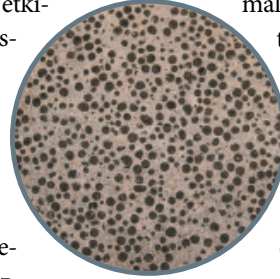


Kendini Onaran Beton

Evlerimiz, işyerlerimiz, alışveriş yaptığımız mekânlar, üzerinde yolculuk ettiğimiz yollar, köprüler, hava limanları ve daha pek çok farklı yapı inşa edilirken beton kullanılıyor. Günümüzde kullanılan -kum, çakıl ve çimento gibi bağlayıcı bir maddenin su ile bir araya gelmesiyle oluşan- beton yaklaşık 200 yıllık mazisi olan bir üründür. Sert ve dayanıklı olmasından dolayı yapı sektörünün vazgeçilmezi olan betonda nem, tuzlu su, sıcaklık değişikliği, rüzgâr gibi etkenlere maruz kaldığı zaman meydana gelen çatlaklar, müdahale edilip onarılmazsa giderek derinleşip adeta kanser gibi betonun içinde yayılıyor.

Derinleşen çatlaklarla birlikte hem betonun yapısal bütünlüğünün bozulması hem de çatlaktan içeri sızan suyun ve oksijenin etkisiyle yapıların metal iskeletlerinin paslanması, yapıların kullanım ömürlerini yarı yarıya azaltabiliyor. Öte yandan oluşan çatlakları kapamak hiç kolay değil. Onlarca metre yüksekliğindeki köprüleri, viyadükleri, yüksek binaları veya yerin metrelerce altındaki tünelleri sürekli kontrol ve tamir etmek için uzmanlaşmış ekipler gerekiyor. Sonuç olarak her yıl yeni inşa edilen yapıların maliyetinin yarısı kadar para eski yapıların onarımı için harcanıyor.

Kendini onaran beton:
Siyah noktaların
içinde bakteriler var (sağda).



<http://www.theengineer.co.uk/in-depth/wisecrack-self-healing-concrete/1008203.article>

2009 yılında Amerikan İnşaat Mühendisleri Topluğundan yapılan bir araştırma onarımın maliyetinin ne kadar yüksek olduğunu gösteriyor. Ülke çapındaki yapılara kalite yönünden ortalama olarak D notunun verildiği çalışmada, yapıların B notunu alabilecek biçimde onarılması için 2,2 trilyon dolar gerektiği belirlendi.

Bilim insanları özellikle son 20 yıldır sıcaklık değişimi, rüzgâr, yağmur gibi etkenlere maruz kalma sonucu yapılarında çatlaklar oluşan betonun, insan müdahalesi olmadan kendini onarmasını sağlamak için araştırmalar yapıyor. Çeşitli yöntemlerle üretilen ve kendini onaran beton ismi verilen bu ürünlerin geleceğin en dikkat çekici malzemelerinden biri olacağı belirtiliyor. Aslında betonun belli bir oranda kendini onarma özelliğine sahip olduğu zaten uzun zamandır biliniyordu. Örneğin suda çözülmüş CO₂ betondaki Ca⁺² iyonları ile tepkimeye girip suda çözünürlüğü çok az olan CaCO₃ (kireçtaşı) kristalleri oluşturarak betonu onarabilir. Ancak bu tarz kendini onarmanın gerçekleşebilmesi için ortamda su bulunması gerekiyor ve bu onarım ancak çatlaklar çok küçükse gerçekleşebiliyor.

Betona üretilirken katılan ekstra malzemelerle kendini onarma yetisinin kazandırıldığı ilk çalışma 1994'te Illinois Üniversitesi'nden Dr. Carolyn Dry tarafından yayımlanmıştı. Son yıllarda bu alanda dikkat çekici bir çalışma Hollanda Delft Üniversitesi'nde yapıldı. 2006 yılından beri kendini onaran beton konusunda çalışan araştırmacılar Eric Schlangen ve Henk Jonkers, betonu üretirken karışımın içine bakteri sporları ve kalsiyum laktatlı gıdalar ilave ediyor.



Dünya'da her yıl atmosfere salınan CO₂'nin %7'si çimento sektöründen kaynaklanıyor.

Betonda çatlak oluştuğu zaman içeri sızan su, bakteri sporlarını etkin hale getiriyor. Üretim esnasında eklenen kalsiyum laktatlı gıdalarla beslenen bu bakteriler kireçtaşı üretiyor. Kireçtaşı suda çok az çözünen bir madde olduğu için çatlak kapanıyor ve derinleşerek ilerlemesi engelleniyor. Ancak betonun kendini onarmasını sağlayan karışım henüz büyük ölçekte ve uygun maliyetle üretilebilmiş değil. Aslında içine bakteri katılmış çimento ile kendini onaran beton üretimi konusunda başka üniversitelerde de çalışmalar yapılıyor. Ancak Delft Üniversitesi araştırmacıları ürettikleri malzemenin ömrünün diğer yöntemlerle üretilmiş olanlardan 10 kat daha uzun ömürlü olduğunu söylüyor. Bu betonun dört yıl içinde piyasaya sürüleceği umut ediliyor.

Benzer bir çalışma Bath, Cardiff ve Cambridge üniversiteleri tarafından ortaklaşa gerçekleştiriliyor. Mikro kapsüllerin içindeki bakteriler Delft Üniversitesi tarafından yürütülen araştırmada olduğu gibi su girişiyle birlikte kireçtaşı üreterek çatlağı sınıyor. Araştırmacılarından Dr. Richard Cooper, bakteriler kireçtaşı üretirken ortamdaki oksijeni kullandığı için yapıyı oluşturan çelik veya demir iskeletin paslanmasının da önüne geçildiğini belirtiyor. Ancak beton üretmek için kullanılan çimentolu karışım hayli bazik olduğu için pek çok bakteri türünün yaşaması için uygun bir ortam değil. Bu nedenle hangi bakteri türlerinin yüksek derecede bazik ortamda uzun süre yaşayabileceğini tespit etmek için araştırmalar yapılıyor. Ayrıca beton sertleştikçe yoğunlaşan bir malzeme olduğu için bakterilerin bulunduğu mikro kapsüllerin ezilmesine sebep olabilir. Bu yüzden mikro kapsüllerin de yeterince sağlam olması gerekiyor.

Rhode Island Üniversitesi'nden Arijit Rose ve Michelle Pelletier çalışmalarında onarıcı madde olarak poliüretan mikro kapsüller içine yerleştirilmiş sodyum silikat kullanmış. Çatlak oluştuğu zaman silikat kapsüller kırılıp betonun bileşimindeki kalsiyum hidroksit ile tepkimeye giriyor. Oluşan kalsiyum-silika-hidrat jel bir hafta içinde sertleşerek betondaki gözenekleri kapıyor. Pelletier bu yöntemin maliyetinin düşük olduğunu ve diğer yöntemlerden farklı olarak güneş ışığı, nem gibi tetikleyicilere ihtiyaç olmadığını belirtiyor.

Güney Kore'deki Yonsei Üniversitesi öğretim üyelerinden polimer kimyası üzerine çalışan Chan-Moon Chung ise ekibiyle birlikte daha farklı bir yaklaşımla kendini onaran beton üretti. Geçtiğimiz şubat ayında ACS *Applied Materials & Interfaces*'de yayımlanan çalışmada bakteri gibi biyolojik bir öge yer almıyor. Betonda bulunan polimer yapılı mikrokapsüller, polidimetilsiloksan türevi bir polimer ile ben-



thinkstock

zoin izobütül karışımı bir çözelti içeriyor. Beton zarar gördüğü zaman kırılan kapsüllerin içindeki çözelti ortama dağılıyor ve güneş ışığı vasıtasıyla katılıyor. Chung, herhangi bir ticari katalizöre ihtiyaç duymayan yöntemde kullanılan polimerlerin çevreye zarar vermediğini de belirtiliyor. Ayrıca katalizörler maliyeti artırdığı için Dr. Chung ve ekibinin geliştirdiği malzemenin maliyeti, katalizör içeren malzemelere göre çok daha az.

Kendini onaran betonun kullanımı yaygınlaşabilirse sadece mali yönden değil çevre açısından da büyük kazanç elde edilecek. Çünkü betonun ana malzemelerinden olan çimentonun üretimi esnasında atmosfere salınan CO₂ miktarı, bir yılda atmosfere salınan toplam CO₂ miktarının %7'sini oluşturuyor. Ancak yaygın kullanım için aşılması gereken iki temel sorun var. Birincisi kendini onaran betonun üretim maliyetinin düşürülmesi gerekiyor. İkincisi betonun kendini onarma özelliğinin uzun süre devam etmesinin sağlanması gerekiyor. Bu iki temel sorun çözüldüğü zaman beton kanserine de çözüm bulunmuş olacak.

Kaynaklar

- http://energetics.chm.uri.edu/system/files/Self%2520healing%2520concrete%2520-7-11.pdf
- http://pubs.acs.org/doi/ipdf/10.1021/am302728m
- http://www.uri.edu/news/releases/?id=5359
- http://www.ugent.be/ea/structural-engineering/en/research/magnel/research/research3/selfhealing
- http://www.forumforthefuture.org/greenfutures/articles/bioconcrete-uses-bacteria-heal-itself
- http://www.technologyreview.com/news/511911/self-healing-concrete-uses-sunlight-to-fix-its-own-cracks/

Betonda meydana gelen çatlakların derinleşmesiyle yapıların ömrü yarı yarıya kısalabiliyor.



thinkstock

Betonda meydana gelen çatlaklar çeşitli etkiler sonucu hem yayılır hem de derinleşir.