

# Sürdürülebilir inşaat yaklaşımı için yeşil beton

## Green Concrete for Sustainable Construction Approach

Engineers are constantly looking for innovative ways to strengthen the built environment and reduce the environmental impact of construction projects.

In recent years, green concrete has emerged as an exciting new possibility, offering an eco-friendly material that can help meet these goals. This blog article explores the potential of green concrete to revolutionize the building industry and how engineers can take advantage of this unique material.

Çimento üretimi küresel CO<sub>2</sub> emisyonlarının %8-10'unu oluşturuyor. Çimento üretimi için kireç taşı ve kil öğütülüp yüksek sıcaklıklara ısıtıldığında küresel ısınmaya neden olan gaz açığa çıkar.

### Yeşil beton nedir?

Yeşil beton, en az bir bileşeni atıklardan oluşan, çevreye zarar vermeyen bir üretim süreciyle yüksek performanslı, yaşam döngüsü sürdürülebilirliği olan beton türüdür.

Bu malzeme geri dönüştürülmüş cam, uçucu kül ve yüksek fırın cürufu gibi çeşitli sürdürülebilir malzemelerden yapılmıştır. Yeşil beton, pirinç kabuğu külü veya diğer tarımsal atık ürünlerden yapılanlar gibi alternatif çimentolarla da yapılabilir.

Yeşil beton kullanımı inşaat projelerinin karbon ayak izini azaltmaya ve onları daha sürdürülebilir hâle getirmeye yardımcı olabilir. Bu malzemenin, gelişmiş dayanıklılık ve hava koşullarına karşı direnç dâhil olmak üzere bir dizi başka faydası da vardır. Yeşil beton ayrıca sipariş üzerine de üretilebiliyor; bu da belirli bir projenin özel ihtiyaçlarına göre özelleştirilebileceği anlamına geliyor.

Mühendisler sürekli olarak yapıyı çevreyi güçlendirmek ve inşaat projelerinin çevresel etkilerini azaltmak için yenilikçi yollar arıyorlar. Son yıllarda yeşil beton, bu hedeflere ulaşılmasına yardımcı olabilecek çevre dostu bir malzeme sunan, heyecan verici yeni bir olasılık olarak ortaya çıktı. Bu blog makalesi, yeşil betonun inşaat sektöründe devrim yaratma potansiyelini ve mühendislerin bu eşsiz malzemeden nasıl yararlanabileceğini araştırıyor.



### Kullanılan malzeme türleri

#### Uçucu kül

Uçucu külün yeşil beton üretiminde kullanılmasının en yaygın yolu, beton için bağlayıcı olarak kullanılmasıdır. Uçucu kül 1960'lı yıllardan bu yana bu şekilde kullanılmaktadır ve geleneksel betona göre daha yüksek mukavemet ve dayanıklılığa sahip ürünler üretmelerine olanak tanıdığı için bugün inşaatçılar arasında popüler olmaya devam etmektedir.

İnşaatçıların uçucu külü projelerine dâhil edebilmeleri için, dolgu maddesi olarak kullanılması veya proje ihtiyaçlarına bağlı olarak belirli yüzdelerde katkı maddesi olarak sunulması gibi başka yollar da vardır.

Uçucu külün yeşil inşaat malzemelerinde kullanımı daha popüler hâle geldi çünkü hem yeni hem de mevcut binaların karbon ayak izini azaltmaya yardımcı oluyor. Bunun nedeni, çimento ile karıştırıldığında suyu emme ve agrega parçacıkları arasında kum veya çakıl gibi doğal agregalardan daha güçlü bir bağ oluşturma yeteneğidir.

#### Yüksek fırın cürufu

Yüksek fırın cürufu çelik üretim prosesinin bir yan ürünüdür. Çok miktarda demir oksit içeren, ince taneli, yüksek silikalı, oldukça kireçli bir malzemedir.

Yeşil beton yapma teknolojisi geliştikçe yüksek fırın cürufu-

nun betonda kullanımı daha yaygın hâle geliyor. Yüksek fırın cürufu, yollar, binalar ve köprüler için kullanılacak çok güçlü, dayanıklı ve çevre dostu bir beton üretir.

### Silis dumanı

Silis dumanı, beton üretiminde kullanılan yüksek saflıkta silika tozudur. Silis dumanı, kömür, petrol veya şistten elde edilen ham maddelerin kuru damıtılmasıyla üretilir. Silika dumanı, endüstriyel sınıf silikadan daha yüksek bir saflığa sahiptir ve daha düşük CEC değerine sahip beton üretmek için kullanılabilir.

Silis dumanı üretim işlemi, betonda kullanılacak yüksek derecede saf bir malzeme üretmek için ham maddelerin basınç altında ısıtılmasını içerir. Silis dumanı, çimento ve kum arasında daha iyi bir bağlantı oluşturur ve bitmiş beton ürünün mukavemetini ve dayanıklılığını artırır.

### Pirinç kabuğu külü

Pirinç kabuğu külü, ekolojik ve ekonomik değeri yüksek bir üründür. Üretim maliyeti düşük, inşaat projelerinde kullanılabilen yeşil bir yapı malzemesidir. Pirinç kabuğu külü beton, tuğla ve kiremit üretmek için kullanılabilir. Pirinç kabuğu külü iyi termal özelliklere sahiptir ve yanıcı değildir. Pirinç kabuğu külü çimento, kum, çakıl ve su gibi diğer malzemelerle karıştırıldığında iyi bir yalıtım etkisi sağlayabilir.



### Beton agregasının geri dönüşümü

Beton geri dönüşümü, atık betonun yıkım alanlarından ve di-

Cement production accounts for eight to ten percent of global CO<sub>2</sub> emissions. When limestone and clays are crushed and heated to high temperatures, the global warming gas is emitted.

Green concrete is the type of concrete that is having at least one component made of waste, a production process that does not harm the environment, high performance, and life cycle sustainability.

Green concrete is a type of concrete that is made with sustainable materials and is designed to reduce the environmental impact of construction projects. This material is made with a variety of sustainable materials, including recycled glass, fly ash, and blast furnace slag. Green concrete can also be made with alternative cements, such as those made from rice husks or other agricultural waste products.

ğer kaynaklardan geri kazanılarak yeni inşaat malzemelerine dönüştürüldüğü bir süreçtir. Beton agregasının geri dönüşümü inşaat endüstrisinde köklü bir uygulamadır ancak çimento üretiminden kaynaklanan karbon emisyonlarını azaltma aracı olarak yaygın şekilde kullanılmamıştır. Bunun nedeni, geri dönüştürülmüş agregalara yönelik tedarik zincirinin henüz tam olarak gelişmemiş olmasıdır ancak sürdürülebilir inşaat malzemelerine olan talebin artmasıyla birlikte üreticiler için agregaları geri dönüştürmenin yollarını bulma konusunda artık daha fazla teşvik var.

### Atık plastik

Atık plastik, biyolojik olarak parçalanamaz ve betondaki olağan agreganın %20'sine kadar yerini alabilir ve aynı zamanda onu daha hafif hâle getirebilir ancak plastik agregalı beton daha az kırılabilir ve yanmazdır. Normal betondan daha az dayanıklı olmasına rağmen, bu ikameli beton, kaldırımlar, otoyol refüjleri ve otoyol kaplama alt temelleri dâhil

olmak üzere yapısal olmayan uygulamalar için kullanılabilir. Ayrıca kum yerine öğütülmüş PET parçacıkları da kullanılabilir.

### Mühendisler yeşil betonu nasıl kullanabilir?

Mühendisler inşaat projelerini daha sürdürülebilir kılmak için yeşil betonu çeşitli şekillerde kullanabilirler. Bunu yapmanın bir yolu, inşaat projelerinde geleneksel betonun yerine yeşil beton kullanmaktır. Bu hem yeni inşaat hem de yenileme projelerinde yapılabilir. İnşaatte yeşil betonun kullanılması, projenin genel karbon ayak izinin azaltılmasına ve projenin daha çevre dostu olmasına yardımcı olabilir.

Yeşil betonun ana bileşenleri geri dönüştürülmüş malzemeler, uçucu kül ve çimentodur. Bu malzemeler, geleneksel beton karışımlarıyla aynı dayanıma ve dayanıklılığa sahip bir beton karışımı oluşturmak için su ile karıştırılır. Yeşil beton geleneksel betonun yerine kullanılabildiğinden mevcut inşaat projeleri için idealdir.

Yeşil beton aynı zamanda geleneksel betondan daha hafiftir; bu da çatılara veya ağır yüklerin yerleştirilmesinin veya taşınmasının zor olduğu diğer yerlere yerleştirmeyi kolaylaştırır. Kaliforniya'nın şu anda kuraklıkla karşı karşıya olması ve inşaat için gereken su miktarının azaltılmasının doğal kay-

nakların korunmasına yardımcı olması nedeniyle, malzemenin altyapı projeleri için kullanılması özellikle iyi bir fikirdir.

Bu, yeşil ve geri dönüştürülmüş malzemelerin mevcut projelere dâhil edilmesinin daha verimli bir yolunu sağlayacaktır. Yeşil beton, inşaat dünyasında devrim yaratabilecek yeni bir teknolojidir. Adından da anlaşılacağı gibi kauçuk lastikler veya plastik şişeler gibi geri dönüştürülmüş malzemeler kullanılarak yapılıyor. Bu malzemelerin kullanımı sadece atıkları azaltmakla kalmıyor, aynı zamanda ortaya çıkan çimentoyu geleneksel betona göre daha güçlü ve dayanıklı hâle getiriyor.

Beton, Kuzey Amerika'daki en popüler yapı malzemelerinden biridir. Ucuzdur, yaygın olarak bulunur ve üzerinde çalışılması kolaydır. Ne yazık ki aynı zamanda en az çevre dostu inşaat malzemelerinden biridir. Çimentodan dolayı üretimi atmosfere büyük miktarda karbondioksit salıyor; aslında sadece bir ton çimento üretmek yaklaşık 1,7 ton CO<sub>2</sub> üretiyor. Bu, Kanada'daki her insanın (yaklaşık 36 milyon kişi) her yıl 1 ton tükettiği takdirde, 70 olimpik yüzme havuzunu doldurmaya yetecek kadar çimentoya ihtiyacımız olacağı anlamına geliyor.

The use of green concrete can help reduce the carbon footprint of construction projects and make them more sustainable. This material has a number of other benefits as well, including improved durability and resistance to weathering. Green concrete can also be made to order, meaning that it can be customized to the specific needs of a particular project.

The most common way to use fly ash for green concrete production is through its use as a binder for concrete. Fly ash has been used in this way since the 1960s and continues to be popular among builders today because it allows them to make products with higher strength and durability than traditional concrete.

rin projelerinde yeşil betonu kullanmalarının birçok yolu vardır.

Daha yaygın olarak beton olarak bilinen hidrolik çimento, büyük binaların ve diğer yapıların inşasında kullanılan bir malzemedir. Geleneksel çimento üretimi, küresel iklim değişikliğine katkıda bulunan bir sera gazı olan büyük miktarda karbondioksit (CO<sub>2</sub>) üretir. Yeşil beton, geleneksel çimentonun yerine uçucu kül (kömür yakıtlı enerji santrallerinin ürettiği atık) gibi alternatifler kullandığından, üretim sırasında atmosfere salınan CO<sub>2</sub> miktarını azaltabilir. Yeşil betonun amacı sadece salınan CO<sub>2</sub> miktarını azaltmak değil, aynı zamanda geleneksel betonla aynı şekilde kullanılabilir olacak çevre dostu bir ürün geliştirmektir.

Yeşil beton, hem yeni inşaat projelerinde hem de mevcut yapıların güçlendirilmesinde sıklıkla kullanılıyor.

Bunun başlıca nedenlerinden biri, ısıtma ve soğutma maliyetlerini azaltmaya yardımcı olan mükemmel bir yalıtım malzemesi sağlamasıdır. Yeşil beton ayrıca geleneksel betona göre çok daha düşük karbon ayak izine sahiptir. Üretim sürecinde herhangi bir ısı gerektirmez ve nemin sıkışıp kalmak yerine zemine dağılmasını sağlayan gözenekli bir dokuya sahiptir.

#### Yeşil betonun avantajları

- Sürdürülebilir bir yapı malzemesidir ve karbon ayak izini azaltır.
- Minimum kirlilik oluşturur.
- Malzeme israfını azaltır.
- Yeşil beton ekonomik sayılabilir.

#### Dezavantajları

- Düşük basınç dayanımına sahiptir.
- İhtiyaç duyulan miktarda malzeme bulmakta zorluklar yaşanmaktadır.
- Kullanılan malzemenin türüne bağlı olarak ekstra çaba gerekebilir.
- Su emme oranı yüksek olabilir.



Yeşil beton, üretim sürecinde daha az fosil yakıt kullandığı için çevre üzerindeki etkimizi azaltmamıza yardımcı olabilir. Karıştırma işlemi sırasında zararlı hiçbir kimyasal katkı maddesi gerektirmediği için hava kirliliğini de azaltır. Mühendisle-

**Kaynak:** [www.structuralguide.com/green-concrete/](http://www.structuralguide.com/green-concrete/)

# Yeşil bina teknikleri: Daha çevre dostu inşaat yapımı

İnşaat ve inşaat sektörü, kaynakların %50'sini tüketen önemli bir doğal kaynak tüketicisidir. Ayrıca, CO<sub>2</sub> emisyonlarının %39'unu, çöp depolama atıklarının %50'sini ve su kirliliğinin %40'ını oluşturarak büyük oranda çevre kirliliği de oluşturmaktadır.

Son zamanlarda sürdürülebilir inşaat dikkat çekiyor. Hem çevreciler hem de hükümetler endüstriyi daha çevre dostu olmaya zorluyor.

Bu dalganın ardından endüstri, sürdürülebilir inşaatı sağlamak için yeşil bina tekniklerini ve trendlerini benimseyerek yavaş yavaş değişiyor. Trend belirleyiciler, doğal kaynakların kullanımını en aza indirmek için "Önce Ekoloji" sürdürülebilirlik paradigmasına bile geçtiler.

Bu yazıda firmaların çevre dostu projeler için benimseyebilecekleri yeşil bina tekniklerini ve yöntemlerini inceleyeceğiz.

## Daha küçük daha iyidir

Genellikle küçük evler 90 metrekarenin altındadır ve çeşitli avantajlar sunar. Boyutlarına bakıldığında daha az malzeme ve daha az enerji tüketmelerinden dolayı inşa edilmeleri daha ucuzdur. Ayrıca güneş fotovoltaik sistemleri için harika seçenekler sunuyorlar; her şeye güneş enerjisini kullanarak güç sağlayabilirsiniz.

Karşılaştırmalı olarak, daha büyük evlerin daha fazla ısıtma ve soğutma ihtiyacı vardır ve bu da konut enerjisinden daha fazla karbon emisyonuna yol açmaktadır. Daha küçük bir ev, israfı azaltır, verimliliği artırır ve maliyetleri düşürür; bu da onu çevre dostu bir seçenek haline getirir.

Üretimi çok fazla enerji tüketen çelik ve alüminyum gibi malzemeler kullanıyorsanız daha küçük bina yapmak daha da iyidir. Malzemelerin çıkarılması, üretilmesi, işlenmesi ve taşınması için kullanılan enerji ve kaynakların da etkili olduğu bilinmektedir.

## Green building techniques How you can make your construction projects more environmentally friendly

The building and construction industry is a prominent consumer of natural resources, taking up to 50% of the resources. It also contributes heavily to environmental pollution, accounting for 39% of CO<sub>2</sub> emissions, 50% of land-fill wastes, and 40% of water pollution.

Recently, sustainable construction has been gaining attention. Both environmentalists and governments have been pushing the industry to be more environmentally friendly. This has seen the introduction of incentives and penalties to drive change in the industry.

## Enerji tasarruflu ekipmanlar

İnşaat sahalarındaki eski ve verimsiz ekipmanlar genellikle çevreyi kirletmektedir. Bunun nedeni aşırı yağ sızıntısı, gürültü kirliliği ve CO<sub>2</sub> emisyonları olabilir. Bazı şantiyelerde enerji tüketimi bütçenin %6'sına kadar çıkmaktadır.

Bunun yerine bu tür ekipmanları enerji tasarruflu seçeneklerle değiştirmeniz gerekir. Daha fazla enerji tüketen ve çevreyi kirleten ekipman ve makineleri belirlemek için bir enerji denetimi yapmanız gerekecektir.

Ayrıca inşaat sırasında ekipmanınızı izlemek ve enerji kullanımını optimize etmek için otomasyonu ve akıllı cihazları kullanmalısınız. Sensör, sıcaklık düzenleyici ve kamera gibi teknolojiler, iyileştirme alanlarınızı belirlemenize ve ekipman yönetimini geliştirmenize yardımcı olabilir.

## Yeşil binalar neden önemlidir?



## Uygun yalıtım

Doğru yalıtım, enerji tüketimini ve karbon emisyonlarını azaltmanın etkili yollarından biridir. İdeal olan yalıtım, özel-

likle yılın soğuk aylarında ısı kaybını en aza indirir. Bu da ev sahibinin düzenli olarak çalışan ısıtma ünitelerini kullanmasına gerek kalmayacağı anlamına gelir.

Müteahhitlerin yalıtılabileceği farklı alanlar vardır; bunlar arasında boşluklu duvarlar, masif duvarlar, zemin, temel ve çatı katı, pencereler ve kapılar, tanklar ve radyatörler ve hava akımları yer alır.

Bu nedenle, yüklenicilerin, enerji maliyetlerini azaltmak, nem yoğuşmasını önlemek ve kirlenici emisyonlarını en aza indirmek için projelerine izolasyonu dâhil etmeleri gerekmektedir. Ayrıca yangından korunma ve güvenliğe de yardımcı olabilir ayrıca yatırım getirisi (ROI) en üst düzeye çıkarabilir.

Geri dönüştürülmüş içerik içeren yalıtım malzemeleri kullanmak daha da iyidir. Örneğin, fiberglas yalıtımda %40-60 oranında geri dönüştürülmüş malzeme bulunurken selüloz yalıtımda %80'e kadar veya daha fazla geri dönüştürülmüş içerik bulunabilir.

#### **Yeniden kullan, azalt, geri dönüştür (REuse, REduce, REcycle)**

Atık, inşaat sahalarında önemli bir sorundur ve çoğu çöp depolama alanlarına atılmaktadır. Hatta bazı müteahhitler projeyi tamamladıktan sonra çöpleri geride bırakmaktadır. Endüstrinin Birleşik Krallık'taki atıkların %62'sini oluşturduğu ve %32'sinin çöplüklere gittiği göz önüne alındığında, bu durum inşaatın çevresel etkisini artırıyor.

Yüklenicilerin malzemeleri yeniden kullanması, azaltması ve geri dönüştürmesi gerekir. Bu sadece inşaatın çevresel etkisini azaltmakla kalmaz, aynı zamanda paradan da tasarruf etmenizi sağlar. Hasarı, yeniden işlemleri ve değiştirmeleri en aza indirerek, aşırı sipariş verilmesini önlemek için tedarik zincirinizi düzene koyarak malzeme kullanımını azaltabilirsiniz.

Fazla malzemelerin diğer aşamalarda kullanılmasını sağlamak için proje koordinasyonunu iyileştirebilir veya bunları satabilir ya da başılayabilirsiniz. Örneğin paletler tedarikçilere iade edilebilir veya yeniden kullanım için onarılabilir.

In the wake of this wave, the industry has been slowly changing, embracing green building techniques and trends to ensure sustainable construction. Trendsetters have even moved into an 'Ecology First' paradigm of sustainability to minimise the use of natural resources. In this post, we'll explore the green building techniques and methods firms can adopt for environmentally friendly projects. Smaller is better. According to Shrink Foot Print, the average house size in the UK is relatively small at 76 m<sup>2</sup> (818 ft<sup>2</sup>). While this is better compared to the top country, Australia, which leads at 214 m<sup>2</sup> (2302 sq. ft), it's still vital to push for smaller homes.

Generally, small houses are below 1000 sq. ft, and they present several benefits. Given their sizes, they consume fewer materials and less energy; thus, they're cheaper to build. Also, they offer great options for solar photo-voltaic systems — you can power everything using solar. Comparatively, larger houses have more heating and cooling needs, leading to more carbon emissions from residential energy. A smaller house reduces waste, promotes efficiency, and decreases costs, making it an environmentally friendly option.

Kâğıt, ahşap, lastik, bakır ve beton gibi malzemeler atıkları azaltmak için geri dönüştürülebilir.

Ayrıca yeşil ilkelerinizin bir parçası olarak kurtarma malzemelerini kullanabilirsiniz. Kurtarma malzemelerinin kullanılması atıkların çöp depolama alanlarından uzak tutulmasına yardımcı olur. İyi örnekler arasında eski arduvaz kiremitler, tuğlalar, çelik, kereste vb. yer alır. Kurtarabileceğiniz malzemeleri bulmak için bölgenizdeki yeniden inşa edilmiş binaları bulun.

#### **Yeşil İnşaat**

##### **Sürdürülebilir malzemeler**

Malzemelerin yeniden kullanılması, azaltılması ve geri dönüştürülmesinin yanı sıra çevreyi korumak için sürdürülebilir malzemelerin kullanılması da çok önemlidir. İnşaat sektörünün küresel ekonomideki doğal kaynakların %40 ila 50'sini tükettiğini unutmayın.

Sektör, kaynakların sürdürülebilir kullanımını teşvik ederek daha iyisini yapabilir ve pek çok uzman hâlihazırda bu yönde doğru adımları atıyor. Projelerinde bükülebilir beton, bambu, mantar, masif kereste, prefabrik beton ve miselyum gibi sürdürülebilir malzemeler kullanıyorlar.

Sürdürülebilir inşaat çevreyi korumaya, doğayı korumaya ve toksik emisyonları azaltmaya yardımcı olur. Taş, prekast beton ve bambu gibi sürdürülebilir malzemelerle daha güvenli bir ortam sağlarken estetik açıdan da çekici projeler elde edebilirsiniz.

Geri dönüştürülebilir ve zararlı madde içermeyen malzemeler kullanmayı hedefleyin. Örneğin, çevreyi etkileyen solvent veya kimyasal madde içermeyen doğal ahşap kaplamaları ve boyları kullanın. Selüloz gibi malzeme gübrelenebilir olduğundan izolasyon için idealdir.

Geri dönüştürülebilir ve zararlı madde içermeyen malzemeler kullanmayı hedefleyin. Örneğin, çevreyi etkileyen solvent veya kimyasal madde içermeyen doğal ahşap kaplamaları ve boyları kullanın. Selüloz gibi malzeme gübrelenebilir olduğundan izolasyon için idealdir.

**Kaynak:** [www.letsbuild.com/blog/green-building-techniques-how-you-can-make-your-construction-projects-more-environmentally-friendly](http://www.letsbuild.com/blog/green-building-techniques-how-you-can-make-your-construction-projects-more-environmentally-friendly)

## Eski çimentodan düşük karbonlu beton nasıl yapılır?



2014 yılında yayımlanan bir makaleye göre çimento, kum ve çakılın karıştırılmasıyla elde edilen beton, sudan sonra dünyada en çok tüketilen ikinci malzemedir. Gezegen-deki her insan için her yıl yaklaşık üç ton beton üretiliyor.

Tüm bu yapılar sadece Dünya'nın yüzeyini değil aynı zamanda atmosferini de etkiliyor. Betonun temel bileşeni olan yıllık yaklaşık 5 milyar ton çimentonun üretimi, ana

### How to make low-carbon concrete from old cement

The world gets a little greyer every year. According to a paper published in 2014 concrete—an aggregate material made by mixing cement, sand and gravel—is the second-most consumed substance in the world after water.

sera gazı olan dünyanın insan kaynaklı karbondioksit emisyonlarının yaklaşık %8'inden sorumludur. Çimento endüstrisi bir ülke olsaydı, Çin ve Amerika'dan sonra en büyük üçüncü karbondioksit salımına neden olan ülke olurdu.

Araştırmacılar bu emisyonları azaltmanın yollarını bulmaya çalışsa da bu çok kolay değil. Beton yapmak için gereken katkı maddelerinden çimento miktarı

azaltılabilir ancak bu sorunu tamamen çözmez. Çimento üreticileri ayrıca fabrikalarının yaydığı karbonu yakalayıp yer altında saklamanın yollarını da arıyor ancak elektrik santralleri ve petrol platformlarıyla yapılan birkaç küçük ölçekli denemeye rağmen, karbonu yakalamak çoğunlukla denenmemiş bir teknoloji olmaya devam ediyor.

Neyse ki başka bir fikir şekilleniyor. İngiltere'nin kuzeydoğusunda bulunan Middlesbrough'da endüstri destekli bir araştırma merkezi olan Malzeme İşleme Enstitüsünde, Mayıs ayı başlarında dünyanın ilk sıfır emisyonlu çimentosu olduğu iddia edilen altı tonluk malzeme üretilecek. Bu çok az bir miktar gibi görünse de çimentonun ne kadar iyi çalıştığını göstermek için yeterlidir. Her şey planlandığı gibi giderse, fikrin arkasındaki firma olan Cambridge Electric Cement, üretimi artırmayı ve malzemeleri gerçek bir inşaat projesinde kullanmayı planlıyor.

### Yeniden kullanın ve geri dönüştürün

Çimentoyu karbondan arındırmanın bu kadar zor olmasının nedeni, nasıl yapıldığına ilişkin kimyada yatmaktadır. Ana bileşen, esas olarak kalsiyum karbonat olan kireç taşıdır. Hem oksijen hem de karbon içerir. Kireç taşı, silika içeren kil ve diğer malzemelerle karıştırıldıktan sonra döner bir fırında 1.400°C'nin üzerinde ısıtılır. Kalsinasyon adı verilen kimyasal reaksiyon, karbonu kireç taşıdan uzaklaştırarak kireç üretir. Karbon daha sonra oksijenle birleşerek istenmeyen karbondioksiti oluşturur.

Geriye klinker adı verilen kireç bazlı malzeme toprakları kalıyor. Bu soğutulur ve daha sonra öğütülerek çimento tozu hâline getirilir. Çimento yapımından kaynaklanan karbondioksit emisyonlarının yaklaşık yarısı yalnızca kalsinasyon reaksiyonundan kaynaklanmaktadır (geri kalanı esas olarak kireç taşının çıkarılmasından ve fırının ısıtılmasından kaynaklanmaktadır). Her ton çimento için yaklaşık bir ton karbondioksit üretiliyor.

Cambridge Electric Cement'i kuran Cyrille Dunant ve Cambridge Üniversitesindeki meslektaşları, yıkılmış binalardaki eski çimentoyu geri dönüştürerek bu zahmetli kimyadan kurtulmayı umuyorlar. Çimentoyu hurda betondan kurtarmak başlı başına yeni bir fikir değil ancak bunu bir çimento fırını yoluyla geri dönüştürme girişimleri, taze malzemeler kullanmaktan daha düşük kaliteli bir ürün üretme eğilimindedir.

Dr. Dunant ve ekibi bu sorunu başka bir ağır endüstrisi olan "çelik geri dönüşümü" yardımıyla çözdüklerini düşünüyor.

Eski çimento tozunun kimyasal bileşiminin, hurda çeliği geri dönüştürmek için elektrik ark ocaklarında kullanılan kireç akışıyla hemen hemen aynı olduğunu fark ettiler. Çelik eridikçe akı yüzeyde yüzen bir cüruf oluşturur ve burada sıvı çeliğin havayla reaksiyona girmesini ve yabancı maddeler oluşturmasını engeller.

Cambridge ekibi, eski çimentodan yapılan hamurun da aynı işi görebileceğini ve fırınlardan gelen ısının onu aynı anda tekrar kaliteli klinkere dönüştürebildiğini buldu. Dr. Dunant, "Kullanılan çimento hamuru yeni çimento olarak ortaya çıktı." diyor. Alevlerle ısıtılan çimento fırınlarının aksine, elektrik arklı fırınlar, içindekileri ısıtmak için yüksek güçlü elektrik akımlarıyla vuruyor. Bu, sıfır karbonlu elektrikle çalıştırılabilecekleri anlamına geliyor.

Ekip şu ana kadar onlarca kilogram geri dönüştürülmüş, sıfır karbonlu çimento üretti. Şirketin kurucularından biri olan Philippa Horton, sonuçların umut verici olduğunu söylüyor. En büyük potansiyel engel, üretilebilecek çimento miktarının, eski binaların, köprülerin, yolların ve benzerlerinin yıkılmasından ne kadar geri kazanılacağına ve ayrıca elektrik ark ocaklarının mevcudiyetine bağlı olmasıdır ancak Dr. Horton, yalnızca Britanya'da toplam talebin dörtte biri ile yarısı kadarını karşılamaya yetecek kadar çimento üretmenin makul olabileceğini düşünüyor.

Bu arada bazı inşaat firmaları da projeyi hayata geçirmek için araştırmacılarla birlikte çalışıyor. Bunlar arasında, eski çimentoyu molozlardan hamur şeklinde

çıkartılabilir bir kırıcı geliştiren İngiliz inşaat malzemeleri tedarikçisi Day Group da yer alıyor. İspanyol çelik şirketi Celsa, ticari ölçekte ilk Cambridge Elektrik Çimentosu partisini üretmek için Cardiff'teki tesisinde bir elektrik ark ocağını dönüştürüyor.

Tüm bu altyapı hazır olduğunda, belki de önümüzdeki yıl, inşaat mühendisliği firması olan Atkins ve Balfour Beatty, geri dönüştürülmüş çimentonun kullanıldığı ilk binanın inşaatını denetleyecek ve bu binanın değerinin nihai testi olacak. Fikirlerden biri, yıkılmış bir binadan elde edilen çimentoyu aynı alanda yeni bir bina inşa etmek için kullanmaktır. Bu, dönüşel ekonominin yeşil faydalarının güzel bir göstergesi olacaktır.

**Kaynak:** [www.economist.com/science-and-technology/2023/04/26/how-to-make-low-carbon-concrete-from-old-cement](http://www.economist.com/science-and-technology/2023/04/26/how-to-make-low-carbon-concrete-from-old-cement)

Around three tonnes of the stuff are poured each year for every person on the planet.

All that building affects not just the surface of the Earth but its atmosphere as well. The annual production of around 5bn tonnes of cement, the essential ingredient in concrete, is responsible for around 8% of the world's man-made emissions of carbon dioxide, the main greenhouse gas. Were the cement industry a country, it would be the third-biggest carbon-dioxide polluter after China and America.

# Betondaki kumun yerini alabilen kömür bazlı ürünler

Yapılan bazı araştırmalar, yaklaşmakta olan “kum krizi” için çözümün bir parçası olabilir.

Dünyada sudan sonra en çok tüketilen ikinci malzeme olan beton, kum kaynaklarının azalmasından dolayı krize yol açıyor.

Rice Üniversitesi araştırmacıları, kömür bazlı bir ürün olan metalurjik koktan elde edilen grafenin, yalnızca çimentoda takviye edici bir katkı maddesi olarak değil, aynı zamanda betonda kumun yerine de kullanılabileceğini buldu.

Rice'tan T. T. ve W. F. Chao Profesörü ve kimya, malzeme bilimi ve nanomühendislik profesörü James Tour, “Bu, dünyadaki en büyük endüstrilerden biri üzerinde büyük bir etkiye sahip olabilir. Grafen agregası kullanılan betonu, uygun kum agregası kullanılarak yapılan betonla karşılaştırdık ve betonumuzun %25 daha hafif ama aynı derecede dayanıklı olduğunu gördük.” dedi.

Çimento ve suyla birleştirilmiş kum ve çakıl gibi agregaların bir karışımı olan beton, kentsel gelişim için gereklidir. 2050 yılına kadar küresel nüfusun %68'inin kentsel alanlarda yaşaması beklendiğinden, betona ve dolayısıyla kum madenciliğine olan talebin önemli ölçüde artması bekleniyor. Bu rakam son 20 yılda üç katına çıkarak yılda yaklaşık 50 milyar tona ulaştı ancak bunun önemli bir çevresel etkisi de vardır.

Betonun önemli bir bileşeni olan çimento üretimi, dünya çapındaki karbondioksit emisyonlarının %8'ini oluşturmaktadır. Dahası, büyük ölçüde düzenlemeye tabi olmayan kum madenciliği, nehir ve kıyı ekosistemleri için ciddi tehditler oluşturmaktadır. 2022 Birleşmiş Milletler Raporu'na göre, kuma yönelik artan bu talep, nüfus artışı ve kentsel genişlemeyle birleştiğinde, yakında bir “kum krizini” tetikleyebilir.

Kendi imzasını taşıyan Joule ısıtma tekniğini metalurjik koka uygulayan Tour laboratuvarı, betondaki kumun yerine geçebilecek bir tür grafen yarattı.

Araştırmanın başyazarı ve Rice Üniversitesi doktora mezunu Paul Advincula, “Metalurjik kokun grafene dönüştürüldüğü ilk deneyler, kuma benzer boyutta görünen bir malzemeyle sonuçlandı.” dedi. “Metalurjik koktan elde edilen grafenin betondaki kumun yerine tamamen geçmesini araştırmaya karar

verdik ve bulgularımız bunun gerçekten işe yarayacağını gösteriyor.”

Araştırmacılar James Tour ve Satish Nagarajaiah (Jeff Fitlow/Rice Üniversitesi); “Geleneksel betonu grafen agregalarından yapılmış betonla karşılaştıran testler umut verici sonuçlar veriyor. Grafen bazlı beton, yalnızca standart betonun mekanik özelliklerine uymakla kalmıyor, aynı zamanda daha yüksek bir mukavemet/ağırlık oranı da sunuyor.” dedi.

Tour laboratuvarı, hibrit karbon nanomateryal sentezi, pil parçası geri dönüşümü ve uçucu kömür külünden ağır metallerin uzaklaştırılması dâhil olmak üzere çeşitli uygulamalar için “Flash Joule ısıtma”yı kullandı.

Advincula, “Bu teknik, önceki yöntemlere göre daha hızlı ve daha büyük ölçekte grafen üretiyor.” dedi.

Doğal kuma olan bağımlılığı ve beton endüstrisinden kaynaklanan karbon emisyonlarını azaltma potansiyeline sahip bu yeni teknoloji, daha sürdürülebilir kentsel gelişim uygulamalarına yol açabilir.

Tour, “Grafen fiyatının bunu mümkün kılacak kadar düşmesi biraz zaman alacak fakat bu sadece takip edebileceğimiz alternatiflerin olduğunu gösteriyor.” dedi.

Araştırmanın yazarlarından inşaat ve çevre mühendisliği ile makine mühendisliği profesörü Satish Nagarajaiah, betonun

%30'unun yani önemli bir kısmının kumdan oluştuğunun altını çizdi.

“Kum krizinin” eşliğinde olduğumuz gerçeği bizi alternatifler aramaya itiyor ve maliyeti betonun maliyetinin yaklaşık %10'u olan ve kumla hemen hemen aynı olan metalurjik kok, yalnızca betonun daha iyi hâle getirilmesine yardımcı olmakla kalmıyor, aynı zamanda kaliteli betonu önemli tasarruf ile birlikte sağlıyor.”

Araştırma, ABD Ordusu Mühendisler Birliği, Mühendis Araştırma ve Geliştirme Merkezi, Hava Kuvvetleri Bilimsel Araştırma Ofisi ve Ulusal Bilim Vakfı tarafından desteklendi.

**Kaynak:** <https://news.rice.edu/news/2024/rice-study-shows-coal-based-product-could-replace-sand-concrete>

## Rice study shows coal-based product could replace sand in concrete

Discovery could be part of a solution to the looming 'sand crisis'

The world's reliance on concrete, the second most consumed material after water, is leading to an environmental and resource crisis, with sand mining rates outstripping natural replenishment.



# Karbon negatif çimentolu malzemeler ile “kullanılamaz” atıklara yeni bir hayat



Missouri S&T araştırma ekibi, atık ürünleri tamamlayıcı çimentolu malzemelere (SCM'ler) dönüştürmenin yeni yollarını bulmak ve ayrıca bu malzemeleri karbon kalıcı olarak betonda depolamak için kullanmak üzere yakın zamanda 2,5 milyon dolarlık bir fonla ödüllendirildi.

Francisco Benavides ve S&T'de inşaat mühendisliği doçenti olan Dr. Hongyan Ma, “Yıllar önce, SCM'ler bazı Portland çimentolarının yerini almak ve aynı zamanda daha güçlü ve daha dayanıklı bir beton karışımına sahip olmak için ucuz bir seçenek olarak kullanılıyordu.” diyor. “Şu anda bu malzemelerde ciddi bir eksiklik var, bu nedenle ekibim karbon-negatif olan ve sektörü daha çevreci hâle getirecek yeni alternatifler geliştirme için yaratıcı yollarını arıyor.”

Ma aynı zamanda S&T'nin Geleceğin Çimentoları ve Karbon Negatif Girişimler Laboratuvarı'nın direktörlüğünü de yapıyor.

En yaygın SCM'lerden birinin geleneksel olarak kömür yakma artığı olan uçucu kül olduğunu ancak bu tür atıkların büyük bir yüzdesinin şu anda çimentoda kullanılmadığını söylüyor. Elektrik Enerjisi Araştırma Enstitüsü'ne göre, bu tür atıkların

2,5 milyar tonu Amerika Birleşik Devletleri'ndeki göletlere ve çöplüklere atıldı.

Ma'nın ABD Enerji Bakanlığında 2 milyon dolarlık hibe ve bilim ve teknoloji ile endüstri ortaklarından da 500.000 dolarlık fon alan iki yıllık araştırma projesi, bu kullanılamaz atığı bir değere dönüştürmeyi amaçlıyor.

Araştırma aynı zamanda belediyeye ait katı atık yakma tesislerinden gelen külü, çelikhane cürufunu, geri dönüştürülmüş betonu ve diğer atık ürünleri de kapsayacak. Ekip şu anda katı atıkların yapısını CO<sub>2</sub> depolamalarına da olanak sağlayacak şekilde parçalayacak süreçler geliştiriyor.

## Developing carbon-negative cementitious materials, giving new life to 'unusable' waste

Missouri S&T research team was recently awarded \$2.5 million in funding to find new ways to turn waste products into supplementary cementitious materials (SCMs) – plus use those materials to store carbon permanently in concrete.

“Years ago, SCMs were used as a cheap option to replace some Portland cement and also have a stronger and more durable concrete mixture,” says Dr. Hongyan Ma, Francisco Benavides Scholar and associate professor of civil engineering at S&T. “There is now a severe shortage of these materials, so my team is looking at creative ways to develop new alternatives that are carbon-negative and will make the industry greener.”

Ma, bu yeni SCM'lerle birleştirilen karbonun öncelikle enerji santrallerinin ve imalat sanayinin baca gazlarından geleceğini söylüyor. Konsantrasyon yeterince yüksek olduğu sürece, ekibi doğrudan baca gazlarından gelen karbondioksiti kullanarak, enerji yoğun karbon yakalama yöntemlerini kullanmak zorunda kalmayacak.

Ma, bu projenin daha genel, uzun vadeli kavramlara odaklanmak yerine, yakın gelecekte beton sektöründe önemli bir fark yaratmak üzere tasarlandığını söylüyor.

“Yürüttüğümüz çalışma misyon odaklıdır.” diyor. “Araştırmamızın bir kısmı geliştirdiğimiz şeyin ekonomik olarak uygulanabilir olduğundan emin olmak. Tedarik zincirini desteklemek için gerçekçi bir seçenek olmasından dolayı, gerektiğinden çok pahalı olamaz.”

Ma, projenin baş araştırmacısıdır (PI).

Missouri S&T'de ortak araştırmacı olarak görev yapanlar; inşaat mühendisliği yardımcı araştırma profesörü Dr. Wenyu Liao. Lawrence Livermore Ulusal Laboratuvarı da proje için S&T ile iş birliği yapıyor.

**Kaynak:** <https://news.mst.edu/2023/11/developing-carbon-negative-cementitious-materials-giving-new-life-to-unusable-waste/>