

## Betonun karbon ayak izini azaltmak için araştırmalar yapılıyor



*Betonun karbon ayak izi, esasında temel bileşenlerinden biri olan Portland çimentosunun kimyasından kaynaklanmaktadır. Toronto Üniversitesi mühendislik profesörü Doug Hooton (CivMin) tarafından yapılan araştırma, birkaç basit ikamenin bu karbon ayak izini yarıya indirebileceğini gösteriyor.*

Profesör Doug Hooton (CivMin), bu konuda asıl zorluğun kimya veya mühendislikten ziyade güven olduğunu ortaya atıyor.

Profesör Doug Hooton, "İnşaat çok muhafazakâr bir sektör ve merkezi bir yönetime sahip değil. Bina sahipleri, mimarlar, yapı mühendisleri ve müteahhitler var. Hiçbiri daha önce yapılanlardan farklı bir şey yaparak risk almak istemiyor." diyor.

Hooton ve ekibi, on yıldan fazla bir süredir, beton formülasyonunda yapılacak birkaç basit ayarlamaların, maliyetini veya performansını etkilemeden çevresel etkisini önemli ölçüde azaltabileceğini gösteriyor.

On yıllık süreçte birçok kapsamlı saha deneyleri yaptılar. Hooton'un bu modifiye edilmiş malzemelerin kullanımını teşvik etmek için yazılı standartları bile mevcut, ama süreç yavaş ilerliyor.

Betonla ilgili zorluklar, temel bileşenlerinden birinin kimyasıyla başlıyor: Portland çimen-

tosu. Bunu elde etmek için üreticiler, çoğunlukla kalsiyum karbonat olan kireç taşıni çeşitli kil mineralleri ile karıştırır ve çok yüksek sıcaklıklarda bir fırında işler.

Fırında kalsiyum, karbonunu dışarıya CO<sub>2</sub> gazı olarak sağlar ve ardından kildeki silika, alümina ve diğer elementlerle birleşerek çimentonun ham maddesi olan klinkeri oluşturur. Portland çimentosu daha sonra klinkerin alçı ile birlikte öğütülmesiyle yapılır.

Fırın reaksiyonları sırasında yayılan karbondioksit gazı, fırını ısıtmak için yakılan fosil yakıtlardan kaynaklanan emisyonlarla birleştiğinde, üretilen her bir kilogram çimento klinkeri için neredeyse aynı miktarda CO<sub>2</sub> salınır.

Bunun üstesinden gelmenin bir yolu, bağlayıcı malzemelerinin formülasyonlarını karbon ayak izlerini azaltacak şekilde değiştirmektir. Hooton, nihai çimentonun %15'ini öğütülmüş ham kireç taşı ile değiştiren, Portland-kireç taşı çimentosu olarak bilinen bir malzeme için ulusal ve uluslararası standartları desteklemiştir.

Ortaya çıkan malzeme, betondaki Portland çimentosunun yerini alır ve Hooton'un laboratuvar deneyleri ve saha deneyleriyle gösterdiği, gibi aynı performans standartlarını karşılayabilmektedir.

"Örneğin, endişelerden biri, bu tip çimentonun sülfatların saldırısına karşı zayıf kalabileceğidir. Sülfat mineralleri Batı Kanada'da oldukça yaygındır ve buna göre tasarlanmadıkları takdirde bazı beton türlerini bozabilir."

Hooton, NSERC/Kanada Beton Birliği Dayanıklılık ve Sürdürülebilirlik Endüstriyel Araştırma Başkanı aracılığıyla, an itibarıyla 11 yıldır devam eden bir saha deneyi başlattı. Ekip, bazıları geleneksel Portland çimentosu ve diğerleri de Portland-kireç taşı çimentosu ile yapılmış olmak üzere 1.000'den fazla beton kiriş numunesi döktü. Bütün kirişler daha sonra agresif sülfat çözeltilerine maruz bırakıldı.

### U of T Engineering professor on a mission to lower concrete's carbon footprint

For Professor Doug Hooton (CivMin), the challenge isn't really the chemistry or the engineering. It's trust.

"Construction is a very conservative industry, and it's very decentralized," he says. "You have building owners, architects, structural engineers, contractors and their tradesmen. None of them want to increase their risk by doing something different from what's been done before."



2010 yılına ait bu fotoğrafta, o zamanki yüksek lisans öğrencisi Reza Ahani (CivMin PhD 1T9), test için çeşitli formülasyonlarla yapılmış beton numuneler hazırlıyor.

Hooton, süreci "Numuneleri her yıl çıkarıp bakıyoruz. Portland-kireç taşı çimentosu ile yapılanlar gayet iyi, hatta sülfatlara dayanacak şekilde özel olarak tasarlanmış birçok geleneksel betondan daha iyi performans gösteriyor.» şeklinde açıklıyor.

Hooton ve ekibi, saf kireç taşına ek olarak, betonda kullanım için diğer potansiyel çimento klinker değişimlerini de test etti. Bunlardan biri, demir-çelik endüstrisinin atık ürünü olan ve yüksek fırın cürufu olarak bilinen ve Portland çimentosu ve Portland-kireç taşı çimentosu ile %75'e varan oranlarda karıştırılabilen bir madde. Bu, kullanılan toplam çimento miktarını azaltarak CO<sub>2</sub> emisyonlarını orantılı olarak düşürür.

Hooton, "Portland-kireç taşı çimentosuna geçiş ve ardından %35 ila %40 cüruf ikamesi, ortaya çıkan betonun karbon ayak izini yaklaşık yarı yarıya azaltacaktır." diyor.

Hooton, cüruf kullanımıyla ilgili endişelerden birinin, yüksek ikame seviyelerinde betonun dayanım kazanması için gereken süreyi yavaşlatması olduğunu da ekliyor. Bu, nihai mukavemet aynı olmasına rağmen, farklı inşaat ihtiyaçları için gerekebilecek erken yaş mukavemetini etkiler.

Hooton, "Sadece birkaç hafta değil, 100 yıl dayanacak yapılar inşa ediyoruz. Yani önemli olan 90 günde ulaştığınız son dayanımdır. Bu zaman çizelgesinde, kireç taşıdaki karbon ve cüruftaki alümina bileşikleri arasında meydana gelen reaksiyonlar nedeniyle Portland-kireç taşı çimentosu ile karıştırılan yüksek fırın cürufunun aslında Portland çimentosundan daha iyi çalıştığını gösterdik." diyor.

For more than a decade, Hooton and his team have been demonstrating that a few simple adjustments to the formulation of concrete can significantly reduce its environmental impact, without affecting its cost or performance.

Hooton ve ekibi, erken yaştaki dayanım sorunuyla başa çıkmak için gelişmiş test yöntemleri üzerinde araştırma yaptı. Şu anda, çimento ve beton için çoğu standart, 28 gün sonra malzemenin mukavemetini test etmeye dayanmaktadır.

Yukarıda belirtildiği gibi, geleneksel Portland çimentosunun özelliklerini geliştirmesi için bu yeterli bir süre olsa da bazı çimento ikameleri bu süreci uzatabilir. Şartname yetkilileri, alışık olduklarından iki veya üç kat daha uzun sürecek yeni protokolleri benimsemeye karşı bir duruş sergiliyor.

Hooton, "Beton sıcaklığını artırarak test sürecini hızlandırabiliriz. Bunu nasıl yapacağımızı onlarca yıldır biliyoruz. 28 gün içinde 90 günde ne olacağına dair iyi bir gösterge verebilirsek, bu alternatif malzemelerin daha yaygın olarak benimsenmesi daha mümkün hâle gelebilir." diyor.

CSA Grubu'nun Beton Malzemeleri ve Beton Yapı Metodları Komitesinin, ASTM International Çimento Komitesinin ve Amerikan Beton Enstitüsünün Betonun Dayanıklılığı Komitesinin Başkanı olarak görev yapan Hooton'un görüşleri ve kanıtları sektörde oldukça önem taşıyor, ancak, uygulamada kullanılan düşük karbon ayak izine sahip malzeme kullanımı

için sadece standartlar oluşturmanın yeterli olmadığına dikkat çekiliyor. Bu amaçla, Hooton Kuzey Amerika beton endüstrisinde karbon azaltma teknolojilerinin hızla benimsenmesinin önündeki engelleri belirlemeyi amaçlayan yeni bir girişimde uzmanlardan oluşan bir ekiple ortaklık kurdu.

İş birliği, bir Amerikan mühendislik danışmanlık firması olan NCE'den Dr. Tom

Van Dam, Michigan Teknoloji Üniversitesinden Profesör Larry Sutter ve dünyanın önde gelen yapı malzemeleri üreticilerinden biri olan Lafarge-Holcim'in Eski Başkan Yardımcısı Al Innis'i içeriyor.

Hooton, "Bu projenin 1. aşamasında, üretildiği yerden kullanıldığı yere kadar çimentoların genel akışına bakıyoruz ve bu zincir boyunca her noktada daha sürdürülebilir çimentolu malzemelerin benimsenmesinin önündeki engelleri belirliyoruz. Sonrasında, bu engelleri sistematik olarak ele almak için bir plan geliştireceğiz. Bazı eğitim ve teknoloji transferlerinin inşaatta çeşitli tarafların güvenini artıracak ve en fazla etkiyi yaratacak yerler gibi, etkili ortamlarda süreci ilerletmeyi planlıyoruz." şeklinde açıklıyor.

**Kaynak:** <https://news.engineering.utoronto.ca/u-of-t-engineering-professor-on-a-mission-to-lower-concretes-carbon-footprint/>

# Yeşil Bir Gelecek İnşa Etmek: Japonya'nın Karbonu Beton Endüstrisinden Çıkarma Planı



## Cementing a cleaner future: how Japan is cutting carbon from industry

In this episode of Green Japan we focus on the latest innovations to capture and recycle carbon and develop zero-carbon concrete.

"endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan CO<sub>2</sub>'i yakalayıp yeraltına depolayarak küresel ısınmanın önlenmesine katkı sağlıyor." şeklinde açıkladı.

Karbondioksit salımı küresel ısınmanın ana nedenidir. Japonya, Tomakomai limanının batı kanalında CO<sub>2</sub>'in nasıl yakalanıp depolanabileceğini gösteriyor. Uzmanlar, Tomakomai CCS gösteri proje merkezinde uygulanan teknolojinin Japonya'da ve dünya çapında net sıfır emisyonu ulaşmak için çok önemli olacağı görüşündedir.

Japonya CCS (Karbon Yakalama ve Depolama) Başkanı Nakajima Toshiaki, geliştirilen teknolojinin sürecini,



Yakalanan CO<sub>2</sub>, Tomakomai CCS Merkezi'nin bitişindeki Idemitsu Kosan Hokkaido Rafinerisinde bir gaz tedarik tesisinden geliyor. Üretilen karbondioksiti de içeren bu gaz, boru hattıyla Yakalama Tesisine gönderiliyor.



CCS'den Yamagishi Kazuyuki, "Günde 600 tona eş değer, saatte maksimum 25 ton CO<sub>2</sub> yakalıyoruz. Hedefimiz bir yılda 100.000 ton işlemek iken, 300.000 tonluk enjeksiyonu iki yıl önce başardık." diye süreci açıklıyor.

CO<sub>2</sub> içeren gaz, deneme tesisine ulaştığında, CO<sub>2</sub> gazdan ayrılır ve ana CCS tesislerinin bir parçası olan üç kule içinde kimyasal emilim ile tutulur. Daha sonra CO<sub>2</sub>'nin burada depolanması gerekiyor.

Kazuyuki, "Yakalanan CO<sub>2</sub>, belirli bir miktar basınç uygulandıktan sonra kuyunun girişindeki boru aracılığıyla CO<sub>2</sub> deniz tabanının altındaki jeolojik katmanlara gönderiliyor." diyor.

Projenin iki enjeksiyon kuyusu, karadan deniz yatağı rezervuarlarına doğru açıldı. Bir kuyu, 1.000 ila 1.200 metre derinlikler arasındaki bir kum taşı tabakasını hedef aldı. Diğeri ise 2.400 ila 3.000 metre derinlikte volkanoklastik bir katmana ulaştı.

Japonya hükûmeti, bu teknolojinin uygulama aşamasına ulaştığında küresel ısınmanın etkisini azaltmak için önemli bir adım olacağına inanıyor.

Toshiaki, "Uluslararası Enerji Ajansı, 2050'de net sıfıra ulaşmak için CCS sistemleriyle yılda 7 milyar tondan fazla CO<sub>2</sub> depolama kapasitesine sahip olmamız gerektiğini belirtiyor. Bu, fosil yakıtların daha temiz bir şekilde kullanılmasına veya doğrudan atmosferden CO<sub>2</sub>'nin yakalanarak yeraltında depolanmasına yardımcı olacaktır." şeklinde belirtti.

### Karbon negatif beton

CO<sub>2</sub> atmosfere girmeden önce yakalanıp toprakta depolanabilse de Japonya, CO<sub>2</sub>-SUICOM adı verilen bir karbon negatif beton üretmek için yakalanan CO<sub>2</sub>'i kullanmanın farklı bir yolunu buldu.

Kajima Teknik Araştırma Enstitüsü beton ve inşaat malzemeleri grubunun Genel Müdürü Watanabe Kenzo, "Sıradan betonda, üretimi sırasında metre küp başına yaklaşık 288 kg CO<sub>2</sub> salınırken, CO<sub>2</sub>-SUICOM ile eksi 18 kg elde etti." şeklinde açıklıyor.

CO<sub>2</sub>-SUICOM, yalnızca karbon negatif olmakla kalmayıp aynı zamanda kütleme işlemi sırasında CO<sub>2</sub>'in emilimini sağlayabilen dünyadaki ilk beton olma özelliğini taşıyor.

Bu, kimyasal bir yan ürün olan özel bir malzemenin eklenmesi ve ardından betonun CO<sub>2</sub>'e maruz bırakılmasıyla mümkün oluyor.



Kenzo, "CO<sub>2</sub>-SUICOM'un kütleme işlemi için su yerine CO<sub>2</sub> gazı kullanıyoruz. CO<sub>2</sub> sertleşirken betonla temas ettirilerek hareketsiz hâle getiriliyor. Özel bir karışım olan 'çCS' ekliyoruz, büyük miktarda CO<sub>2</sub> katılaştırdığı için buna 'sihirli toz' adını verdik. Bu 'sihirli beton'u ne kadar çok üretirsek, atmosferdeki CO<sub>2</sub>'i o kadar fazla azaltacağımıza inanıyoruz." şeklinde açıkladı.

Bu çevre dostu beton, her türlü altyapı ve yapı projelerinde prekast malzeme olarak kullanılabilir. SUICOM, duvarlar, tavan panelleri ve birbirine geçmeli bloklar inşa etmek için daha önce kullanıldı. Yakın gelecekte, bu teknolojinin daha geniş bir inşaat malzemeleri yelpazesine uygulanması planlanıyor. Karbon negatif beton daha sonra yerinde dökme kullanım için karıştırılmış beton olarak kullanılabilir. Bu, inşaat için ileriye dönük yeni bir yeşil yol açacaktır.

**Kaynak:** <https://www.euronews.com/2021/11/08/cementing-a-cleaner-future-how-japan-is-cutting-carbon-from-industry>

Carbon dioxide is the main cause of global warming. In the western wing of Tomakomai port, Japan has shown that CO<sub>2</sub> can be captured and stored. Experts are confident the technology implemented at the Tomakomai CCS demonstration project centre will be crucial for reaching net-zero emissions in Japan and worldwide.

"CCS is an acronym for Carbon dioxide Capture and Storage. It is a technology aimed at preventing global warming by capturing CO<sub>2</sub> generated from industrial activities and storing it underground," explains Nakajima Toshiaki, President of Japan CCS.