

Yapı sektöründe döngüsel ekonomi



EKONOMİM., Serbest Kürsü

15 Nisan 2023 Cumartesi

Prof. Dr. Fevzi YILMAZ

Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi

Döngüsel ekonomi (circular economy); üretim ve kullanım yanında her daim geri dönüşümü esas alır. İlave olarak, ihtiyaçların mümkün olduğu kadar geri dönüşümden karşılanması ve atıkların mümkün olduğu kadar yeni kaynaklara dönüşebilmesini öngörür.

Kum, çimento ve su bileşeni olan beton dünyada en çok kullanılan malzemedir. Küresel insan kaynaklı CO2 emisyonunun %8-9'u beton malzeme kaynaklıdır. Çimento ve beton yer küre kaynaklarının oburca tüketildiği ve çevrenin en çok zarar gördüğü eylemlerin öznesidir. Çimento üretiminde ana kirletici olarak madencilik işlemleri, kireç taşının parçalanması ve fosil yakıt kullanımı öne çıkar. Çimento ve beton teknolojilerinde atıklar ve salınımlar, işletmeye özgü yenilikler (yenilenebilir [enerji](#) kullanımı gibi), döngüsel ekonomi, standartlaşma ve akıllı tasarım uygulamalarıyla azaltılabilmektedir. Çimento üretiminde yukarıda verilenlere ilaveten klinker için farklı malzemeler kullanılırsa karbon ayakizi cinsinden çevre yükü daha da düşecektir. Yıkıntılardan gelen inşaat molozlarının yenilikçi adımlarla geri dönüştürülmesi ve yeni betonla harmanlanması en çok tartışılan konulardır. Bu makalede yapı sektöründe görülen güncel açılımlar ve inovatif yöntemler incelenecek ve literatür bilgisi paylaşılacaktır (Ana referans: K. Sanderson, "Greener buildings", Scientific American, December 13th 2022, s18,19).

Döngüsellik ve inovatif adımlar

Dünya genelinde mühendisler, inşaat şirketleri ve mimarlar inşaat sektörü için inovatif ve döngüsel [ekonomi](#) modelleri geliştirmektedir. Üretilen yapıların, çevreye ve biyoçeşitliliğe etkilerinin azaltılması yanında iklim stresini de düşürmeleri ana amaçtır:

i) 2 boyutlu nano karbon malzeme olan grafen, betona püskürtülerek katılırsa yapısal mukavemet artacağından inşaatlarda beton tüketimi düşer. Grafen içeren

betona betonen (concretene) adı bu alanda öncü çalışmalar yapan “Nationwide Engineering” Amesbury/BK şirketi tarafından verilmiştir. Amesbury'deki bir jimnastik salon tabanına ilk uygulama Manchester Üniversitesi danışmanlığında yapılmıştır. Buradaki ana motivasyon, malzeme mukavemetini arttırarak betonun ve yapının malzeme ayak izini düşürmektir (yapıda az beton kullanmak şeklinde). Grafen kullanımı maliyeti arttırmayarak ekonomik fayda da sağlayacak; yapı sisteminde yapısal tasarım optimizasyonu ile beton talebi azaltılabilecektir. Grafenin fayda değeri yanında, nanoteknoloji çalışanları için, yapı kullanıcıları için ve yapı ömrü sonu eylemleri için bugün tam belirlenememiş bazı olumsuzlukların olabileceği bilinmelidir.

ii) İkincil atık betonun bir şekilde kritik olmayan alanlarda tekrar kullanımı gündemdedir. İkincil beton kullanımı sayesinde birincil üretim (yeni beton) için yerküre kaynakları daha az tüketilmiş ve daha az çevre hasarı oluşturulmuş olur. Atık beton öğütme ile inceltir ve bekletilirse atmosferik CO₂ emilimi gösterir ve mukavemeti yüksek agrega haline gelir. İnceltmiş beton molozlar bünyesindeki kalsiyum oksit, yıllar içinde havanın CO₂'i ile birleşerek kalsit kristalizasyonu sağlar. Nisbeten mukavemetli bu agrega yeni betonla karıştırılabilir. Atık beton molozların havanın CO₂'ini beton bünye içine absorbe etmesi iklim krizi açısından da önemlidir. Raporlarda, çimento ve betonun ilk üretildiğinde atmosfere saldığı CO₂'nin %17'si kadarının bu yolla geri alınabileceği not edilmiştir. Bugün mevcut uygulamalarda çimento üretimi bağlamında atmosfere her yıl 4 milyar ton CO₂ gazı salınmaktadır. Birincil ve ikincil beton karbon yutucu olarak davranabilir. Halifax/Kanada şirketi “CarbonCure”, yakalanan CO₂'i beton içine gömen bir teknoloji geliştirmiştir. Yakalanan CO₂ yoğun gaz, betondaki kalsiyum oksit ile reaksiyona girerek hızlı bir şekilde (havadaki CO₂'den daha kısa zamanda) kalsiyum karbonat minerali oluşturur. Bu dönüşüm betonu mukavimleştirme yanında karbonun yapıda kitlenmesini sağlar. Bu agrega (RCA), yeni birincil agrega ile karıştırılıp orta teknoloji uygulamalarında da (yatay mimari yapılar gibi) kullanılabilir. “CarbonCure” binalarda kullanılabilecek yeni tip RCA geliştirmiştir. Los Gatos/Kaliforniya Şirketi olan “Blue Planet Sistemleri” binalarda yakalanmış CO₂ enjeksiyonlu atık beton (RCA) kullanmaya başlamıştır. Atlanta/ABD'deki “Kendada İnşaat” CO₂ depolanmış betonlu bir suit inşa etmiştir. Bu şirket, yıkıntılardaki molozların çoğunu geri dönüşümle yeni bina inşaatında kullanarak yapı sektörünü şaşırtmıştır. Kendada Projesi “Living Building Challenge (LBC)” inisiyatifine bağli olup sertifikalı binalar inşa etmektedir. LBC inisiyatifi, kendi suyunu ve enerjisini üreten 300'ü aşkın bina projesini sertifikalandırmıştır. LBC kriterleri atık alanına gitmekte olan molozların yön değiştirerek uygun girdi malzemeye dönüştürülmesini ve kullanılmasını kapsamaktadır.

iii) Döngüsel ekonomide yapılar lego gibi tasarlanıp inşa edilmektedir. Siz onu yapısal eleman olarak kullanabilir, sökebilir ve tekrar kullanabilirsiniz. Burada tasarım anahtar rolü oynar ve yapılarda ileri düzeyde benzerlik ve esneklik vardır. Prefabrik parçalar tekrar tekrar kullanılabilir. Bunlara takma, çıkarma, çelik yapıyı

kaynak yerine vidalama-civatalama, sunta malzemede girinti ve çıkıntı oluşturma ve testere ağı uygulamalar örnek verilebilir. Prefabrik bina komponentleri malzeme pasaportu gibi değerlendirilmelidir. Malzeme, karbon ayakizi, güvenlik ve sağlık etkilerini kapsayan arşiv ve işaretlemeler içermelidir. Bu döngüsel ekonominin gereğidir ve amaç malzeme kullanımını azaltma, emisyonu azaltma, atık oluşumunu azaltma, havayı temizleme ve habitatı vahşi hayvan yaşamına geri vermedir. Örneğin 2010'da ikonik Empire State Building'in 6 bin 514 penceresi çift camları arasına argon ve kripton gaz karışımı dolduruldu, dış yüzeye ısıyı geri yansıtan ince metal kristalli film kaplama yapıldı. Yenilenen New York'taki Empire State Building'de bugün eskiye göre %40 daha az enerji tüketmektedir.

Sonuçlar

Yerküre kaynaklarını ekonomik kullanmak ve ekosistemi koruyucu eylemlerde bulunmak hepimize biçilen görevdir. Binaları döngüsel ekonomi prensipleriyle üretmek ve kullanmak, atık malzeme miktarını düşürecek ve çevresel hasar da azalacaktır. Ters durum korkunç sonuçlar doğurur. Beton atıklarının kritik olmayan yapılarda (alan doldurma, yol altı destek, bariyer, kent mobilyası ve sanat uygulamaları gibi) tekrar kullanılması döngüsel ekonominin gereğidir. Günümüzde, inovatif yöntem ve uygulamalarla yapı teknolojileri döngüselliğe bir ileri noktaya taşınmaktadır. Bunlar atık betonun, grafen ile veya CO2 enjeksiyonu ile güçlendirilmesidir. CO2 bağlamında ortaya çıkan ikilem çok etkileyicidir! Üretimi sırasında atmosfere en çok CO2 salan beton malzeme, sonrasında CO2 absorbe ederek kendi öz mukavemetini arttırabilmektedir. Kristalizasyon ile mukavemeti arttırılan geri dönüştürülmüş betonun binalarda kullanımının konuşulması ve sorgulanması önemli bir aşamadır. Üniversite-sektör işbirliği ile araştırmalar derinleştirilmeli ve yapı sektöründe konu edilen inovatif çözümlerin ve döngüselliğin ne kadar gerçekçi olduğu ve olası yaygın etkisi tartışılmalıdır.