su; olivin, serpantin, plajiyoklaz gibi minerallerden oluşan kayaçların kısmen çözünmesini sağlar ve bu durumda yer altı sularında magnezyum ve kalsiyum gibi +2 yüklü katyonların derişimi yükselir. Bu iyonlar suda çözünmüş karbondioksit ile tepkimeye girerek karbonat mineralleri oluşturur. Oluşan karbonat mineralleri kayaçların içindeki boşlukları doldurarak birikir.



(Kalsiyum, magnezyum, demir) iyonu + (karbonat iyonu)

\rightleftharpoons (Kalsiyum, magnezyum, demir) karbonat





Hellisheidi Jeotermal Enerji Santrali



CarbFix projesinde, suda çözünen karbondioksit enjeksiyon sahasından yer altına gönderiliyor.

Karbondioksitin yer altında karbonat minerallerine dönüştürülerek depolanması sürecinin verimi ortamın asitlik derecesine, sıcaklığa ve basınca bağlıdır.

Colombia Üniversitesi, İzlanda Üniversitesi ve Fransa Bilimsel Araştırma Merkezinin ana yürütücüleri olduğu CarbFix projesinin endüstriyel ölçekteki pilot uygulaması, 2014'te İzlanda'nın güneybatısında yer alan Hellisheidi Jeotermal Enerji Santrali'nde gerçekleştirilmeye başlandı. 2011 verilerine göre Hellisheidi Jeotermal Enerji Santrali yılda 60.000 ton karbondioksit üretiyor.

Santralde kullanılan jeotermal gaz, büyük oranda karbondioksit ve hidrojen sülfürden oluşuyor. Bu gaz karışımından ayrılan karbondioksit, borularla santralden yaklaşık 1,5 kilometre uzaktaki enjeksiyon sahasına taşınıyor. Burada su ile karıştırılan karbondioksit suda çözünüyor ve yerin altına enjekte ediliyor. Suda çözünen karbondioksit, yer altındaki tepkimeye girmeye istekli iyonlar içeren kayaların yapısındaki katyonlarla tepkimeye girerek karbonat minerallerini oluşturuyor. Karbonat mineralleri binlerce yıl boyunca

jeolojik yapıların içinde kararlı bir şekilde kalabiliyor. Bu sayede karbondioksit yer altına kalıcı bir şekilde depolanabiliyor. CarbFix projesinin İzlanda'daki pilot uygulamasında 2014'ten bu yana 80.000 tondan fazla karbondioksit yerin altına enjekte edildi.

Araştırmacılar bu yöntem sayesinde yer altına enjekte edilen karbondioksitin %95'inin iki yıl içinde karbonat minerallerine dönüştüğünü belirledi. Bu yöntemde yer altına enjekte edilen, içinde çözülmüş hâlde karbondioksit bulunan suyun yoğunluğu karbondioksitin yoğunluğundan yüksek. Bu sayede geleneksel karbondioksit yakalama ve depolama yöntemlerinde olduğu gibi karbondioksitin tekrar yerin yüzeyine sızması sorununun üstesinden gelinmiş oldu.

Bu yöntem şu an bazalt, peridotit gibi belirli türdeki kayaların olduğu bölgelerde kullanılabilir. Araştırmacılar ilerleyen zamanlarda farklı tür kayaların içinde karbondioksitin karbonat minerallerine dönüştürülmesi amacıyla çalışmalar yapıyor. ■

Kaynaklar

<https://www.co2.earth>

<https://www.carbfix.com>

Matter, J. M., "The CarbFix Pilot Project – Storing Carbon Dioxide in Basalt", *Energy Procedia*, Cilt 4, s. 5579–5585, 2011.

<https://kids.frontiersin.org/articles/10.3389/frym.2021.579895>