

# Özel beton çeşitleri, avantajları ve dezavantajları

## Special Concrete - Types, Advantages and Disadvantages

Recent advancements in construction technology have resulted in concretes that have almost surmounted these constraints and are close to optimal circumstances. Modifying the microstructure of the cement paste, inducing more air to make it lighter, allowing flexibility in reducing or raising the setting pace, and so on are some of the ways used to improve its qualities. Concrete's versatility allows it to be used for a variety of applications. However, it has several disadvantages, including low tensile strength, reinforcement corrosion, and vulnerability to chemical attacks, all of which limit its endurance.

işlemleriyle her zaman karşılanamayan özel performans ve kıvam standartlarını karşılaması gereken beton" olarak tanımlanıyor.



Şekil 1: Özel Beton

İnşaat teknolojisindeki son gelişmeler, bazı kısıtlamaları neredeyse aşan ve optimal koşullara yakın betonların ortaya çıkmasını sağlamıştır. Çimento hamurunun mikro yapısını değiştirmek, onu daha hafif hâle getirmek için daha fazla hava sürüklemek, sertleşme hızını azaltmada veya arttırmada esnekliğe izin vermek, vb., niteliklerini geliştirmek için kullanılan yollardan bazılarıdır. Betonun çok yönlülüğü, çeşitli amaçlarla kullanılmasına olanak tanır ancak düşük çekme mukavemeti, donatı korozyonu ve kimyasal saldırılara karşı hassasiyet gibi birçok dezavantajı vardır ve bunların tümü dayanıklılığını sınırlar.

### Özel Beton Nedir?

"Özel beton", "normal malzemeler ve karıştırma, montaj ve kütleme

### Hafif beton:



Şekil 2: Hafif Beton

Hafif beton, ona düşük yoğunluk veren şeyil, kil veya arduvaz gibi hafif kaba malzemelerden yapılmıştır. Birim ağırlıkları 1840 kg/m<sup>3</sup>'ü geçmeyen ve 28 günlük silindir basınç dayanımı 17 MPa'ı aşan betonlar hafif beton sınıfına girerler. Sonuç olarak hafif beton, küçük kesitli modern yapılar için mükemmeldir ancak betona ekstra puzolan ve su azaltıcı katkıların katılmasını gerektirdiğinden karışımın yoğunluğunu azaltabilir. Charlotte, Kuzey Carolina'daki Bank of America Binası, hafif betondan yapılmış en tanınmış yapılardan biridir.

### Ultra Hafif Beton



Şekil 3: Ultra Hafif Beton

Bu tip betonun yoğunluğu 600 ile 1000 kg/m<sup>3</sup> arasındadır.

#### **Kütle Betonu:**



**Şekil 4:** Kütle Betonu

Betonun hacmi, çimento hidratasyonundan kaynaklanan ısı ve bunun sonucunda ortaya çıkan hacim değişikliğiyle başa çıkmak için yöntemler gerektirecek kadar büyük olabilir. Kütle betonunu diğer beton çalışmalarından ayıran tek özellik termal davranışdır. Çimento-su reaksiyonu, büyük bir beton kütlesi içindeki sıcaklığı yükseltir; bu, eğer ısı dağılmazsa oldukça yüksek olabilir. Hidratasyon ısı dağıldığında sıcaklıktaki düşüşle ilişkili sınırlı hacim değişikliği, önemli çekme gerilmelerine neden olabilir.

#### **Vakumlu Beton:**



**Şekil 5:** Vakumlu Beton

Vakumlu beton, betonun mukavemetini arttırmak için fazla suyun tahliye edildiği bir beton karışımıdır. Suyu uzaklaştırmak için vakum pompasına bağlı vakum matları kullanılır. Taze betonun su dolu kanallardan oluşan bir sistem içermesi nedeniyle, yüzey betonuna vakum uygulanması, beton yüzeyinde önemli miktarda vakum oluşmasına neden olur. Bunun sonucunda betondan belirli bir derinlikte önemli miktarda su tahliye edilir. Gözenekli matın bir vakum pompasına bağlanmasıyla bir vakum oluşturulur. Vakumlu beton daha güçlü bir dayanıma, yüksek yoğunluğa, daha düşük geçirgenliğe ve su-çimento oranı düşürüldüğünden dolayı daha iyi bir dayanıklılığa sahiptir.

#### **Silindire Sıkıştırılmış Beton:**



**Şekil 6:** Silindire Sıkıştırılmış Beton

Silindire sıkıştırılmış beton, çimento, agrega, su ve bazı durumlarda su azaltıcı katkı maddelerinden oluşur. Silindir karışımı sertleştirir ve nemli çakıl kıvamını verir. Bu tür betonun su içeriği minimum olduğundan sürekli olarak dökülür. Betonun sıkıştırılması, özelleştirilmiş bir asfalt finişer ve silindir gerektirir. Geleneksel betonun mukavemetine ve özelliklerine sahiptir.

Silindire sıkıştırılmış beton, iyice sıkıştırmaya olanak tanıyan ince katmanlar hâlinde serilir. İdeal katman kalınlığı 20 ila 30 cm arasındadır. 7 ila 30 MPa arasında bir basınç dayanımı elde etmek gereklidir. Silindire sıkıştırılmış beton, hem titreşimli makinenin kütlesini taşıyabilecek kadar kuru kıvamlı, hem de optimum konsolidasyon için karıştırma ve sıkıştırma işlemi sırasında çimento hamurunun kütle boyunca dağılmasına izin verecek kadar yeterince nemli olmalıdır.

---

**What is Special Concrete?**  
"Special concrete" is described as "concrete that must meet special performance and consistency standards that are not always met by normal materials and mixing, installation and curing processes." Technology is used to improve its special features that are helpful for specific types of work, such as structures, where lightweight concrete is favored for roofs to save money while maintaining the aesthetic element while taking into account the surroundings.

---

**Lifli Beton:****Şekil 7:** Lifli-Beton

Lifli Beton, Kompozit Çimento karışımına yapısal mukavemet katan lifli bir malzemedir. Süreksiz, farklı ve düzgün bir şekilde dağılmış uygun liflerle karıştırılmış çimento, harç veya beton dan oluşur. Lifler betonda yaygın olarak plastiğin büzülmesinden ve kuruma büzülmesinden kaynaklanan çatlamaı önlemek için kullanılır.

**Püskürtme betonu:****Şekil 8:** Püskürtme Betonu

Püskürtme betonu genellikle ağırlıkça bir kısım çimento ve dört kısım kumdan oluşur ve malzemelerde yaklaşık %7 su bulunur. Aynı zamanda katkı maddeleri ve kaba agrega da içerebilir. Kuru karışım püskürtme betonu, kuru malzemelerin karıştırılması ve nozüle su eklenmesiyle yapılır. Su dâhil tüm malzemeler ıslak karışım püskürtme betonda önceden karıştırılır. Avantajlarından biri, oluşturulması zor veya pahalı olan düzensiz, dikey ve sarkan yüzeylere beton döşeme kapasitesidir. Malzemeler harmanlanabilir ve ihtiyaç duyulan yere büyük mesafelere pompalanabilir. Zorlayıcı unsurlar, iyi bir uygulama için nozul görevlisinin yeterliliğine ve eğitimine olan bağımlılık ve uygulama sırasında meydana gelen toz ve geri tepmedir.

**Nükleer Beton:****Şekil 9:** Nükleer Beton:

Etkili radyasyon koruması için nükleer beton kullanılır. Nötron zayıflatma yeteneklerini artırmak için bazen betona kolemanit, bor camı ve borokalsit gibi farklı kimyasallar eklenir.

**Özel Betonun Kullanım Alanları:**

Lifli betonun çeşitli kullanım alanları vardır: Plastik ve kuruma nedeniyle büzülmeğe karşı direnç, daha iyi dayanıklılık, hizmet ömrü ve daha düşük inşaat maliyetleri gerektiren beton uygulamaları için mükemmeldir.

Silindire sıkıştırılmış beton hızlı bir şekilde boyutlandırılıp şekillendirilebildiğinden, daha az iş gücü gerektirdiğinden ağırlık ve toprak barajlarda kullanım için idealdir.

Hem geçici hem de kalıcı kazılar püskürtme beton kullanılarak güçlendirilebilir. İnşaat sırasında bir yer altı otopark tesisi veya yüksek binalar için yapılan kazıları diğer toprak ankrajlarıyla birlikte stabilize etmek için kullanılabilir. Püskürtme beton, geleneksel beton döşeme işlemlerinin zorlu olduğu kavisli yüzeylerde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Dikey yüzeyler, tünel kaplamaları, rezervuarlar ve yüzme havuzları için kullanılır. Mükemmel sıcaklık direnci, diğer uygulamaların yanı sıra bacalarda, fırınlarda ve refrakterlerde kullanım için idealdir.

**Lightweight Concrete:**

Lightweight concrete is constructed of lightweight coarse materials like shale, clay, or slate, which give it a low density. Lightweight structural concrete has 90 to 115 lb/ft<sup>3</sup>. As a result, lightweight concrete is excellent for modern constructions with small cross-sections in the foundation. It's becoming more popular as foundation material, and it's proving to be a viable alternative to normal concrete. On the other hand, lightweight concrete can have a compressive strength of 7000 to 10,000 psi. However, because it necessitates the addition of extra pozzolans and water-reducing admixtures to the concrete, this may weaken the mixture's density. The Bank of America Building in Charlotte, North Carolina, is one of the most well-known structures made of lightweight concrete.

Barajlar, kanal kilitleri, köprüler, istinat duvarları, deniz inşaatları, köprü ayakları ve diğer yapılarda kütle beton kullanılır.

Vakumlu beton, soğuk hava depoları, hidroelektrik santraller, köprüler, limanlar ve liman kuleleri gibi tarımsal endüstriyel zemin yapılarında kullanılmaktadır.

Otoyol inşaatında ultra hafif beton, içi boş ve sağlam tuğlalar, hafif sandviç paneller ve alt temel oluşturur. Mükemmel ısı yalıtım verimliliği nedeniyle çeşitli uygulamalarda kullanılır. Köprü tabliyeleri, iskeleler ve kirişler, çelik ve beton çerçeveli binalardaki döşemeler ve duvar elemanları, park yapıları, eğimli duvarlar, üst kaplama levhaları ve metal üzerindeki kompozit levhalar, fiber tabliyelerin tümü hafif yapısal betonla inşa edilebilir.

Radyasyonu emebilen nükleer beton, radyoaktif bölgelerde kullanılmaktadır. Bunun dışında kalkan görevi görerek radyasyonun dışarıya sızmasını ve insan hayatını tehlikeye atmasını engeller.

#### **Özel Betonun Avantajları:**

- Özel betonlar düşük termal özellikler gösterir. Bu tür betonlarda sıcaklık regülasyonu da kolaylaşır.
- Bu tür betonlarda, içeriklerin değiştirilmesiyle priz sürelerinin değiştirilmesi mümkündür. Standart betonda bu imkânsızdır çünkü her beton tipinin karışım tasarımına göre belirlenmiş bir priz süresi vardır.
- Donatıları korumak için korozyona dayanıklı betonlar kullanılabilir.
- Bazı betonların dikkate değer termal özellikleri vardır, bu da onları soğuk alanlar için ideal kılar.
- Geleneksel betona enjekte edilen bileşenler kolaylıkla temin edilebilir.
- Özel niteliklerini koruyarak tıpkı normal beton gibi herhangi bir şekil verilebilir.
- Özel betonun hazırlanmasında belirli koşullar sağlandığı için yapı standart betona göre daha dayanıklıdır.
- Özel betonlar zorlu çevre koşullarına dayanabilir ve aşırı hava koşullarına uygundur.

#### **Özel Beton Maliyet-Fayda Analizi;**

Lifli beton, yarı saydam beton olarak kullanıldığında yüksek bir başlangıç maliyetine sahiptir ancak bazı işletmeler bir çözüm bulmuştur. Lifli betonun doğal olarak mevcut, düşük maliyetli fiberlerden yapılması durumunda ekonomik bir ürüne dönüşebilir. Ayrıca hava sürüklenmiş betonun üretiminde daha az ham madde kullanılmasına rağmen yöntem geleneksel betona göre daha pahalıdır.

#### **Çözüm:**

Üretimin maliyetli olması nedeniyle yaygın olarak kullanılmadan önce daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Gelişmiş ülkelerde özel betonlar yaygın olarak kullanılmaktadır çünkü maliyet önemli bir husus değildir. Özellikleri nedeniyle, özel betonlar inşaat sektöründe yavaş yavaş ilgi görmektedir. Bununla birlikte, gelişmekte olan ülkelerde önemli bir rol oynamaktadır. Dayanıklılık maliyetten daha önemli olduğundan büyük endüstrilerde yaygın olarak kullanılır. Bunların dışında, sıradan betonun kusurlarını ortadan kaldıran değiştirilmiş özelliklere sahip olduğu için benzersiz beton kalıpları kullanmak mümkündür. Özel betonlar aynı zamanda özelliklerini iyileştirerek yapıları daha güvenli hâle getirebilir. Depreme yatkın bölgelerde bu tür betonların son derece faydası olacaktır.

**Kaynak:** <https://www.engineeringcivil.com/special-concrete-types-advantages-and-disadvantages.html>

---

The density of this type of concrete is between 600 and 1000 kg/m<sup>3</sup>.

It comprises cement, sand, and expanded polystyrene beads with a diameter of 6 mm. It is made by a polymerization method that requires spreading liquid styrene and a polymerization catalyst in an aqueous solution.

The volume of concrete is large enough to require methods to cope with heat from cement hydration and the resultant volume change.

Thermal behavior is the only feature that distinguishes mass concrete from other types of concrete work. The cement-water reaction raises the temperature within a huge concrete mass, which can be fairly high if the heat is not dispersed. The restricted volume change associated with a drop in temperature when the heat of hydration dissipated may cause significant tensile stresses and strains. The Bank of America Building in Charlotte, North Carolina, is one of the most well-known structures made of lightweight concrete.

Vacuum concrete is a mixture of concrete in which the surplus water has been evacuated to increase the strength of the concrete. Vacuum mats attached to a vacuum pump are used to remove the water. In the form-works, a concrete mix with good workability is normal.

The application of a vacuum to the surface concrete results in a considerable quantity of vacuum to the surface of the concrete because fresh concrete comprises a system of water-filled channels. As a result, a considerable amount of water is drained from the concrete at a specific depth. A vacuum is created by connecting porous matting to a vacuum pump. Vacuum concrete has a stronger strength, density, lower permeability, and improved durability since the final water-cement ratio before setting is lowered.

Roller-compacted concrete comprises cement, aggregates, water, and, in some situations, water-reducing additives. It stiffens the mixture and gives it the consistency of moist gravel. Because the water content of such concrete is minimal, it is put continually. Compaction of the concrete requires a customized asphalt paver and roller.

It possesses the strength and properties of traditional concrete.

---

# Yeni grafen ve sert karbon kaplanmış agrega uygulamaları

Yenilikçi şirketler, Grafen ve sert karbon kaplı kum uygulamalarını araştırıyor. Grafen kaplı kumun betonun elektrik iletkenliğini, mekanik gücünü ve dayanıklılığını artıracığı tahmin ediliyor.



Akıllı beton, gerçek zamanlı yapısal sağlık izleme yeteneğine sahip bir malzeme olarak karşımıza çıkmaktadır. Tuzlu su akışlı pil teknolojisinde kullanılan grafen ve sert karbon kaplı kum uygulamalarının yardımıyla bu yapı malzemesini üretmek artık mümkün. Başlangıçta gelişmiş batarya sistemleri için kullanılan bu teknoloji, inşaat sektörüne giriyor.

Grafen kaplı kumun betonun elektrik iletkenliğini, mekanik dayanımını ve dayanıklılığını artırması öngörülmüyor. Akıllı beton, gerçek zamanlı yapısal performans izleme, gerilme ve çatlaklar gibi yapısal elemanların bütünlüğünü bozacak riskleri tespit edebilir. Bu da kestirimci bakımı kolaylaştırıyor ve manuel denetim ihtiyacını azaltıyor.

New York Eyaleti Thruway köprüsünün yenilenmesinde ilk aşama devam edilirken malzemenin iletken özelliklerinin de elektriksel olarak iletken kaldırılmalar geliştiriliyor. Buz oluşumunu önlemek için ısıtılmış yolların in-

şası ve hareket hâlindeki elektrikli araçları potansiyel olarak şarj etmesi bekleniyor. Bu, elektrikli araç altyapısı ve yol güvenliği iyileştirmelerine yönelik artan taleple uyumludur. Ayrıca malzemeyi duvarlara ve zeminlere dâhil ederek binalara daha iyi ısı yalıtımı ve enerji verimliliği sağlanacaktır.

Bunun dışında malzeme, veri merkezleri ve hastanelerdeki hassas elektronik ekipmanı korumak için elektromanyetik parazit kalkanı sunmaktadır. Üretimde, grafen ve sert karbon kaplı kumun iletken beton yapıların 3D baskısında da kullanılması bekleniyor. Ayrıca, malzemenin hafif özelliklere sahip olduğu ve havacılık ve otomotiv endüstrileri için uygun olduğu iddia edilmektedir.

Firma, karbondioksiti azaltabilecek ve iklim değişikliğinin önlenmesine katkıda bulunabilecek karbon kaplı kumun çevre-

resel sürdürülebilirlik potansiyelini araştırıyor. Malzemenin ayrıca su filtreleme sistemlerini geliştirerek temiz suya erişim için daha etkili ve dayanıklı bir çözüm sunması bekleniyor. Şirket, yerleşik sensörlerin ve devrelerin beton yapılara entegrasyonunu araştırarak, yerleşik algılama ve kontrol özelliklerine sahip akıllı duvarların ve zeminlerin önünü açıyor. Son olarak, malzemenin güneş emici olarak işlev görebilecek ve bina yüzeylerinden elektrik üretebilecek güneş perdesi betonunda kullanılmasını düşünüyor. Ayrıca, betonda oluşan yapısal gerilmelerin elektrik enerjisine dönüştürüldüğü piezoelektrik enerji hasadında da kullanılması öngörülmüyor.

**Kaynak:** [www.worldconstructionnetwork.com/news/salgenx-explores-new-applications](http://www.worldconstructionnetwork.com/news/salgenx-explores-new-applications)

## Salgenx explores new graphene and hard carbon-coated sand applications

Graphene-coated sand is forecast to improve concrete's electrical conductivity, mechanical strength, and durability.

Salgenx, specialising in saltwater flow battery technology, has announced plans to broaden the scope of its graphene and hard carbon-coated sand applications.

Initially developed for advanced battery systems, the company is venturing into the construction industry, and more.

# Gökyüzüne ulaşan yapıların zorlukları: Yüksek katlı projelerde organizasyon ve planlama

Yüksek binalar, modern şehir silüetlerinin ikonik sembolleri hâline gelmiştir. Hem mimari deha göstergesi hem de yoğun nüfuslu şehirlerde dikey büyümeye doğru durmak bilmeyen bir çabanın ürünüdür ancak bu gökdelenlerin inşaatı, yenilikçi çözümler ve titiz planlama gerektiren bir süreçle birlikte gelir.

Yakın zamanda düzenlenen ALLPLAN - Geleceği İnşa Et Zirvesi'nde sektör uzmanları bu mühendislik problemlerini tartışmak üzere bir araya geldi. Katılımcılar, yüksek katlı inşaat projelerinin karmaşıklıkları hakkında değerli bilgiler sundu.

## Overcoming High-rise Construction Challenges

*High-rise buildings have become iconic symbols of modern urban landscapes, representing both architectural ingenuity and the relentless push towards vertical expansion in densely populated cities.*

## Yüksek yapıların organizasyonel zorlukları

Yüksek katlı binaların problemleri hakkında, hem problemleri hem de uygulanan yenilikçi çözümleri örnekleyen üç dikkat çekici yüksek katlı inşaat projesi vurgulandı. Bu projeler arasında Vancouver'daki Deloitte Summit Tower, Toronto'daki 141 Bay Street (CIBC Square Two) ve Maine, Portland'da önemli bir gökdelen bulunmaktadır. Bu projelerin her biri, zorlukların üstesinden gelmek için titiz planlama, yüksek teknoloji ve ortak çaba ile engelleri aştı.



Deloitte Summit Tower, Vancouver Vancouver'daki Deloitte Summit Tower, farklı yönlerde bakan birkaç küpten oluşan benzersiz bir tasarıma sahip modern mimarinin çarpıcı bir örneğidir. 24 katlı bu binada karmaşık geometri nedeniyle önemli zorluklarla karşılaşıldı; bu da karmaşık taşıyıcı sistem detaylandırması ve altı mega kolonun hassas koordinasyonunu gerektirdi. Projenin en zorlu yönlerinden biri, dört seviyeli girişlerin narinlik hesabı ve detaylandırılmasıydı. İnşaat sırasında küpleri desteklemek için geçici hidrolik kriko kullanıldı ve inşaat yükseldikçe kademeli olarak çıkarıldı. Titiş planlama ile sorunlar çözüldü. Mimari açıdan oldukça yenilikçi ve iddialı olan bu proje başarılı bir şekilde tamamlandı.



141 Bay Street (CIBC Square Two), Toronto 141 Bay Street veya CIBC Square Two olarak da bilinen proje, Toronto şehir merkezinin kalbinde yer alan 56 katlı bir gökdeldir. Bu proje için kritik nokta, tren raylarının üzerine inşa edilmesi ve daha küçük proje alanı sağlamak ve binanın taban izini rayların üzerinde genişletmek için eğimli alt kolonlara sahip bir tasarım gerektirmesiydi. Alt katları inşa ederken tren trafiğine göre çalışmak gerekti. Bu olay inşaatın saat 01.00 ile 04.00 arasında dar bir zaman dilimine sınırlandırılmasını zorunlu kıldı. Bu engellerin üstesinden gelmek için proje ofisleri arasında günlük model transferi kullanıldı, böylece proje dört parçaya bölünerek verimli bir şekilde yönetildi. Dördüncü kattan sonra üst katlar, alttaki tren rayları için kalkan görevi gördüğü için gündüz inşa edildi. Bu projenin başarılı teslimatı, yüksek katlı inşaatta stratejik planlama ve gelişmiş teknolojinin önemini vurguluyor.

However, the construction of these towering structures comes with numerous challenges that require innovative solutions and meticulous planning.

At the recent ALLPLAN - Build the Future Summit, industry experts gathered to discuss these very challenges. Among the many standout presentations was one by Tony Poulin, Draft Service Manager at Canam Buildings. With over 30 years of experience and a leadership role in managing a global team of over 400 draftsmen, Tony shared his invaluable insights into the complexities of some of Canam's recent high-rise construction projects.



Portland, Maine'de, eyaletin en yüksek binası olarak 18 katlı bir gökdelen inşa edildi. Bu proje, beton çekirdek olmaması nedeniyle benzersiz zorluklar sundu ve çekirdeği oluşturmak için büyük çelik profillerin kullanılmasını gerektirdi. Çelik kısaltma ile ilgili karmaşıklıklar yarattı. Daha ağır kolonlar, daha hafif

olanlar kadar kısaltılamazdı ve bu da hizalama ile ilgili potansiyel sorunlara neden oldu. Mühendisler bu sorunu çözmek için ilk detaylandırma işleminden sonra 3D modeldeki kolonları grafik olarak değiştirdi. Bu yaklaşım, verilerin otomatik ekipman ve robotlar için olduğu gibi bozulmadan kalmasını ve kısaltmadaki farklılıkları karşılamasını sağladı. Gelişmiş 3D modelleme teknikleri ve yenilikçi sorun çözme stratejileriyle, bu yüksek katlı projenin zorluklarının üstesinden gelerek yapısal bütünlük ve hassasiyeti sağladı.



Yenilikçi teknikler ve uyarlanabilir stratejiler, çelik elemanların deformasyonunu yönetmekten aktif tren raylarının etrafında inşaatı koordine etmeye kadar benzersiz mühendislik problemleriyle başa çıkılmasını sağladı. Bu projelerin başarısı, inşaat sektöründe ekip çalışmasının, sürekli gelişimin ve ileri görüşlü bir yaklaşımın önemini vurguluyor. Kentsel manzaralar gelişmeye devam ederken, bu yüksek katlı projelerden alınan dersler gelecekteki girişimlere rehberlik edecek ve daha iddialı ve çığır açan yapılara zemin hazırlayacaktır.

**Kaynak:** <https://blog.allplan.com/en/overcoming-high-rise-construction-challenges>

# Kemikten esinlenen yüksek dayanımlı beton

İnsan kemiğinin dayanıklı dış katmanından ilham alan araştırmacılar, muadillerine göre 5-6 kat dayanıklı çimento bazlı bir malzeme geliştirdiler. Doğadan esinlenen tasarımı sayesinde, bu malzeme çatlama-ya karşı direnç göstererek sünek davranış sergilemekte olup, geleneksel gevrek yapıda olan çimento bazlı malzemelerden farklıdır. Gevrek yapı malzemelerinin mühendisliğindeki zorluklardan biri, bu malzemelerin ani ve yıkıcı bir şekilde hasar görmesidir.

Araştırmacılar, çimento harcının tüp benzeri bir mimariyle donatıldığında, çatlak ilerlemesine karşı direnci önemli ölçüde artırabileceğini ve ani kırılma olmadan şekil değiştirme yapabileceğini gösterdi.

Laboratuvar ortamında, içinden boş tüpler geçen tuğlalar kullanılarak yapılan deneylerde, bu yapı çatlak ilerlemesine direnç göstermiş ve malzemeyi daha sünek hâle getirmiştir.

Binalarda ve altyapı projelerinde kullanılan gevrek malzemelerde, dayanıklılık yük taşıma kapasitesini sağlarken, tokluk, çatlama ve yapısal hasarın yayılmasına karşı direnç sağlar. Bu yeni teknik, malzemenin dayanıklılığını korurken geleneksel muadillerine göre daha tok bir malzeme oluşturarak bu sorunları çözüyor.

İyileşmenin anahtarının, iç yapının yeniden dizaynında yattığı belirtiliyor. Çatlağa sebep olan gerilmeler, malzemenin genel mekanik cevabıyla dengeleniyor. Malzemelerin temel özelliklerini tasarımla geliştirmek için kırılma mekaniği ve istatistiksel mekaniğin teorik ilkeleri kullanılıyor.

Araştırma ekibi, insan uyluk kemiğinin güçlü ve kırılmaya direnç gösteren dış kabuğundan ilham alıyor. Bu benzersiz yapı, çatlakları belirli bileşenlerin etrafına yönlendirerek ani kırılmayı önleyerek, genel direnci artırıyor.

Ekip, çimento hamuru içinde silindirik ve eliptik tüpler içeren bir tasarım geliştirdi ve bu tüpler, ilerleyen çatlaklarla etkile-

## Tougher concrete, inspired by bone

Inspired by the architecture of human bone's tough outer layer, engineers at Princeton have developed a cement-based material that is 5.6 times more damage-resistant than standard counterparts. The bio-inspired design allows the material to resist cracking and avoid sudden failure, unlike conventional, brittle cement-based counterparts.

şime girerek malzemenin çatlama-ya karşı direncini artırıyor.

Tüpler eklendiğinde malzemenin çatlama-ya karşı daha az dirençli olacağı beklense de, araştırmacılar tüp geometrisi, boyutu, şekli ve doğrultusundan faydalanarak bir özelliği diğerinden ödün vermeden nasıl geliştirebileceklerini keşfettiler.

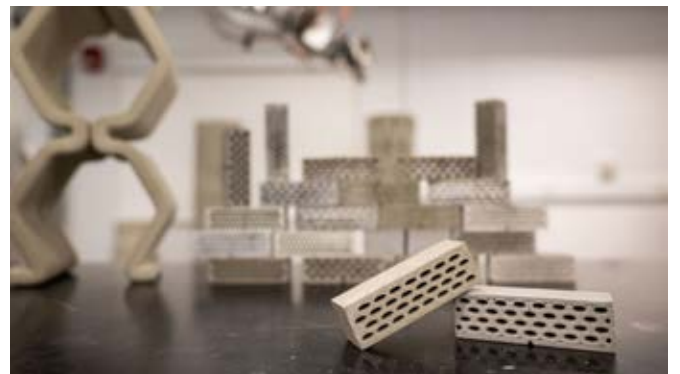
Geliştirilen bu tasarım, çatlak-tüp etkileşimini artırarak, çatlağın tüp tarafından hapsedildiği ve ilerlemesinin geciktirildiği adım adım bir sertleşme mekanizması oluşturuyor. Bu adım adım ilerleme saye-

sinde malzeme, ani ve felaket niteliğinde bir kırılma yerine aşamalı hasara dayanıyor ve bu da onu çok daha dayanıklı kılıyor.

Geleneksel yöntemlerin aksine, bu yaklaşım lifler veya plastikler eklemek yerine geometrik tasarıma dayanıyor. Malzemenin yapısal tasarımını değiştirerek, ek malzeme gerektirmeden toklukta önemli iyileştirmeler elde ediliyor.

Araştırmacılar ayrıca malzemedeki tüplerin boyutuna, şekline ve yönelimine düzensizlik derecesinin uygulanması gibi araştırılması gereken birçok değişken olduğunu belirtti.

**Kaynak:** <https://engineering.princeton.edu/news/2024/09/16/toughen-cement-fill-it-full-holes>





# ETH Zürich hafif ve yeniden kullanılabilir beton merdivenler için yeni bir üretim yöntemi araştırıyor

Malzeme tasarrufu sağlayan ve geri dönüşürülebilir inşaat yaklaşımları, teknoloji üniversitesi ETH Zurich'teki araştırmacıların mühendislerle birlikte oluşturdukları omurga benzeri Cadenza beton spiral merdiveninde sergileniyor.

Cadenza merdiveni, ETH Zurich'in İsviçre'nin Dübendorf şehrindeki diğer araştırma enstitüleriyle paylaştığı deneysel üretim teknikleri için bir laboratuvar olan NEST binasına yapılan en son katkıdır.

Cadenza merdiveni, STEP2 olarak adlandırılan binanın en son biriminde katlar arasında yerleştirilen sarmal bir şekilde düzenlenmiş 16 özdeş prefabrik beton basamaktan oluşuyor.



*Cadenza, malzeme azaltımı ve döngüsel ekonomi düşünülerek tasarlanmış bir beton merdivendir.*

## ETH Zurich explores novel fabrication method for light and reusable concrete staircase

Material-saving and reversible construction approaches are showcased in the spine-like Cadenza concrete spiral staircase, created by researchers at technology university ETH Zurich working with ROK Architects.

Basamakların tamamı, tek kullanımlık kalıpların beton için yaygın olarak kullanılmasıyla ilişkili atık sorununu ele alan aynı 3D baskılı kalıptan yapılmıştır ve kuru bağlantılarla yerinde tutulmaktadır. Bu da merdivenlerin yıkılmak yerine sökülüp başka bir binada yeniden kullanılabileceği anlamına geliyor.

Ayrıca, kullanılan beton miktarı da minimum seviyede tutuldu, bu da merdivenin ince ve iskelet benzeri formlardan oluşan sıra dışı estetiğine katkıda bulunuyor.

ETH Zurich Dijital Yapı Teknolojileri Başkanı Benjamin Dillenburger, merdivenin mimarlık ve mühendislikte dijital araçların avantajlarını simgelediğini ve bu çözümün bireysel bina projelerinde kullanılmaya hazır olduğunu söyledi.



*16 basamağın her biri sadece 20 milimetre kalınlığında.*

Dillenburger, "Özelleştirilmiş beton yapılar, geleneksel kalıplar için bir zorlu bir süreçtir." diyor. "3D baskılı kalıp ile dijital tasarım-üretim çerçeveleri, mimari ifade, yapısal performans ve malzeme verimliliği açısından büyük avantajlar sunuyor. Basamaklar sadece 20 milimetre kalınlığında ve ağırlıkta ciddi bir azaltma sağlamak için yapısal olarak optimize edildi ve tüm basamakların üretimi, tek bir 3D baskılı kalıp seti ile yapılabildiği için çok az atık ortaya çıkıyor." dedi.

Basamakların kalıpları, karbon fiber ile güçlendirilmiş PET plastikten 3D baskı ile üretilmiştir. Bazı mühendisler merdivenleri doğrudan betondan 3D baskı ile yapmayı düşünebilirken, projedeki araştırmacılar kalıbı yazdırmanın avantajlı olduğunu düşünüyor.



*Basamaklar, tek kullanımlık bir 3D baskılı kalıpla üretilmiştir.*

Araştırma görevlisi Angela Yoo, Dezeen'e, "Kompakt, tekrar kullanılabilir bir 3D baskılı kalıp seti, birden fazla basamağı tekrar tekrar dökmek için kullanılabilir. Bu, özel tasarımların geniş ölçekte üretimi için ideal bir çözüm olup, basit dijital üretimle birden fazla merdivenin monte edilmesine olanak tanır." dedi. Bu yaklaşım, ayrıca çelik donatının entegrasyonuna da izin verir ki, bu genellikle 3D baskı ile uyumsuzdur çünkü normalde çubuklar üretim sürecine engel olur.



*Merdiven, ağır makineler olmadan monte edilebilir.*

Cadenza merdiveni, saha dışında monte edilmiş ve vinçle NEST binasına indirilmiştir ancak ETH Zurich, bu merdivenin ağır makineler olmadan taşınabileceğini ve dar alanlarda, hatta yenileme projeleri sırasında kurulabileceğini belirtmiştir.

Basamaklar, ultra yüksek mukavemetli, çelik elyafarla güçlendirilmiş betondan yapılmıştır ve 45 kilogram ağırlığındadır. Bu, geleneksel bir beton basamağa göre yaklaşık yüzde 60 daha azdır. İsviçreli mühendislerle geliştirilen aynı hesaplamalı iş akışı kullanılarak farklı tasarımlar da mümkündür.

Montaj iki bileşen tarafından kolaylaştırılmaktadır: İlki, her bir basamağa hassas şekilde bağlanmak üzere yerleştirilen bir dizi kilitlenebilir bağlantı elemanıdır. İkincisi ise, merdivenin omurgası boyunca basamakların içinden geçen üç çelik alaşımlı kablodan oluşan bir sistemdir.

Bu, bir ön gerilmeli sistemdir; gerilme, basamaklar yerine yerleştirildikten sonra bir jeneratör aracılığıyla kısa süreli ısı uygulaması ile bu çubuklara uygulanarak, basamakların merdivenin merkezine sıkıca tutturulması etkisini yaratır.

Uygulamayı yapan şirket yöneticisi, "Ön gerilme, ısıtma ve soğutma yoluyla güçlü kuvvetler geliştirebilen bir sisteme dayanmaktadır. Geleneksel yöntemlere kıyasla bu sistem yer tasarrufu sağlar ve kullanımı kolaydır." dedi.

Gerilme sistemi sökülebilir ve bireysel basamaklar demonte edilebilir, bu da bunun döngüsel ekonomi odaklı bir inşaat tekniği olduğunu gösterir. Betonun kendisinin ise uzun bir ömre sahip olması beklenmektedir.

Uygulamayı yapan SW Umwelttechnik'in CEO'su Klaus Einfalt, "Prefabrik beton parçalar birçok yönden inşaatta sürdürülebilirliğe katkıda bulunuyor. Stabiliteyi, uzun ömürleri ve geri dönüştürülebilirlikleri, inşaatta sürdürülebilir bir gelecek için önemli bir faktör haline getiriyor." dedi.

NEST binası, İsviçre'nin önde gelen araştırma kurumları tarafından yönetiliyor ve 2016 yılında açılmıştır. STEP2 Ünitesi gibi farklı modüllerin sınırlı bir süre için kurulabileceği ve araştırma sona erdiğinde sökülebileceği üç açık platformdan oluşuyor.

Tesis bünyesinde daha önce gerçekleştirilen çalışmalar arasında, 3D baskılı havalandırma kanallarına sahip HiRes Beton Tavan ve ahşap yapılar için robotik inşaat yöntemi yer almaktadır.

**Kaynak:** [www.dezeen.com/2024/10/14/eth-zurich-cadenza-concrete-staircase-design/](http://www.dezeen.com/2024/10/14/eth-zurich-cadenza-concrete-staircase-design/)

## Çift sarmallı dizaynın çatlak yayılımına karşı etkileri



Doğadan ilham alan araştırmacılar, mimari tasarımları ve malzeme yerleşimini hassas bir şekilde kontrol eden endüstriyel robotları birleştirerek, beton bileşenlerinde çatlama direncini artırdılar.

Nature Communications dergisinde yayımlanan bir makalede, tasarımlarının geleneksel dökme betona kıyasla çatlama karşı direnci %63 oranında artırdığı açıklandı. Araştırmacılar, antik koelakan balığının pullarını oluşturan çift sarmallı yapıdan ilham aldı. Doğa, malzeme özelliklerini artırmak için zeki bir mimari kullanıyor. Bu mekanik özellikleri elde etmek için, betonu üç boyutlu olarak bireysel iplikler halinde düzenleyen bir tasarım önerildi.

### Double twist makes cracking easier to resist

Taking inspiration from nature, researchers from Princeton Engineering have improved crack resistance in concrete components by coupling architected designs with additive manufacturing processes and industrial robots that can precisely control materials deposition.

In an article published Aug. 29 in the journal Nature Communications, researchers led by Reza Moini, an assistant professor of civil and environmental engineering at Princeton, describe how their designs increased resistance to cracking by as much as 63% compared to conventional cast concrete.

Tasarım, her ipliği komşusuna zayıf bir şekilde bağlayarak robotik eklemeli üretim kullanıyor. Farklı tasarım şemaları, birçok iplik yığını bir araya getirerek kirişler gibi daha büyük şekiller oluşturmak için kullanıldı. Kirişlerde çatlak yayılımına karşı direnci artıran çift sarmallı düzen, her yığının yönünü hafifçe değiştirerek oluşturuluyor.

Araştırmacılar, betonun dayanıklılığını artırmak için iplik ipliklik, çift burğu mimarisi kullandı.

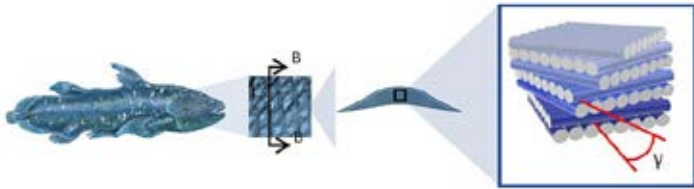
Makalede, çatlak yayılımına karşı temel dirence "sertleştirme mekanizması" deniliyor. Tekniğin, çatlakların yayılmasını engelleyebilen veya oluşan çatlakları düz bir yoldan saptırabilen bir dizi mekanizmanın bileşkesine dayandığı belirtiliyor.

Araştırmacılar, mimari betondan yapılmış yapısal bileşenlerin, gerekli yüksek geometrik dayanımı ölçeklendirmek için bazen robotların kullanılması gerektiğini belirtiyor. Bu, yapısal uygulamalar için kasıtlı iç düzenleri oluşturmanın otomasyon ve robotik üretim olmadan çok zor olabilemesinden kaynaklanıyor. Robotun malzemeyi iplik iplik ekleyerek bir yapı oluşturduğu eklemeli üretim, tasarımcıların geleneksel dökme yöntemlerle mümkün olmayan karmaşık mimarileri keşfetmesine olanak tanıyor.

Araştırmanın bir parçası olarak, taze betonun kendi ağırlığı altında deformasyon eğilimini ele almak için özel bir çözüm geliştirildi. Üst katmanların ağırlığı alttaki betonun deformasyona uğramasına neden olabileceğinden, bunun önüne geçmek için betonun priz süresi kontrol altında tutuldu. Gelişmiş, iki bileşenli bir ekstrüzyon sistemi kullanılarak, hızlandırıcı ile beton karıştırılarak hızlı bir priz sağlandı. Bu, yapı üzerinde daha iyi kontrol sağlayarak alt katmanlardaki deformasyonu en aza indirdi.

Araştırmanın bir parçası olarak, taze betonun kendi ağırlığı altında deformasyon eğilimini ele almak için özel bir çözüm geliştirildi. Üst katmanların ağırlığı alttaki betonun deformasyona uğramasına neden olabileceğinden, bunun önüne geçmek için betonun priz süresi kontrol altında tutuldu. Gelişmiş, iki bileşenli bir ekstrüzyon sistemi kullanılarak, hızlandırıcı ile beton karıştırılarak hızlı bir priz sağlandı. Bu, yapı üzerinde daha iyi kontrol sağlayarak alt katmanlardaki deformasyonu en aza indirdi.

**Kaynak:** <https://engineering.princeton.edu/news/2024/08/30/special-twist-makes-cracking-easier-resistt>



# Yenilikçi sensör teknolojisi ile agrega karakterizasyonunda devrim

AICrete, yapay zekâ uygulama yeteneklerini beton karışım tasarımı optimizasyonundan agrega karakterizasyonu ve nem ölçümü alanına doğru genişletmektedir. AggSense, kum, çakıl ve kırma taş analizlerini, zaman alıcı kurutma ve eleme testlerini gerçek zamanlı partikül boyutu dağılımı ve nem değerlendirmeleri ile değiştiren bir sistemdir. İdeal olarak bir beton santali tartım bunkerini veya agrega haznesi üzerine monte edilen cihaz, kamera ve nem ölçer içeren kübik bir kabinden oluşur. Kullanıcılar, taşıyıcı bantların durduğu ve ince-kaba agrega katmanlarının görüntülerinin yakalandığı aralıkları belirler. AggSense, daha sonra karmaşık yapay zeka algoritmalarını kullanarak malzeme özelliklerini analiz eder, kalite kontrol parametrelerini onaylar veya ince-iri agrega su muhtevasında değişiklikler yapma konusunda bilgi verir.

AICrete, Colorado Aurora da düzenlenen NRMCA ConcreteWorks Konferansı ve Fuarı'nda AggSense sistemini tanıttı. AICrete Mühendisi Quentin Cheng, "Yapay zekâ, makineleri insanların sahip olduğu sezgisel içgörü ile donatıyor. İnce ve iri agregalara bir bakışla, nem ve partikül boyutu dağılımını hemen belirleyen olağanüstü olanaklar sunuyor. Son üç yıl boyunca, beton ve agrega üreticileri ile çalışarak AggSense'i geliştirmek için gerekli verileri titizlikle topladık. Bu, agregalar üzerinde uzmanlaşmış ilk yapay zekâ destekli sensördür. Tıpkı insanlar gibi, bilgisi ve yetenekleri zamanla gelişecektir. Nem ve partikül boyutu dağılımı, sadece ilk adımlardır." diyor.

## Sisteminin temel özellikleri ve faydaları

**Kesin Analiz:** Agrega özellikleri hakkında ayrıntılı değerlendirmeler sağlamak için yapay zekâyı kullanır.

**Gerçek Zamanlı Veri:** Anında veri akışı sağlayarak, malzeme ayarlamalarını anında yapma imkânı sunar.

**Sorunsuz Kalibrasyon:** Temassız sensör sistemi, tesis operatörü kalibrasyonuna

ihtiyaç duymaz. Tüm yapay zekâ eğitimleri, geliştirmeleri ve güncellemeleri merkezi olarak AICrete tarafından yönetilerek uzaktan dağıtılır, böylece sensörlerin en yüksek doğruluk ve işlevsellik seviyelerini koruması sağlanır.

**Arttırılmış Kalite Kontrol:** Malzemelerin kalite kontrolünü sağlar, ürün ve yapıdaki sonuçları iyileştirir.

**Sürdürülebilirlik:** Optimal malzeme miktarlarının kullanımını teşvik ederek, israfı azaltır ve çevresel sorumluluğu artırır.

AICrete Kurucu ve CEO'su Parham Aghdasi, "AICrete, inşaat malzemelerinde ileri teknolojik yenilikleri teşvik etmeye kararlıdır. AggSense ile beton ve agrega üreticilerini eşsiz kalite ve verimlilik seviyelerine ulaşmaları için güçlendiriyoruz. Bu araç, sadece operasyonları iyileştirmekle kalmaz; aynı zamanda

sektörde modern ve sürdürülebilir uygulamalar için yeni bir standart belirlemektedir." diyor.

AggSense, 2025'in başlarında, yapay zekâyı daha iyi operasyonel zekâ için kullanmak isteyen üreticilere sunulacaktır. Sistem, AICrete'nin yapay zekâ destekli işleme sistemi AICreteOS ile sorunsuz bir şekilde entegre olarak, kapsamlı kalite kontrol ve tesis yönetim çözümleri sunmaktadır.

**Kaynak:** <https://concreteproducts.com/index.php/2024/10/15/aicrete-aggregate-sensor-raises-particle-packing-potential-moisture-reads/>

## AICrete aggregate sensor raises particle packing potential, moisture reads

AICrete is extending its artificial intelligence application competencies from concrete mix design optimization to aggregate characterization and moisture content measurement. AggSense transforms sand, gravel and stone analysis by replacing time-consuming burn and sieve tests with real-time particle size distribution and moisture evaluations. Ideally mounted over a concrete batch plant weigh hopper or aggregate bin, the device comprises a cubical cabinet with camera and moisture gauge. Users set intervals at which conveyor belts stop and images of fine or coarse aggregate layers are captured. AggSense then employs sophisticated AI algorithms to analyze material properties, confirm quality control parameters, or inform modifications in fine or coarse aggregate and/or water volumes.

