

Beton Çatladığında: Bilim binaları nasıl kurtarabilir?



When Concrete Cracks: How Science Can Save Buildings

Concrete is the second most used substance on Earth, bested only by water. It is so common that people tend to take it for granted, seeing it as gray, bland and boring.

(NIST) araştırmacılar, 100 yılı aşkın süredir beton üzerinde çalışmaktadır. Betonun her alanında, tüm binaların büyük ölçekli yapılarından temel moleküllere ve bunların nasıl etkileşime girdiğine kadar NIST uzmanları bulunmaktadır. Bu uzmanlık, NIST'i beton ve performansı hakkındaki bilimsel soruları ele alma konusunda benzersiz bir yetkinliğe kavuşturmaktadır.

Son araştırmalardan bazıları, betonun çatlamasına neden olan istemsiz kimyasal reaksiyonlara odaklanmıştır. Bu reaksiyonların nasıl işlediğini ve bunları önlemek için neler yapılabileceğini yeni yeni anlamaya başlıyoruz. Ev sahiplerinin evlerinin temellerindeki pahalı çatlakları gidermelerine yardımcı olmak için çalışmalar sürmektedir.

Beton aslında nedir?

Betonun temel tarifinde sadece üç bileşen bulunur: Çimento, su ve agregası.

Beton, dünyada sudan sonra en çok kullanılan ikinci malzemedir. O kadar yaygın olmasına rağmen, insanlar onu gri, yavan ve sıkıcı bularak hafife alırlar ancak beton hiç de sıkıcı değildir. Yüksek Roma su kemerlerinden Sidney Opera Binası'nın yelkenlerine kadar bu "sıvı kaya" insanlık tarihi boyunca akmış ve modern toplumun gerçek temellerini oluşturmuştur.

Betonun antik olması, onu hâl öğrenmediğimiz anlamına gelmez. Amerikan Ulusal Standart ve Teknoloji Enstitüsündeki

Çimento, bu üç bileşenin en karmaşık olanıdır. Doğada bulunmaz; kireç taşı ve kilin ısıtılmasıyla elde edilir. Daha sonra diğer minerallerle karıştırılıp ince bir toz hâline getirilerek nihai ürün çimento elde edilir. Bu tozun inanılmaz bir kimyasal özelliği ise su eklediğinizde sertleşmeye başlar.

İnsanlar taze çimento hamurunun "ıslak", sertleşmiş çimento hamurunun ise "kuru" olduğunu söyleseler de su aslında bünyeden asla ayrılmıyor. Sudaki hidrojen ve oksijen, çimento tozuyla reaksiyona girerek yeni sert çimento molekülleri oluşturuyor.

Çimentoya dolgu maddesi olarak agregası, yani kaya ve kum eklenebilir. Bu "agregası", nihai betonu tek başına çimentodan daha ucuz ve daha güçlü hâle getiriyor. Tipik olarak betonun %60-80'i agregasıdır.

NIST araştırmacısı Stephanie Watson, betondaki yıkıcı çatlakların önlenmesi için betonu daha iyi anlamak için çalışıyor.

Çimento, su ve agregaları kulağa basit bir formül gibi gelse de, işlerin ters gitmesinin birçok ihtimali var. Agregayı kontrol etmek özellikle zordur. Agregası olarak kullanılan kayalar neredeyse her zaman şantiye yakınındaki taş ocaklarından çıkarılır ve içlerinde istenmeyen birçok mineral bulunur. Genellikle çeşitli mineral bileşikler sorun teşkil etmez, ancak bazen betonun çatlamasına neden olan kimyasal reaksiyonları başlatabilir. Beton kanseri, bu reaksiyonların en bilinenlerinden biridir.

Beton Kanseri

Beton kanserinin teknik adı "alkali-silika reaksiyonu" veya ASR'dir. Belirli bir agregası türü içeren beton uzun süre nemli kaldığında meydana gelir.

Taze çimento hamuru, çamaşır suyu kadar yakıcıdır. Dikkatli kullanılmazsa cildinizi kimyasal olarak yakabilir. Bilimsel açıdan çimento, asidik olmanın tam tersi olan çok alkalidir. Çimento sertleştikten sonra daha az zararlıdır ve dokunulması güvenlidir ancak sertleşmiş çimento bir süre ıslak kalırsa, bu nem çimentodan iyonları sızdırabilir ve betondaki küçük boşluklarda çok alkali su oluşturabilir. Bazı agregası türleri bu yakıcı suyla reaksiyona girerek suyu emen ve betonun içinde yavaşça genişleyen berrak, beyaz veya sarımsı bir jel oluşturabilir. Bu, beton kanserinin başlangıcıdır.

Genişleyen jel dışarı doğru bastırır. Beton yüzeyindeki ince çatlaklar adeta bir örümcek ağı oluşturabilir. Çatlakların etrafındaki alan bazen jelden dolayı sarı bir renk alabilir. Kont-

rol altına alınmadığı takdirde, ciddi beton kanseri vakaları yapının parçalanmasına neden olabilir.

Çalışmaya liderlik eden yapı mühendisi Long Phan, “Bu, yıllar hatta on yıllar süren yavaş bir süreç, ancak zamanla kötüleşiyor ve hasar geri döndürülemez.” diyor.

Bilim insanları beton kanserini 1950’lerden beri biliyorlardı, ancak yeterince incelenmemişti.

2009 yılında uzmanların bu soruyu acilen yanıtlaması gerekiyordu. New England’ın en büyük enerji kaynağı olan Seabrook Nükleer Santrali, beton kanserinin erken belirtilerini gösterdi. Nükleer Düzenleme Komisyonu (NRC), santralin güvenli olup olmadığını ve reaksiyonu yavaşlatmak için ne yapılabileceğini öğrenmek üzere NIST’ten bu olguyu incelemesini istediler.

Sonraki birkaç yıl boyunca NIST, laboratuvarında beton kanserini yeniden yarattı. Araştırmacılar büyük beton örnekleri oluşturdular ve bu örnekleri ASR’ye neden olacak doğru türde agrega ile kasıtlı olarak birleştirdiler. Ardından, örnekleri yaklaşık 24 santigrat derece ve %95 nem oranına sahip özel bir odada tutarak kimyasal reaksiyonu hızlandırdılar, böylece reaksiyon yıllar yerine aylar içinde gerçekleşti. Ardından, farklı miktarlardaki ASR’nin betonun mukavemetini nasıl etkilediğini görmek için enfekte örnekleri büyük hidrolik preslerle sıkıştırıp gerdiler. Büyük ölçüde NIST araştırmaları sayesinde NRC, Seabrook’taki nem dikkatlice yönetilirse ASR’nin herhangi bir soruna yol açmayacağını belirledi. NRC, santrali 20 yıl daha hizmet vermesi için yeniden sertifikalandırdı. Sadece 10 yıl daha faaliyete devam etmek bile Massachusetts eyaletinde elektrik maliyetleri ve ekonomik faaliyetlerde 2 milyar dolardan fazla tasarruf sağlayacaktır.

Pirotin Sorunu

2015 yılı civarında, Connecticut’taki binlerce ev sahibi evlerinin temellerinde çatlaklar bulmaya başladı. Pirotin (pirotit olarak telaffuz edilir) adı verilen bir mineralin eser miktardaki kalıntıları, evlerin inşasından yıllar sonra çatlaklara neden olduğu farkedildi. Birçok evde bu çatlaklar yıkıcıydı ve bunları düzeltmenin tek yolu, tüm evi krikolarla kaldırmak, eski betonu sökmek ve tüm temeli yeniden dökmektir. Çevredeki binlerce ev ve diğer yapıda da aynı sorun tespit edildi, bir temeli yenilemek evin toplam değerinden daha pahalıya mal oluyordu.

Pirit, demir ve kükürtten oluşan bir mineraldir. Suyla temas ettiğinde demir iyonlarına ve sülfürik aside dönüşür. Her iki kimyasal da beton için zararlıdır. Demir, öncekinden biraz daha büyük bir katıya dönüşerek betonu iter. Sülfürik asit, beton araştırmacılarının “sülfat saldırısı” dediği şeyi başlatabilir. Bu, betonun içinde daha fazla genleşen katı madde oluşturur ve betonu bir arada tutan çimentoyu aşındırır.

Stephanie Watson liderliğindeki NIST araştırması, pirotinin etkilerini tespit etmenin etkili yollarını bularak azaltıyor.



NIST araştırmacısı Stephanie Watson, pirotin içeren agrega (kaya) içeren bir beton temel örneği tutuyor. Bu mineral evlerde çatlaklara neden olmuş ve Watson ile diğer araştırmacılar bunu daha iyi anlamak için çalışıyorlar.

Watson, “Pirotini tespit etmek gerçekten zor, birkaç farklı yaklaşım denemek zorunda kaldık. Örnekleri yaktık, kimyasallarla sindirdik, cama gömdük ve içlerinden X-ışınları geçirdik ancak her yöntemde aynı örnek için farklı miktarda pirotin bulduk. Zorluklardan biri, %1’in altında bir oranda, çok küçük bir konsantrasyon aramaları oldu. Reaksiyonu başlatmak için gereken minimum pirotin seviyesini hâlâ bilmiyoruz.” dedi.

Watson’un ekibi, minerali tespit etmek için en iyi yaklaşımın “X-ışını floresansı” adı verilen bir işlem olduğuna karar verdi. Bir X-ışını floresansı cihazı, bir örneğe X ışınları gönderir. Numunedeki atomlar bu enerjinin bir kısmını emer ve ardından farklı bir frekansta yeni X-ışınları olarak salar. Her atom kendine özgü bir X-ışını deseni yayar. Bu, atomlar için bir tür barkod tarayıcısı gibidir ancak X-ışını floresansının çalışması için, makineleri kalibre etmek üzere pirotinle kaplanmış standartlaştırılmış beton numunelerine ihtiyaçları vardır.

Watson’un ekibi, referans materyallerini oluşturmak için laboratuvarında saf pirotin üretme yöntemine öncülük etti. Aylarca süren deneme yanılma sürecinin ardından, demir ve kükürdü bir cam şişede bir araya getirip tüm oksijeni emdikten sonra bir tüp fırında aşırı sıcaklıklara ısıtarak mineralin oluşmasını sağlayabileceklerini keşfettiler. Referans materyal, pirotin hasarı olan evlerden alınan beton numunelerinin bileşimini taklit etmek için dört bileşenden oluşur: Çimento, agrega, kum ve saf pirotin. Bu referans materyal, geliştirme sürecinin son aşamalarındadır ve yakında başkalarının kullanımına sunulacaktır.

Araştırmacıların ve şirketlerin, beton dökülmeden önce beton yapımında kullanılan farklı bileşenlerde pirotin bulunup bulunmadığını görmek için basit bir test yapmalarına olanak tanıyacak. Ayrıca, ev sahiplerinin de talepte bulunmalarına olanak tanıyacak.

Rus bilim insanları üretim sırasında betonda %40, çelikte %15 tasarruf sağlayacak yöntem geliştirdi



Bu teknoloji, betonun mekanik özelliklerinin yapay zekâya dayalı olarak tahmin edilmesini sağlıyor.

Yeni inşaat malzemelerinin kalitesi, yazarların metodolojisine göre farklı yoğunluklardaki ve farklı bileşimlerdeki betonların yapısının variatropisinin (malzemenin dairesel kesiti boyunca yoğunluk, mukavemet, deformasyon yeteneği bakımından farklı özellikleri) deneysel çalışmaları ile belirlenir. Projenin hayata geçirilmesi, betonarme üreticilerinin geleneksel teknolojilere kıyasla %40'a kadar beton tasarrufu sağlamasına olanak tanıyacak. Donatı çeliği üretim birimi başına %15'e kadar tasarruf sağlayacak.

Yeni teknoloji, betonun mekanik özellikle-

Russian scientists develop method to save 40% of concrete, 15% of steel during production

This technology allows to predict mechanical properties of concrete based on artificial intelligence

"The quality of new construction materials is determined by experimental studies of variatropy (different characteristics of the material along its annular cross section in terms of density, strength, deformability) of the structure of concretes of different densities and different compositions according to the authors' methodology.

rini tahmin etmeye olanak tanıyan Yapay Zekâ tabanlı bir sistemi içeriyor. Yapay zekânın kullanıma sunulması, üretimi yaklaşık %12 oranında basitleştirecek. Sürecin otomatikleştirilmesi, maliyetleri %12 oranında daha azaltacak. Genel olarak inşaat şirketleri imalat kaynaklarını basitleştirebilecek ve inşaat süresini %20'ye kadar azaltabilecek.

Araştırma Priority 2030 programının bir parçası olarak yürütülüyor. Ham madde- nin en az %60'ının yerli olduğu projenin müşterisi arasında Rus Demiryolları ve Rosseti'nin de bulunduğu çok sayıda şirket yer alıyor. 2026 yılına kadar 500 betonarme kolondan oluşan pilot endüstriyel üretim yapılacak.

Kaynak: <https://tass.com/science/1886819>

Orman yangınlarına karşı hafif beton evler



Kaliforniya'daki yıkıcı yangınların ardından, SUNY Canton'dan ödüllü bir araştırma ekibi, evleri daha dayanıklı hâle getirmek için hafif beton kullanılmasını öneriyor.

İnşaat ve Çevre Mühendisliği Teknolojisi öğrencilerinden oluşan bir ekip, fiberglas takviyeli malzemelerle desteklenen yenilikçi beton karışımları üzerine devam eden araştırmaları nedeniyle yakın zamanda üst üste iki kez Üstün Amerikan Beton Enstitüsü (ACI) Öğrenci Bölümü olarak tanındı. Canino Mühendislik Teknolojisi Okulu Doçenti Saeid Haji Ghasemali'ye göre formülleri, daha düşük bakım ve sigorta maliyetlerine ek olarak daha düşük yangın riski ile daha fazla dayanıklılık sağlayabilir.

Haji Ghasemali, "Ahşap yerine hafif beton ile birlikte cam elyaf takviyeli polimer (GRFP) kullanmak, etkilenen bölgeleri yeniden inşa ederken evleri çok daha yangına dayanıklı hâle getirebilir. Hiçbir malzeme tamamen yangına dayanıklı olmasa da, bu kombinasyon ahşap gibi yanmaz ve

yüksek sıcaklıklara daha iyi dayanabilir, bu da evlerin bir orman yangınında daha uzun süre dayanmasına yardımcı olur. Ayrıca daha güçlü ve paslanmaz oluşu, malzemeyi daha güvenli ve daha dayanıklı yapılar inşa etmek için akıllıca bir seçim hâline getirir." dedi.

Haji Ghasemali, "Betonda çelik donatı kullanmak yerine, öğrenciler yapılarına fiberglas çubuklar yerleştiriyorlar. Yöntemin ek avantajları arasında yüksek mukavemet-ağırlık oranı, sismik performans ve genel sürdürülebilirlik yer alıyor. Kaliforniya gibi orman yangınına eğilimli bölgelerde, yangına dayanıklı yapıya yatırım yapmak maliyetli kayıpları önleyebilir ve güvenliği artırabilir." diye ekledi.

Yenilikçi bu süreç inşaatta ideal bir çözüm gibi görünse de, ACI standartları şu anda hafif betonda GFRP kullanımına ilişkin hükümler içermiyor, bu da inşaat uygulamalarında henüz tam olarak uygulanmadığı anlamına geliyor. SUNY Canton'ın öğrencileri, endüstrinin bunu benimsemesi için hazırlık olarak yeni malzeme üzerinde araştırma yürütüyor.

Doçente göre, testleri ve deneyleri nihayetinde standartlardaki boşluğu doldurmak için gerekli verilerin oluşturulmasına yardımcı olacak.

Öğrencilerin alandaki araştırmaları ayrıca, yıllık ACI Kongresi'nde Bahar 2025 Lisans Araştırma Oturumu'nun sekiz kazananından biri olarak seçildi.

Deneyler kapsamında, öğrenciler tescilli formüllerini kullanarak beton kalıplar inşa ediyor ve ardından mukavemetlerini ölçmek için numuneleri hidrolik bir preste kırıyor. 2023 yılında ekip, bir ACI yarışmasında araştırmalarıyla ikinci oldu. Tüm operasyon, SUNY Canton tarafından 2023 yılında elde edilen Ulusal Bilim Vakfı'nın Yenilik Kapasitesini Artırmak

için Etkinleştirici Ortaklıklar hibesinden alınan bir tohum hibesiyle kısmen finanse ediliyor.

Kaynak: www.canton.edu/news/2025/grfp.php

Lightweight Concrete Homes Could Survive Wildfires

In the wake of the devastating fires in California, an award-winning research team from SUNY Canton suggests using lightweight concrete to make homes more resilient.

A team of Civil and Environmental Engineering Technology majors was recently recognized as an Outstanding American Concrete Institute (ACI) Student Chapter for the second consecutive year for their continuing research into innovative concrete mixtures supported by fiberglass reinforcement materials. Their formulas can provide reduced fire risk, increased durability, in addition to lower maintenance and insurance costs, according to Canino School of Engineering Technology Associate Professor Saeid Haji Ghasemali.

Mars'ta susuz beton üretimi



IIT Madras'taki ExTeM araştırma grubu, Mars'ta habitatların inşasına yardımcı olmak için susuz beton geliştirdi. Uzman ekibi, raporlara göre betonu, kırmızı gezegende bol miktarda bulunan kükürtle bir bileşiği karıştırarak geliştirdiklerini açıkladı.

ExTeM'de (Dünya Dışı Üretim) doktora sonrası araştırmacı olan Adithya Plato Sidharth, India Today'e betonun "Dünya standartlarıyla uyumlu" olduğunu söyledi.

Bu yenilik, suyun Dünya'da bildiğimiz gibi bulunmadığı Mars'ta inşaat için önemli bir atılım olabilir. NASA'ya göre Mars'ta kutup bölgelerinde ve yüzeyin altında karışık su buzu ve karbondioksit (CO₂) buzu var. Yani astronotlar gelecekte onu çıkarmayı başarsalar bile, suyun düzgün bir şekilde kullanılabilmesi için çok fazla işleme tabi tutulması gerekecektir.

India Today'e göre ExTeM araştırmacıları, mikro yerçekimindeki malzemelerin özelliklerini incelemek için dünyanın dördüncü en büyüğü olan bir Mikro Yerçekimi Düşürme Kulesi de inşa ettiler. Bu, Mars yapılarını meteor çarpmalarından korumak için mikro yerçekiminde metal köpüklerin geliştirilmesine yardımcı olacak. Ayrıca ekip, biyo baskı ile birlikte uzayda kaynak yapmak için yenilikçi teknikler de araştırıyor.

Araştırmalar temel olarak, Dünya'dan taşımak yerine görev yerlerinde (Ay veya Mars) bulunan malzemeleri kullanan, yerinde kaynak kullanımına odaklanıyor.

Dünya çapındaki bilim insanları, Mars'ta yaşam alanları inşaatının yollarını araştırıyor; bunlardan biri de astronotların kanını kullanmak. Tahran'daki Kharazmi Üniversitesi uzmanlarının yaptığı bir araştırmaya göre, insan kanında bulunan insan serum albümini (HSA) proteini, Mars regolitini bağlama ve betona dönüştürme potansiyeline sahiptir. İdrarla karıştırıldığında daha dayanıklı hâle geleceğini söylüyorlar.

İlginçtir ki, susuz beton sadece Mars'taki astronotlara değil, aynı zamanda Ay'daki astronotlara da fayda sağlayabilir. 2020'de Avrupa Uzay Ajansı (ESA), insan idrarında bulunan ürenin, ay yüzeyinde sağlam yapılar inşa etmek için ay regolitiyle birlikte kullanılabileceğini söyledi. Bu, 3D yazıcı kulla-

nılarak bir "ay jeopolimer karışımına" üretilen yapıların eklenerek yapılan bir çalışmanın ardından ortaya çıktı.

Bilim insanları, fırlatma maliyetlerini düşürmek için yerinde kaynak kullanımı yoluyla Ay ve Mars'ta üsler inşaatının önemli olduğuna inanıyor. MIT Review'a göre, Louisiana Eyalet Üniversitesinde (LSU) robotik inşaat araştırmacısı olan Ali Kazemian, Ay'a sadece 1 kg malzeme taşımaya yaklaşık 1,2 milyon dolara mal olduğunu ve bunun uzun vadede uygulanabilir olmadığını söylüyor.

2024'te yapılan bir çalışmada, bir grup bilim insanı, simüle edilmiş ay ve Mars toprağı kullanılarak 3 boyutlu yazdırılabilir beton oluşturmak için kullanılan kükürt bazlı bir çimento geliştirdi. Araştırmacılar betonun, Ay'ın güney kutbundaki soğuk

ortamla başa çıkabileceğini bulduklarında, susuz beton umut vadediyordu. NASA, çok sayıda kraterin bulunduğu ve büyük su buzu birikintileri olduğundan şüphelenilen Ay'ın güney kutbuna odaklandı.

Kaynak: <https://in.mashable.com/science/90207/iit-madras-makes-breakthrough-with-waterless-cement-to-build-habitats-on-mars>

IIT Madras Makes Breakthrough With Waterless Concrete To Build Habitats On Mars

The ExTeM research group at IIT Madras has developed water-free concrete to aid construction of habitats on Mars. The team of experts revealed per reports that they developed the concrete by mixing a compound with sulphur, which is abundant on the red planet.

Adithya Plato Sidharth, a post-doctoral researcher with ExTeM (Extraterrestrial Manufacturing) told India Today that the concrete "matches Earth standards."

This innovation can be a significant breakthrough for construction on Mars where water doesn't exist as we know it on Earth.

Topraktan beton kalıbı



İnşaatçılar betonu geçici kalıplara dökerler. MIT (Massachusetts Institute of Technology) araştırmacıları, bu yapıları sahadaki topraktan üretmenin bir yolunu buldular.

Binalar artık çok pahalı ancak beton binalar inşa edilirken, onları daha az masraflı hâle getirebilecek başka bir malzeme daha var: Çamur.

MIT araştırmacıları, betonun döküldüğü "kalıp" olarak, bir inşaat sahasından alınan toprak da dâhil olmak üzere, hafifçe işlenmiş çamuru kullanma yöntemini geliştirdiler. Bu teknik, 3 boyutlu baskıyı kullanarak betonarme yapılar için karmaşık ahşap kalıplar inşa etme gibi daha maliyetli bir yöntemin yerini alabilir.

Projenin öncülüğünü yapan MIT Mimarlık Bölümünde doktora öğrencisi olan Sandy Curth, "Gösterdiğimiz şey, temelde üzerinde durduğumuz zemini veya bir inşaat sahasındaki atık toprağı alıp, onu özelleştirilmiş beton yapılar için doğru, ol-

How good old mud can lower building costs

Builders pour concrete into temporary molds called formwork. MIT researchers invented a way to make these structures out of on-site soil.

Buildings cost a lot these days. But when concrete buildings are being constructed, there's another material that can make them less expensive: mud.

dukça karmaşık ve esnek bir kalıba dönüştürebileceğimizdir." diyor.

Bu yaklaşım beton temelli inşaatın daha hızlı ve verimli bir şekilde gerçekleşmesine yardımcı olabilir. Maliyetleri ve karbon emisyonlarını da azaltabilir. Programlanabilir Çamur Girişiminin direktörlüğünü de yapan Curth, "Anında etki yaratma potansiyeline sahip ve inşaat sektörünün doğasını değiştirmeyi de gerektirmiyor." diyor.

Curth, bu yöntem hakkında çok sayıda makalenin ortak yazarlığını yaptı. "EarthWorks: Şekil açısından optimize edilmiş, betonarme inşaat için sıfır atık 3D baskılı toprak kalıp" başlıklı makalesi Construction and Building Materials dergisinde yayımlandı. Curth, bu makaleyi aralarında MIT öğrencileri Natalie Pearl, Emily Wissemann, Tim Cousin, Latifa Alkhatyat, Vincent Jackow, Keith Lee ve Oliver Moldow ile Virginia Üniversitesinden Mohamed Ismail'in bulunduğu dokuz ortak yazarla birlikte kaleme aldı.

Makalenin son iki ortak yazarı, MIT Mimarlık Bölümünde profesör ve Hesaplama Grubu başkanı olan Lawrence Sass ve MIT Mimarlık Bölümü ile İnşaat ve Çevre Mühendisliği Bölümünde doçent olan Caitlin Mueller'dir. Sass, Curth'ün yüksek lisans danışmanıdır.

Bir yapıyı bir kez inşa edin, iki kez değil

Bir binanın ahşap kalıbını yapmak masraflı ve zaman alıcıdır. Sektörde beton yapıların iki kez inşa edilmesi gerektiği yönünde bir söz vardır; birincisi ahşap kalıp, ikincisi de kalıba dökülen beton açısından.

Kalıpta toprak kullanılması bu süreci değiştirebilir. Ahşap kalıpların sağlamlığıyla kıyaslandığında alışılmadık bir malzeme gibi görünse de toprak, dökülen betonu kaldırabilecek kadar sağlamdır. EarthWorks yöntemi olarak bilinen yöntem, betonun içerisindeki suyun dışarı akmasını önlemek amacıyla saman gibi bazı katkı malzemeleri ve toprak malzemesinin üzerine mum benzeri bir kaplama eklenmesiyle gerçekleştiriliyor. Araştırmacılar, büyük ölçekli 3D baskı kullanarak bir inşaat sahasından toprak alıp onu özel olarak tasarlanmış bir kalıp şekline basabiliyorlar.

Curth, "Yaptığımız şey, büyük ölçüde basit, büyük ölçekli 3D baskı teknolojisini kullanarak ve bunu malzeme için oldukça işlevsel hale getirerek bir sistem oluşturmaktır." diyor. "Sonsuz derecede geri dönüştürülebilir bir kalıp üretmenin yolunu bulduk. "Sadece toprak."

Malzemelerin edinilmesinin maliyeti ve kolaylığının ötesinde, yöntem birbiriyle ilişkili en az iki avantaj daha sunuyor. Bunlardan biri çevreseldir; Çimento, küresel karbon emisyonlarının yüzde 8'ine kadarını oluşturmaktadır ve bu yaklaşım, hem kalıp malzemesinin kendisi hem de ortaya çıkan betonun yalnızca yapısal olarak gerekli olanı kullanacak şekilde şekillendirilme kolaylığı sayesinde önemli emisyon azaltımlarını desteklemektedir. İsmail ve Mueller'in daha önce yaptıkları araştırmalarda betonarme için geliştirdikleri şekil optimizasyonu adı verilen yöntemle beton yapı iskeletlerinin karbon emisyonlarını yüzde 50'nin üzerinde azaltmak mümkündür.

Mueller, "EarthWorks tekniği, dünyanın her yerinde uygulanabilen düşük maliyetli, düşük karbonlu bir kalıp üretim tekniği sunarak bu karmaşık, optimize edilmiş yapıları gerçekliğe çok daha yakın hâle getiriyor." diyor.

Curth ise, "Bu, betonarme binaları maddi açıdan çok daha verimli hâle getiren, küresel karbon emisyonları üzerinde doğrudan etkisi olan bir teknolojidir." diye ekliyor.

Genel olarak, EarthWorks yöntemi, kalıp malzemesinin esnekliği sayesinde mimarların ve mühendislerin özelleştirilmiş beton şekillerini daha kolay oluşturmalarına olanak tanır. Betonla toprakla kalıplayarak alışılmadık bir şekil vermek, ahşaptan daha kolaydır.

Curth, "Burada harika olan şey, doğrusal yapı elemanları yapmak için gereken zaman ve enerjiyle aynı miktarda şekil açısından optimize edilmiş yapı elemanları üretebilmemiz." diyor.

Grup projesi

Curth'ün de belirttiği gibi Programlanabilir Çamur grubunun geliştirdiği projeler oldukça iş birlikçi. Hem düşük maliyetli konut geliştirmeye yardımcı olmak için hesaplama yönteminin kullanılmasında öncü olan Sass'ın hem de mimaride yenilikçi yapısal fikirleri değerlendirmek için yeni hesaplama yöntemleri kullanan Mueller'in oynadığı rollerin altını çiziyor.

Mueller, "Beton, düşünceli ve etkili bir şekilde kullanıldığında harika bir malzemedir ve bu, onun nasıl şekillendirildiğiyle doğal olarak bağlantılıdır ancak optimizasyondan çıkan minimal formlar, geleneksel inşaat mantığıyla çelişiyor. Bu varsayılan dengeyi ortadan kaldıran bir tekniği geliştirmek, performans odaklı karmaşıklığın düşük karbon emisyonları ve düşük maliyetle elde edilebileceğini göstermek çok heyecan verici." diyor.

Curth, MIT'deki doktorasını tamamlarken aynı zamanda FORMA Systems adında bir şirket kurdu ve bu şirket aracılığıyla EarthWorks yöntemini inşaat sektörüne taşımaya umuyor. Bu yaklaşımın kullanılması, inşaatçıların şantiyede büyük bir 3D yazıcıya ihtiyaç duyacağı anlamına geliyor ancak, malzeme maliyetlerinden de önemli ölçüde tasarruf sağlayacaklarını söylüyor.

Curth, gelecekte bu yöntemin sadece kalıp yapımında değil, örneğin tamamen topraktan yapılmış iki katlı konut binalarının şablonlarının yapımında da kullanılabileceğini öngörüyor. Elbette, ABD de dâhil olmak üzere dünyanın bazı bölgelerinde kerpiç mimari yaygın olarak kullanılıyor, ancak buradaki fikir, bu tür evlerin üretimini sistematize etmek ve bu süreçte onları ucuz hâle getirmek olacaktır.

Curth, her iki durumda da, beton için kalıp olarak veya tek başına, toprağı inşaata uygulamanın yeni yollarına sahip olduğumuzu söylüyor. "İnsanlar binalara sahip olduğumuzdan beri eski evleri toprakla inşa ettiler, ancak kentsel beton binalara yönelik çağdaş talepler göz önüne alındığında, bu yaklaşım temelde maliyeti karmaşıklıktan ayırıyor. Daha az parayla daha yüksek performanslı binalar üretmeye başlayabileceğimizi garanti ediyorum." diyor.

Proje, MIT'nin Leventhal İleri Kentsellik Merkezi tarafından yönetilen Sidara Kentsel Araştırma Tohum Fonu ve Lynda LABS tarafından desteklendi.

Kaynak: <https://news.mit.edu/2025/how-good-old-mud-can-lower-building-costs-0124>

Sri Lanka'da dünyanın ilk yapay zekâ tasarımı, 3 boyutlu yazıcıyla basılmış oteli



Asya'nın canlı konaklama sektöründe on yılı aşkın deneyime sahip, dayanıklı bir tasarım firması olan Shakticola, bugün dünyanın ilk yapay zekâ tasarımı, 3 boyutlu yazıcıyla basılmış otelini yaratma yolundaki öncü girişimini duyurdu.

Bu çığır açan proje, yapay zekâ tasarımı, en yeni 3 boyutlu yazıcı teknolojisi ve geleceğe dönük konaklama trendlerinin kesiştiği noktada yer alıyor ve mimari inovasyonu yeniden tanımlamayı vad ediyor.

Shakticola, yaklaşık 13 yıldır, UNESCO Dünya Mirası alanı olan 500 yıllık zengin bir mimari geçmişe sahip tarihi Galle Kalesi'nde faaliyet gösteriyor. Bu benzersiz ortam, şirketi mimarının geleceğine bakmaya teşvik etti. Sayısız zorluğa rağmen Shakticola, Sri Lanka'nın gelişen turizm sektörünün ivmesinden yararlanarak istikrarlı bir şekilde büyüdü ve bugüne kadar yirmi otel projesini tamamladı. Firmanın başarısı, temel tasarım felsefesine atfediliyor: Her projenin, sabit bir şirket içi stile uymak yerine, müşterinin vizyonunu gerçekçi bir şekilde temsil eden, benzersiz ve özgün bir mimari ifade ediyor olmasını sağlamak.

Shakticola sözcüsü, "Yapay zekâ tasarımı, 3D baskı teknolojisi

ve gelişen konaklama trendlerinin bir araya gelmesiyle, görünüşte imkânsız olanı mümkün kıldığımız kritik bir noktadayız. Tasarımda yapay zekânın korkulacak değil, kucaklanması gereken sismik bir değişim olduğuna inanıyoruz. Bu teknoloji, en yaratıcı fikirlerimizin görselleştirilmesini sağlayarak benzersiz bir tasarım kalitesi ve inovasyon çağını başlatıyor." dedi.

Sri Lanka, elverişli iklimi ve esnek düzenlemeleriyle eşsiz bir tasarım özgürlüğü sunarak, Asya'nın ilk 3D baskılı oteli için ideal bir konum hâline geliyor. Tropikal iklim, açık alanların binalara kusursuz bir şekilde entegre olmasını sağlarken, inşaat yönetmelikleri deneysel ve yenilikçi tasarım konseptlerinin önünde daha az engel teşkil ediyor.

Shakticola, son iki yıldır projenin tasarımını titizlikle geliştirerek yapısal bütünlüğe odaklandı ve önemli teknoloji ortaklıkları kurdu. Şirket, bu vizyoner girişime katkıda bulunmak üzere Sri Lanka'nın en prestijli mimarlık üniversitesinden yetenekli

bir tasarım ekibi kurdu. Bu girişimin önemli bir ortağı, küresel 3 boyutlu inşaat baskı ortamı üzerine kapsamlı bir araştırmanın ardından seçilen çığır açan bir şirket olan Vertico'dur. Vertico, yapay zekâ destekli tasarımları hayata geçirmek için gerekli teknik uzmanlığı ve gelişmiş baskı donanımını sağlayacaktır. Tescilli robotik kol teknolojisi, birinci sınıf betonla birleştğinde, karmaşık detayları basma konusunda benzersiz bir yeteneğe sahiptir, bu da kusursuz ve dayanıklı bir yapı ortaya çıkarır. Yapay zekâ algoritmaları tarafından yönlendirilen otelin mimarisi, tropikal

ekosistemlerden ilham alan organik kıvrımlara ve hava akışını, termal düzenlemeyi ve akustiği iyileştirmek için tasarlanmış biyometrik dokulara sahip olacak.

Shakticola, şu anda bu çığır açan projenin arkasındaki itici güç olmaya hazır vizyon sahibi bir müşteri arıyor. Sözcü, "Bu, doğru müşteri için olağanüstü bir fırsat, dünya yalnızca bugün değil, gelecek nesiller için de küresel mimaride bir dönüm noktası olmaya aday bu çığır açıcı projeye şüphesiz büyük ilgi duyacaktır." dedi.

Kaynak: <https://www.architectandinteriorsindia.com/news/first-look-at-the-worlds-first-ai-designed-3d-printed-hotel-in-sri-lanka>

First look at the world's first AI- designed, 3D-printed hotel in Sri Lanka

Shakticola, a resilient design firm with over a decade of experience in Asia's vibrant hospitality sector, today announced its pioneering initiative to create the world's first AI-designed, 3D-printed hotel.

Betonda pirotin hasarı



2020 yılında Bilotti ailesi, bodrum katlarının beton duvarlarında ince çizgiler fark etmeye başladılar. Aynı zamanda yakınlarında Massachusetts'te yaşayan ev sahiplerinin temellerinde daha büyük çatlaklar oluştuğunu duymuşlardı.

Bilim insanları ve mühendisler, karot testleri yoluyla komşularının evlerindeki benzer çatlakların ardındaki problemin, bazı beton agregalarında bulunan kükürt ve demirden oluşan bir mineral olan pirotin olduğunu tespit ettiler. Hava ve suyla temas ettiğinde pirotin, betonun çatlamasına ve yapısal bütünlüğün bozulmasına neden olan ikincil minerallere dönüşebiliyor.

Bilotti ailesinin konut felaketiyle karşılaşması ilk kez olmuyordu. 2011 yılında Batı ve Orta Massachusetts'te bir kasırga meydana gelmiş ve eski evlerinin çerçevesi, oyuncak bir ev gibi temellerinden sökülüştü. Bilottiler yıkılan evlerini yeniden inşa etmek istemediler. Bu yüzden şehrin başka bir yerinde bir ev satın aldılar ancak şimdi yine benzer bir sorunla karşı karşıya kaldılar.

Nitekim yapılan testte pirotin pozitif çıktı. Diğer Massachusetts ev sahipleri gibi onlar da acı bir kararla karşı karşıyaydı. Bu durum karşısında ya evlerinin temelini giderek hasarlandığı bilgisiyyle yaşamaya devam edeceklerdi ya da temellerini yenilemek için 300.000 dolara kadar para ödeyeceklerdi.

Sanki evinize kanser teşhisi konmuş

Yıllardır ABD'de kamu görevlileri bu sorunu Connecticut ile ilişkilendiriliyor. Burada araştırmacılar, eyaletteki 35.000'e yakın hatalı temelin bir taş ocağındaki pirotinle kirlenmiş agregaya bağlı olduğunu düşünüyor ancak Massachusetts'te çöken temellerle ilgili giderek yaygınlaşan raporlar, bilim insanları ve ev sahipleri arasında, kusurlu betonun daha önce anlaşıldan daha yaygın bir sorun olduğu yönündeki endişeyi arttırıyor. Geçtiğimiz günlerde, Massachusetts eyaletinin New Hampshire sınırının hemen güneyinde yer alan Dracut kentinde, temelleri çatlamış bir apartman kompleksinde pirotin testi pozitif çıktı. New England'ın ötesinde, Kanada'daki iki ocaktan çıkan pirotin, 1990'lardan bu yana binlerce eve zarar verdi ve son iki yılda yapılan çalışmalar, İrlanda'ya kadar uzanan bölgede bozucu etkilerinin olduğunu ortaya koydu.

Bu bölgelerdeki keşifler, yeni yeni gelişen bir bilimsel araştırma alanının temelini oluşturmuştur. Geçtiğimiz mayıs ayında düzenlenen "Betonda Demir Sülfür Reaksiyonları Uluslararası Konferansı"nın ilkinde pirotin testi, reaktivitesinin anlaşılması ve mineralin haritalanması konularında sunumlar yapıldı. Konferansta ayrıca Massachusetts'te bir taş ocağında pirotinin çıktığı da ortaya çıkarıldı. Bazı araştırmacılar daha fazlasının da olabileceğini düşünüyor. Connecticut Üniversitesi'nin Beton Araştırma ve Test ekibinin baş araştırmacısı Kay Wille, "Başka taş ocakları da olmalı." diyor.

Home foundations are crumbling. this mineral is to blame

Pyrrhotite causes cracks in concrete. But research on how widespread the issue might be has only scratched the surface.

In 2020, Karen Bilotti and her husband, Sam, started to notice fine lines in their basement's concrete walls. Ordinarily, they might not have given them a second thought. But the Bilottis had recently heard about a growing group of nearby homeowners in Massachusetts with larger cracks in their foundations, and Sam began to worry.

Yaygın olarak uygulanan pirotin testleri yapılmadığı sürece, bilim insanları kusurlu betonun boyutunu veya yayılmasının nasıl önleneceğini belirleyemezler. Kanada'daki konferansın düzenlenmesine yardımcı olan Université Laval'da araştırmacı olan Pierre-Luc Fecteau, "Bunun olmasını engelleyecek bir düzenlemeniz yoksa, her yerde olabilir." dedi.

Massachusetts ve Rhode Island'daki beton sektörünü temsil eden bir ticaret grubu olan Massachusetts Beton ve Agregat Üreticileri Derneğinin yöneticisi Craig Dauphinais, düzenleyici engelleri aşmak için beton tedarikçilerinin genellikle "her şeyi test ettiğini" söyledi. Massachusetts Ulaştırma Bakanlığında iletişim analisti olan

John Goggin, "Connecticut, 2022 yılına kadar taş ocaklarının kükürt içeriğini ve bazı durumlarda pirotin içeriğini bildirmesini zorunlu kılmadı ve Massachusetts, taş ocaklarının kükürt bileşikleri için test yapmasını gerektiren bir yasayı ancak 2023 yılında hayata geçirdi. Buna rağmen testler henüz başlamadı." diyor. Dauphinais'e göre, Connecticut eyaletindeki bir beton tedarikçisinin çatlama olan temelleri araştırana kadar pirotin sektörün radarında değildi. "Bu mineralden kimsenin haberi yoktu. Hazır betonla ilgili bir sorun olduğunu kimse bilmiyordu." dedi.

Pirotin tek başına bu bozulmaya neden olmaz. Son derece reaktif olan demir sülfür, su ve oksijenle karşılaştığında, yerini aldığı pirotinlerden daha fazla yer kaplayan etrenjit, tomasit ve alçıtaşı gibi sülfat minerallerine dönüşür. Hacimdeki bu genişleme, betonun çevresindeki agrega, çimento ve su karışımına basınç uygulayarak çatlmasına neden olur. Bu olguya iç sülfat saldırısı denir.

Wille, "Bu, yavaşlatılması, durdurulması veya engellenmesi çok zor, meydan okuyucu bir süreç." dedi. Saldırı uzun süre yüzeyin altında gerçekleşiyor ve çatlakların oluşması 10 ila 30 yıl arasında sürebiliyor ancak Wille, parçalanma başladıktan sonra betonun bozulmasının hızlandığını, çatlakların pirotin'i daha fazla neme ve oksijene maruz bıraktığını açıkladı.

Kayanın derinliklerinde gömülü olan mineral, Connecticut'taki Willington'daki Becker's Quarry'de uzun süre bu etkenlerden korundu ancak JJ Mottes Şirketi 1980'lerin başında bu bölgeden taş tedarik etmeye başladığında, tedarikçi farkında olmadan pirotin'i doğal etkenlerle tanıştırmış ve bu da pirotin'in parçalanmasına neden olmuş. Bugün olduğu gibi, sıcaklık değişiklikleri, kötü drenaj veya betonun içeriden bozabilen bir diğer kimyasal olay olan alkali-silika reaksiyonları gibi birçok faktör temellerin hasar almasına katkıda bulunmuş olabilir. Wille, "Betonun çatlama şaşırtıcı değil." dedi. Connecticut'taki bu yapısal bozulmanın 2000'li yıllara kadar kesin olarak pirotite bağlı olduğu ortaya konulmamıştı.

2016 yılında Wille ve ekibindeki bir yüksek lisans öğrencisi, beton bodrum duvarlarından alınan karot örneklerinde pirotin keşfettikten sonra, betonun ufalanmasını sülfat saldırılarına bağladılar. Ertesi yıl, eyalet temelleri çökmüş evlerle ilgili 550'den fazla rapor aldı ve daha sonra betonun 2015'e kadar yaygın olarak kullanılan JJ Mottes Şirketi'nden gelmesi nedeniyle on binler-

cesinin daha risk altında olduğu belirlendi. Ohio'daki bir laboratuvar olan ve 2008'de Connecticut'taki çatlamanın nedeni olarak pirotin reaksiyonlarını tanımlayan Concrete Research & Testing'in başkanı Nick Scaglione "Başlangıçta, bunun dâhil olan tek taş ocağı olduğunu varsaydık." dedi.

O sıralarda, Connecticut'taki pek çok kişinin bilmediği bir şekilde, Kanada'nın Quebec eyaletindeki yüzlerce ev sahibi, pirotin ve bir inşaat şirketiyle uzun süren bir mücadelenin ortasındaydı. O zamanlar SNC-Lavalin (şimdiki adıyla AtkinsRéalis) olarak bilinen şirkette çalışan bir jeolog, bu minerali içeren betonun kullanımını onaylamıştı ve inşaatçılar bu betonu binlerce evde kullanmıştı. Betonun parçalanması Connecticut'takinden daha hızlı kendini gösterdi ve yeterli mali destek olmadığından bazı aileler mali açıdan iflasın eşiğine geldi. Pirotin mağdurlarını temsil eden koalisyonun başında bulunan Alain Gélinas, "Bu bir kabustu." dedi.

Gélinas, 2012 yılında bodrum katında çatlaklar keşfetti. Birkaç yıl sonra, bir grup ev sahibiyle görüşmek üzere Connecticut'a gitti. Her ikisinin de sınırlarındaki benzerlikler onu şaşırttı. Gélinas, "Burada yaşadıklarımızın tamamen aynıydı." dedi. Massachusetts'te pek çok kişi, kısa süre sonra temellerinde aynı belirgin çatlakları görmeye başlayacaktı ancak Wille ve diğer araştırmacılar bu testleri hâlâ geliştiriyorlar. Örneğin Connecticut Üniversitesinde, mineralin belirli miktarlarının gelecekteki beton hasarıyla nasıl ilişkili olduğu araştırılıyor. Bu, Kuzey Amerika'da ve

ötesinde temellerin neden çatladığını anlamaya yönelik küresel bir çabanın parçasıydı.

Geçtiğimiz mayıs ayında, yaklaşık 75 bilim insanı, danışman, inşaatçı ve diğer uzmanlar, "Betonda Demir Sülfür Reaksiyonları" konulu ilk Uluslararası Konferans için Quebec City'deki Université Laval kampüsünde bir araya geldi.

Araştırmacılar dört gün boyunca elektrokimyasal numune testlerindeki gelişmelerden geniş jeolojik haritalamaya kadar her şeyi tartıştılar. Bazıları, Appalaş Dağları'ndan geçen geniş bir damarda pirotin bulunan potansiyel kaya alanlarını gösteren 2020 tarihli ABD Jeoloji Araştırmaları haritasına atıfta bulundu. Ancak hem raporun ortak yazarı Jeff Mauk hem de diğer bilim insanları, haritanın mineralin miktarı veya tepkime seviyesi gibi faktörleri hesaba katmadığı konusunda uyarıyor.

Kaynak: <https://goodmenproject.com/featured-content/home-foundations-are-crumbing-this-mineral-is-to-blame/>

"With our luck, our house is probably affected," Karen recalled him saying. "And I'm like, 'You're crazy. You're absolutely ridiculous. There's no way.'"

Through core testing, scientists and engineers had determined the culprit behind fissures like those in their neighbors' homes was pyrrhotite, a mineral made up of sulfur and iron found in some concrete aggregates. When exposed to air and water, pyrrhotite can break down into secondary minerals that cause foundations to fracture, structural integrity to erode, and home values to tank.

Yaşayan malzemeler laboratuvarı



Polymath doğadan ilham alan bir inşa ortamı öngörüyor.

İnsan nüfusu arttıkça, inşa edilmiş çevre de onlarla birlikte genişliyor, gökdelenler ve çok katlı binalar kent koridorlarının üzerinde yükseliyor ancak inşaat malzemeleri üretmek genellikle yeşil alanları betonla değiştirdiğimiz için fosil yakıtların yakılması anlamına geliyor.

Wil Srubar, fosil yakıtlar ve büyük karbon emisyonları olmadan üretilebilen, doğadan ilham alan bir beton alternatifiyle bu döngüyü bozmayı umuyor. Bu, Colorado Boulder Üniversitesindeki disiplinlerarası Yaşayan Malzemeler Laboratuvarında yapılan çalışmaların yalnızca bir sonucudur.

Yapı mühendisi olan Srubar, laboratuvarına biyologlar, kimyagerler, fizikçiler, malzeme bilimcileri ve çok sayıda mühendisi işe alarak biyomimetik yapı malzemeleri tasarlıyor. İnsan dolaşım sisteminden esinlenerek, çatlakları kendi kendine onarabilen, lifli mantarlardan oluşan damar benzeri sistemlere sahip beton, bakteri ve biyopolimerlerle güçlendirilmiş 3D yazdırılmış toprak malzemeler veya doğal biyolüminesanstan yararlanan mekânlarda kullanılmak üzere tasarlanmış ışık yayan mimari malzemeler düşünün.

Robin Donovan, Srubar ile daha yeşil şehirler inşa etme, mentorluk ve gelecek nesil bilim, teknoloji, mühendislik ve mate-

matik (STEM) araştırmacılarını işe alma konularında aşağıdaki röportajı gerçekleştirdi.

Yaşayan Malzemeleri Laboratuvarında yanıtlamaya çalıştığınız en büyük soru nedir?

Yapılı çevre ile doğal dünya arasındaki sınırları nasıl ortadan kaldıracakları? Yapılı çevrenin muazzam çevresel sonuçları olmuş ve olmaya devam edecektir. Çimento üretimi, (insan kaynaklı) küresel karbondioksit emisyonlarının %8'ine neden oluyor ve bu sadece bir malzeme. Doğadan öğrenerek, malzemeleri verimli ve sürdürülebilir şekilde üretme yeteneğini kullanarak ve canlı ile cansız arasındaki sınırları belirsizleştirerek gerçek anlamda sürdürülebilir ve yenileyici bir dünyaya bir adım daha yaklaşıyoruz.

Canlı betonunuz geleneksel betondan nasıl farklı? Karbonu hapsetmek için neden çekici bir yöntemdir?

Normal beton, çimentonun su ile karıştırılması, kum, kayaç agregası ve kömürün yanması sonucu oluşan uçucu kül, çürük gibi diğer tamamlayıcı çimento benzeri malzemelerin eklenmesiyle yapılır. Çimento, kireç taşı, kil ve bazen diğer minerallerin 1500 °C'ye kadar sıcaklıklarda yakılmasıyla üretilir. Kireç taşının kalsiyum oksit ve karbondioksit ayrışması için fosil yakıtlar yakılmasıyla fırın ısıtılır ve karbondioksit salınır.

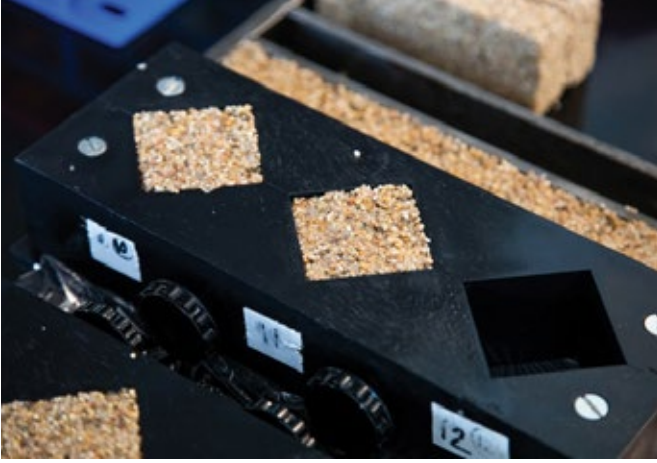
Çimento ve betonu doğanın istediği şekilde yapmak

İcat ettiğimiz madde kimyasal olarak farklı. Kayaları yakıp toz hâline getirmek veya fosil yakıtları yakmak yerine, ortam sıcaklığına ve basıncına, ayrıca bazı mikroorganizmaların betona benzer kaya benzeri özelliklere sahip mineraller yaratma konusundaki doğuştan gelen yeteneğine güveniyoruz. Teknolojinin merkezinde güneş ışığıyla çalışan minik algler yer alıyor. Bu mikroorganizmalar, belirli bir biyokimyasal ortamda doğal bir biyoçimento olan kalsiyum karbonat üretirler. Bu durum okyanusta mercan resiflerinin veya kabuklarının oluşumuna benziyor.

Wil Srubar's lab is full of living materials

Polymath envisions a nature-inspired built environment

As human populations grow, the built environment expands alongside them, with skyscrapers and multiplexes towering over urban corridors. But manufacturing construction materials usually means burning fossil fuels as we replace green space with concrete.



Wil Srubar'ın siyanobakteriler kullanarak geliştirdiği tuğla benzeri canlı yapı malzemesi için kalıplar

Biyobloklarımız, ASTM International tarafından yapısal ve yapısal olmayan beton duvar örgüsü birimi olarak kullanılmak üzere belirlenen performans özelliklerini karşılayan ve hatta çoğu zaman aşan bir beton alternatifidir.

20 yıl sonra, sokakta yürürken, "Vay canına, bu canlı beton gerçekten de çok başarılıymış." diye düşünecek olsanız ne görürsünüz?

Ben gerçekçi bakış açısına sahip bir iyimserim. Geleceğin şehirlerini inşa etmek için sadece canlı beton mu kullanacağız? İyimser tarafım bunun gerçek olabileceğini söylüyor ancak gerçekçi olarak, farklı performans uygulamalarını karşılamak için çok sayıda malzemenin tasarlanması gerektiğini de biliyorum.

Gelecekte, şehir kaldırımlarında yürürken canlı betonun yeni inşaat uygulamalarında kullanıldığını ve yalnızca inşa edilmiş çevremizin değil, aynı zamanda her gün kullandığımız ürünlerin, makinelerin, cihazların vb. yapısını oluşturan bir dizi başka doğal, yenileyici malzemeyi görmeyi umuyorum.

Laboratuvarımızda yaptığımız işlerin çoğu başkalarına ilham vermek içindir. Burada ektiğimiz tohum, diğer araştırmacıların, bilim insanlarının ve mühendislerin yaptığımız şeylerden

ilham almasını ve canlı organizmaları kullanarak malzemeler, yapılar ve cihazlar üretmenin başka yollarını düşünmelerini sağlamaktadır.

Materyallerinizi iki yeni girişim ve bir fonlama şirketi aracılığıyla kamuoyuyla paylaşmayı umuyorsunuz. Çalışmalarınızı laboratuvarından kentsel alanlara aktarmada ne gibi ilerlemeler kaydettiniz ve karşılaştığınız en büyük zorluk nedir?

Hayalimizdeki sonuçlar zaten gerçekleşiyor. Colorado, Longmont'taki bir tesiste canlı beton biyobloklar üreten bir girişim olan Prometheus Materials'ı kurdum. Chicago'da daha önce, duvar ustalarının biyobloklarla mimari bir sergi inşa ettiği bir demo projesi yapılmıştı. Biyobloklar gerçek binalarda da kullanıldı, bunlardan biri Seattle'daki binaydı. Diğer sektörlerden farklı olarak inşaat sektörü her zaman ölçek ve maliyetle sınırlıdır. Teknoloji çalışmıyor değil, hedef uygulama-

malarda mevcut malzemelerle rekabet edebilmek için üretim açısından ölçeklenebilir ve maliyet açısından etkili yöntemler ve süreçler bulmanız gerekir.

Çalışmalarınız sadece canlı betonla sınırlı değil. Laboratuvarınızdaki hangi diğer projeler sizi heyecanlandırıyor?

Canlı beton dışında en umut vadeden çalışmam karbon-negatif çimentoyla ilgiliydi. Güneş ışığını, deniz suyunu ve karbondioksiti kullanarak gerçek zamanlı olarak kireç taşı yetiştirmek için küçük mikroalgler olan kokolitoforların yeteneğinden yararlanıyoruz. Bu karbon-negatif kireç taşı, karbon-negatif çimento üretimi de dâhil olmak üzere çeşitli yapı malzemesi uygulamalarında kullanılabilir. Ayrıca doğada bulunan antifriz proteinlerinin davranışını taklit eden polimerler

tasarladık ve sentezledik, böylece betonun donma-çözülme hasarına daha az maruz kalması sağlandı.

Kaynak: www.newindianexpress.com/cities/kochi/2024/Dec/10/a-concrete-idea