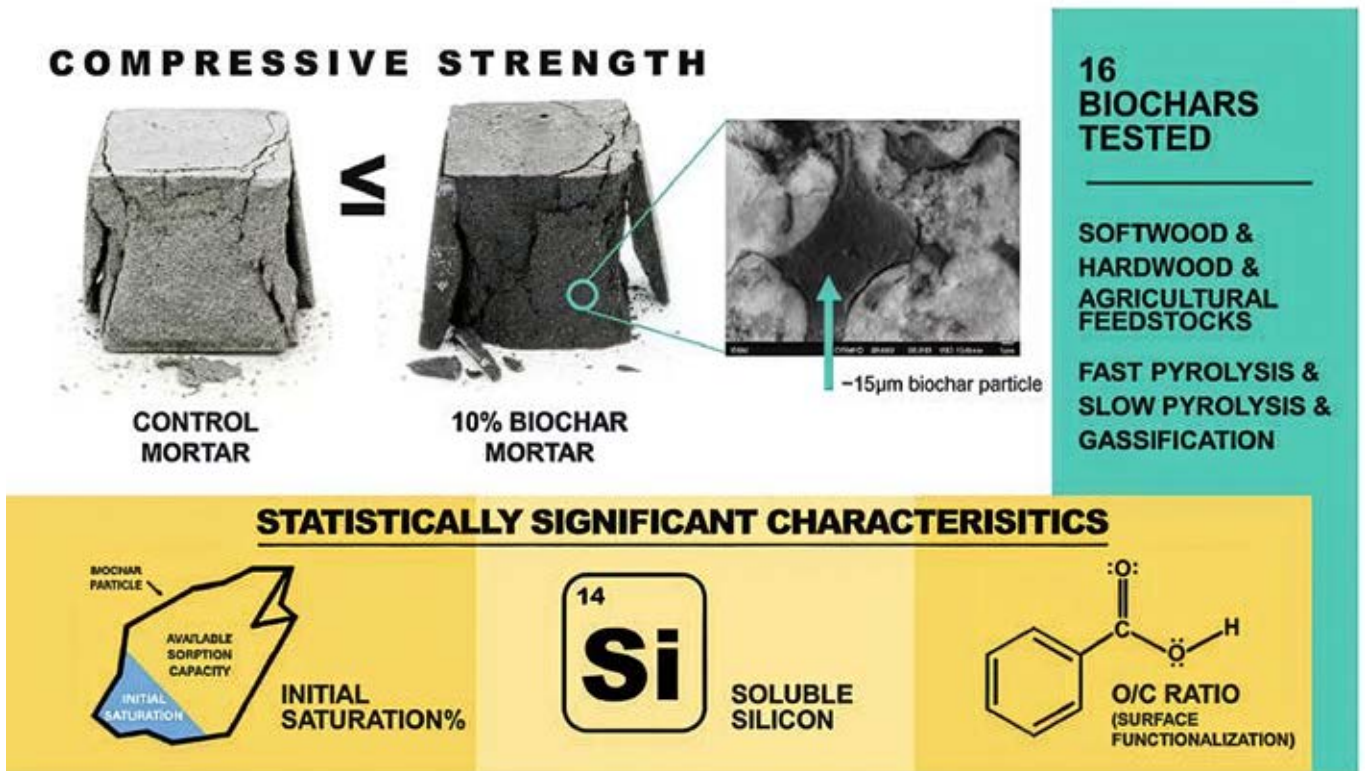


Biyokömür, daha dayanıklı ve daha düşük karbonlu çimento üretimine katkı sağlayabilir



Araştırma, çimento harçlarının dayanımını artırırken karbon ayak izini azaltmada en etkili biyokömür özelliklerini ortaya koymaktadır.

Biyokömür-çimento harçlarının basınç dayanımını etkileyen temel biyokömür özellikleri Beton, yollardan köprülere, evlerden hastanelere ve yüksek binalara kadar her yerde karşımıza çıkmaktadır, ancak betonu bir arada tutan çimentonun üretimi önemli ölçüde iklimsel maliyet yaratmaktadır. Çimento üretimi, küresel karbondioksit emisyonlarının

önemli bir bölümünden sorumludur. Bunun temel nedeni, çimento üretiminde kullanılan kireç taşının çok yüksek sıcaklıklarda ısıtılmasının gerekmesidir.

“Biochar” dergisinde yayımlanan bir çalışma, düşük oksijenli ortamda biyokütlenin ısıtılmasıyla elde edilen karbon açısından zengin bir malzeme olan biyokömürün, çimento esaslı malzemelerin karbon ayak izini azaltırken mekanik performanslarını koruyabileceğini göstermektedir. Bazı durumlarda ise dayanımı artırabileceği belirtilmektedir.

Biochar could help build stronger, lower-carbon cement

Study identifies the biochar traits that matter most for making cement mortars stronger while reducing carbon footprint

Colorado Maden Okulu ve Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarından araştırmacılar, yumuşak ağaç, sert ağaç ve tarımsal ham maddelerden üretilmiş ticari ölçekteki 16 farklı biyokömürü test etmiştir. Her biyokömür ince öğütülerek harç karışımlarında çimento kütlesinin %10'u oranında ikame malzemesi olarak kullanılmıştır. 28 günlük kür süresinin ardından, tüm biyokömürlü çimento harçları kontrol harcına kıyasla benzer veya daha yüksek basınç dayanımı göstermiştir. Biyokömür türlerinden biri, dayanımda %48'in biraz üzerinde bir artış sağlamıştır.

Makalenin sorumlu yazarı olan Colorado Madencilik Okulu'ndan Lori E. Tunstall, "Biyokömür çoğu zaman yalnızca bir karbon depolama malzemesi olarak görülmektedir, ancak sonuçlarımız, uygun biyokömürün çimento esaslı malzemelerin mühendislik performansına da katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Önemli olan, tüm biyokömürleri aynı kabul etmek yerine hangi özelliklerin etkili olduğunu anlamaktır." dedi.

Daha önceki araştırmalar biyokömürün, çimentonun %2-5'inden daha yüksek oranlarda ikame edilmesi durumunda dayanım kayıpları görüldüğünü rapor etmiştir. Bu durum, daha yüksek biyokömür kullanım oranlarının beton uygulamalarında benimsenmesini sınırlamıştır. Yeni çalışma ise aynı karışım tasarımı altında çok çeşitli biyokömürleri karşılaştırarak ve fiziksel-kimyasal özelliklerini ayrıntılı biçimde analiz ederek bu sorunu ele almaktadır.

Araştırmacılar daha sonra, harç dayanımındaki farklılıkları en iyi açıklayan biyokömür özelliklerini belirlemek için istatistiksel analiz ve makine öğrenmesi yöntemlerinden yararlanmışlardır. Üç özellik öne çıkmıştır: Başlangıç doygunluk yüzdesi, oksijen/karbon oranı, suda çözünebilir silisyum konsantrasyonu.

Başlangıç doygunluk yüzdesi, biyokömürün su tutma kapasitesinin çimento karışımına girmeden önce ne kadarının zaten dolu olduğunu gösterir. Daha düşük başlangıç doygunluğuna sahip biyokömürler daha iyi performans göstermiştir. Bunun nedeni, bu biyokömürlerin karışım suyunu absorbe edecek daha fazla kapasiteye sahip olmaları ve kür sürecinde bu suyu kademeli olarak geri salabilmeleridir. Bu durum, biyokömürün bir iç kürleme ajanı (internal curing agent) gibi davranarak çimento matrisinde hidratasyon ürünlerinin oluşumunu desteklediği görüşünü güçlendirmektedir.

Suda çözünebilir silisyum ile dayanım arasında pozitif bir iliş-

Concrete is everywhere, from roads and bridges to homes, hospitals, and high-rise buildings. But the cement that holds concrete together comes with a major climate cost. Cement production is responsible for a significant share of global carbon dioxide emissions, largely because making cement requires heating limestone to very high temperatures.

A study published in Biochar suggests that biochar, a carbon-rich material made by heating biomass in low-oxygen conditions, could help reduce the carbon footprint of cement-based materials without weakening them. In some cases, it may even make them stronger.

ki tespit edilmiştir. Çimento kimyasında silisyum, betonun dayanımından sorumlu temel bağlayıcı faz olan kalsiyum silikat hidratın (C-S-H) oluşumunu destekler. Bu nedenle daha fazla çözünür silisyum salla biyokömürlerin çevresindeki çimento matrisini güçlendirebildiği düşünülmektedir.

Buna karşılık, daha yüksek oksijen/karbon oranı, daha düşük mukavemet ile ilişkilendirilmiştir. Araştırmacılar, bu oranın yüzey fonksiyonelleştirmesini ve polaritesini yansıtabileceğini ve bunun da biyokömürün yüksek alkaliniteye sahip çimento ortamıyla etkileşimini etkileyebileceğini öne sürmektedir.

Çalışma ayrıca biyokömür hazırlama yönteminin önemine de dikkat çekmektedir.

Tüm biyokömürler yaklaşık 10-15 mikrometre ortalama partikül boyutuna kadar öğütülmüştür. Bu ince tane boyutu, biyokömürün harç içerisinde daha etkin şekilde dağılmasını sağlamıştır. Araştırmacılar, biyokömür özelliklerinin kullanılan ham maddeye ve piroliz koşullarına bağlı olarak büyük değişkenlik gösterebildiğini, bu nedenle gelecekteki beton uygulamalarında biyokömür özelliklerinin raporlanması ve kontrol edilmesinin kritik olduğunu vurgulamaktadır.

Optimize edildiğinde, biyokömür-çimento malzemeleri iki yönlü bir fayda sağlayabilir: Uzun ömürlü yapı malzemelerinde kararlı karbon depolarken, gerekli çimento miktarını da azaltabilir. Kullanılan çimento miktarının azaltılması sayesinde daha düşük karbon emisyonu. Çalışmadaki karışım tasarımı, çimento kütlesinin %10'unun biyokömür ile ikame edilmesinin, biyokömür içermeyen eş değer karışıma kıyasla harcın karbon ayak izini yaklaşık %32 oranında azaltabileceği hesaplanmıştır. Tunstall, "Bulgularımız pratik bir yol haritası sunuyor. Düşük başlangıç doygunluğuna, düşük oksijen/karbon oranına ve faydalı düzeyde çözünür silisyum içeriğine sahip biyokömürlerin seçilmesi veya üretilmesiyle, dayanımdan ödün vermeden çimento sistemlerinde daha yüksek oranlarda biyokömür kullanımına ulaşabiliriz." diyor.

Araştırmacılar, biyokömürün yüksek mukavemetli, düşük karbonlu ve gelecekte karbon nötr beton üretimine giden yolda güçlü bir potansiyel taşıdığı sonucuna varmaktadır ancak büyük ölçekli uygulamalara geçilmeden önce, farklı biyokömür türleri ve beton sistemleri üzerinde ek doğrulama çalışmaları na ihtiyaç olduğu belirtilmektedir.

Kaynak: www.eurekalert.org/news-releases/1128884

Grafen ile yüksek performanslı düşük karbonlu geri dönüştürülmüş beton

Ölçeklenebilir kayma yöntemiyle ayrıştırılmış grafen, yüksek performanslı düşük karbonlu geri dönüştürülmüş betonu mümkün kılıyor.

Bir araştırma ekibi, betonun mukavemetinden ödün vermeden karbondan arındırılmasına yardımcı olabilecek bir üretim atılımı bildirdi: Geri dönüştürülmüş beton performansı için özel olarak tasarlanmış ölçeklenebilir kayma yöntemiyle ayrıştırılmış Grafen. Communications Engineering’de yayımlanan çalışma, düşük karbonlu inşaatta merkezi bir zorluğu hedefliyor: Öngörülebilir, endüstriyel olarak uygulanabilir üretimi korurken geri dönüştürülmüş agregalara yüksek performanslı malzemeler nasıl eklenir?

Grafen’in çimento esaslı kompozitler için sunduğu potansiyel iyi bilinmektedir, ancak yüksek kaliteli grafen elde etmenin geleneksel yolları genellikle ölçeklenebilirlik ve maliyet sorunuyla karşılaşmaktadır. Burada araştırmacılar, kontrollü kesme kuvvetleri kullanarak grafen katmanlarını ana malzemelerden ayırabilen mekanik bir yaklaşım olan kesme eksfoliasyonuna odaklanmaktadır. Enerji tüketimi yüksek veya parti sınırlı yöntemlerin aksine, kesme eksfoliasyonu sürekli işleme için tasarlanmış ve laboratuvar çalışmalarından fabrika zeminlerine kadar pratik bir yol sunmaktadır.

Çalışmanın teknik kalbi, grafenin üretilme ve entegre edilme şeklidir. Ekip, çimento sistemlerine karıştırılmaya uygun, dağılabilir grafen üretmek için kesme eksfoliasyonu ile elde edilen grafen iş akışını iyileştirmektedir. Dağılım önemlidir: Kötü dağılmış grafen, topaklanma eğilimindedir, etkili yüzey alanını azaltır ve grafenin hidratasyon ve mikro yapıyı etkileyebileceği yolları sınırlar.

Geri dönüştürülmüş agregalarla yapılan betona dâhil edildikten sonra, grafen birden fazla ölçekte etki gösterir. Nano ölçekte, grafenin geniş özgül yüzey alanı, çimento hidratasyon ürünleriyle etkileşime girerek bağlayıcı fazların daha rafine bir şekilde

Scalable Shear-Exfoliated Graphene Enables High-Performance Low-Carbon Recycled Concrete

A team of researchers reports a manufacturing breakthrough that could help concrete decarbonize without sacrificing strength: scalable shear-exfoliated graphene engineered specifically for recycled concrete performance. The work, published in Communications Engineering, targets a central challenge in low-carbon construction—how to add high-performance materials to recycled aggregates while maintaining predictable, industrially feasible production.

oluşmasını destekler. Mikro ölçekte ise, iyileştirilmiş paketleme ve değişen gözenek yapısı, sertleşmiş matris boyunca daha güçlü bağlantıya katkıda bulunur ve bu da daha iyi mekanik performansa dönüşür.

Çalışmanın temel iddiası, performans iyileştirmelerinin karbon etkilerini olumlu tutarken elde edilmesidir. Geri dönüştürülmüş girdiler kullanılarak yüksek performanslı beton elde edilmesini sağlayan grafen destekli formülasyonlar, kısıtlı malzemelere olan bağımlılığı azaltabilir. Bu azalma da genel olarak daha düşük bir karbon ayak izini destekleyerek malzeme inovasyonunu iklim hedefleriyle uyumlu hâle getirir.

Araştırmacılar, kavram kanıtının ötesine geçen bir “viral bilim haberi” anı için gerekli olan tekrarlanabilirlik ve kontrol edilebilirlik özelliklerini de vurguluyorlar. Eğer kesme eksfoliasyonu grafen kalitesini koruyarak ölçeklendirilebilirse, inşaat malzemeleri mekanik olarak yönlendirilen, potansiyel olarak daha düşük maliyetli üretim yoluyla üretilen yeni bir katkı maddesi sınıfı kazanabilir.

Endüstri paydaşları için mesaj basittir: Grafen, niş bir laboratuvar malzemesi olarak kalmak zorunda değildir. Ölçeklenebilir kesme eksfoliasyonu ile grafen, dayanıklılık, mukavemet ve sürdürülebilirliğin birlikte optimize edildiği mühendislik ürünü çimento kompozitlerine doğru ilerleyebilir.

Genel olarak, çalışma grafeni egzotik bir katkı maddesi olarak değil, geri dönüştürülmüş beton için özel olarak tasarlanmış, endüstriyel olarak üretilebilir bir bileşen olarak konumlandırıyor. Yaklaşım gerçek hayatta karıştırma, kütleme ve uzun vadeli testlerde geçerli olursa, mühendislerin hem malzeme performansı hem de yapılı çevrede karbon azaltımı hakkındaki düşüncelerini yeniden şekillendirebilir.

Kaynak: <https://scienmag.com/scalable-shear-exfoliated-graphene-enables-high-performance-low-carbon-recycled-concrete/>

Dijital ürün pasaportu kayıt sistemi artık faaliyete geçti



Dijital Ürün Pasaportunun işletmeler için uygulanabilir bir sistem hâline gelmesinde önemli bir adım atıldı. Avrupa Komisyonu İç Pazar, Sanayi, Girişimcilik ve KOBİ'ler Genel Müdürlüğü (DG GROW) Dijital Ürün Pasaportu (Digital Product Passport / DPP) ile ilgili 20 Temmuz 2026 tarihinde bir açıklamada bulundu.

Avrupa Komisyonu 20 Temmuz 2026 itibarıyla, Dijital Ürün Pasaportu (Digital Product Passport / DPP) Kayıt Sistemi'ni, bir test ortamıyla birlikte kullanıma açarak, DPP'nin AB pazarına ürün arz eden işletmeler açısından uygulanabilir bir sistem hâline getirilmesinde önemli bir kilometre taşına ulaştı.

The Digital Product Passport Registry is now live

Marking an important milestone in making the DPP a practical reality for businesses

Today, the European Commission launches the Digital Product Passport Registry together with a testing environment, marking an important milestone in making the Digital Product Passport (DPP) a practical reality for businesses placing products on the EU market.

Sürdürülebilir Ürünler için Eko-Tasarım Tüzüğü (ESPR) (AB) 2024/1781 kapsamında oluşturulan Dijital Ürün Pasaportu, tedarik zincirinde şeffaflığı artırmak, tüketicilerin daha bilinçli seçimler yapmasını desteklemek ve Tek Pazar genelinde mevzuata uyumu kolaylaştırmak amacıyla tasarlanmış ürün bilgilerini içeren dijital bir veri yapısıdır. Ürün verileri merkezi olmayan bir yapıda saklanırken, iktisadi işletmecilerin her bir Dijital Ürün Pasaportu Kayıt Sistemi'ne kaydetmesi gerekmektedir. Kayıt Sistemi, benzersiz ürün tanımlayıcılarının ve bunlarla ilişkili metaverilerin kaydedilmesi için gerekli güvenli altyapıyı sağlamaktadır.

Bu gelişme, Kayıt Sistemi'nin uygulanmasına ilişkin usul ve esasları belirleyen Uygulama Tüzüğü'nün (Implementing Regulation) kabul edilmesini takiben gerçekleşerek, Dijital Ürün Pasaportu Kayıt Sistemi'nin temel bileşenlerinden birinin fiilen işleme alınmasını sağlamaktadır.

Kayıt Sistemi; "Sürdürülebilir Ürünler için Eko Tasarım Tüzüğü" kapsamındaki tekstil ürünleri, çelik ve alüminyum, lastikler, mobilya, bilgi ve iletişim teknolojileri (ICT) ürünleri ve enerjiyle ilgili ürünler dâhil olmak üzere çeşitli ürün gruplarını destekleyecektir. Ayrıca, Dijital Ürün Pasaportu kaydını zorunlu kılan diğer "Birlik Mevzuatı" kapsamındaki belirli büyük bataryalar, yapı malzemeleri, oyuncaklar, deterjanlar ve nihai tüketiciye ulaşan yüzey aktif maddeleri gibi ürün grupları da sistem kapsamında yer alacaktır.

Uygulamaya ilişkin net kurallar

Uygulama Tüzüğü aşağıdaki hususları belirlemektedir:

- Erişim yönetimi ve kullanıcı doğrulamasına ilişkin net kurallar,
- Gerekli verilerin kaydedilmesi ve depolanmasına ilişkin gereklilikler,
- Kayıt Sistemi'nin teknik mimarisi.

Kayıt işlemi, güvenli bir kullanıcı arayüzü veya uygulama programlama arayüzü (Application Programming Interface / API) üzerinden gerçekleştirilebilecektir. Böylece iktisadi işletmeciler, uygun olması hâlinde kayıt işlemlerini mevcut dijital sistemlerine entegre edebilecektir.

İktisadi işletmeciler ayrıca kayıt işleminin gerçekleştirildiğini gösteren güvenli bir elektronik belge talep edebilecektir. Bu belge, özellikle işletmeler arası (B2B) işlemlerde, üçüncü taraflara mevzuata uyumun kanıtlanması amacıyla kullanılabilir.

Uygulama Tüzüğü, Avrupa Komisyonu ile AB ülkelerinin ilgili sorumluluklarını açıklığa kavuşturarak hukuki kesinlik, öngörülebilirlik ve güvenin sağlanmasına da katkıda bulunmaktadır.

Kullanılabilirlik, birlikte çalışabilirlik ve güven esas alınarak tasarlandı

AB ülkelerinden ve paydaşlardan alınan geri bildirimler doğrultusunda Kayıt Sistemi; kullanılabilirlik, birlikte çalışabilirlik ve güven esas alınarak tasarlanmıştır. İşletmeler, dokümanite edilmiş API'ler aracılığıyla farklı ürün gruplarına ilişkin makine tarafından okunabilir veri modelleri, tanımlar ve terminolojileri içeren ücretsiz bir semantik veri havuzuna erişilebilir.

Bu yapı; sistemler arası birlikte çalışabilirliği destekleyecek, veri yönetimini kolaylaştıracak ve Dijital Ürün Pasaportu'nun farklı sektörlerde uygulanmaya başlanmasıyla ortaya çıkabi-

lecek idari yükün azaltılmasına yardımcı olacaktır. Kayıt Sistemi ayrıca güvenliği, hesap verebilirliği ve güvenilir erişim yönetimini güçlendiren bir doğrulama çerçevesi ile kayıt/loglama sistemi içermektedir.

Dijital Ürün Pasaportu; döngüsel ekonomiye geçişin daha şeffaf bir Tek Pazar'ın ve tüketicilerin daha bilinçli tercihler yapmasının temel araçlarından biri olarak değerlendirilmektedir. Komisyon, Kayıt Sistemi'nin operasyonel altyapısını oluşturarak iktisadi işletmecilerin ürün bilgilerini kaydetmesini, mevzuata uyumu kanıtlamasını ve Tek Pazar genelinde güvenilir ve birlikte çalışabilir verileri paylaşmasını kolaylaştırmaktadır.

Altı DPP standardının yayımlanması

Buna paralel olarak, Dijital Ürün Pasaportlarının oluşturulmasını kolaylaştırmak ve Kayıt Sistemi'ni tamamlamak amacıyla, DPP sisteminin birlikte çalışabilirliğini destekleyen sekiz uyumlaştırılmış standart, Avrupa Standardizasyon Komitesi (CEN) ile Avrupa Elektroteknik Standardizasyon Komitesi'nin (CENELEC) ile yakın iş birliği içinde geliştirilmiştir.

Bu standartlardan altısı; benzersiz tanımlayıcılar, birlikte çalışabilirlik, veri taşıyıcıları, API'ler, veri değişim protokolleri ve veri depolama konularını kapsamakta olup, ulusal standardizasyon kuruluşları tarafından yayımlanarak hâlihazırda erişime sunulmuştur. Bu standartların uyumlaştırılmış bölümlerine ilişkin atıflar da Avrupa Komisyonu tarafından yayımlanmıştır.

Uygulamayı desteklemek üzere kaynaklar artık erişilebilir

Komisyon, uygulama sürecini desteklemeye ve Kayıt Sistemi'nin tüm kullanıcılar için erişilebilir, güvenli ve etkin olmasını sağlamaya devam edecektir.

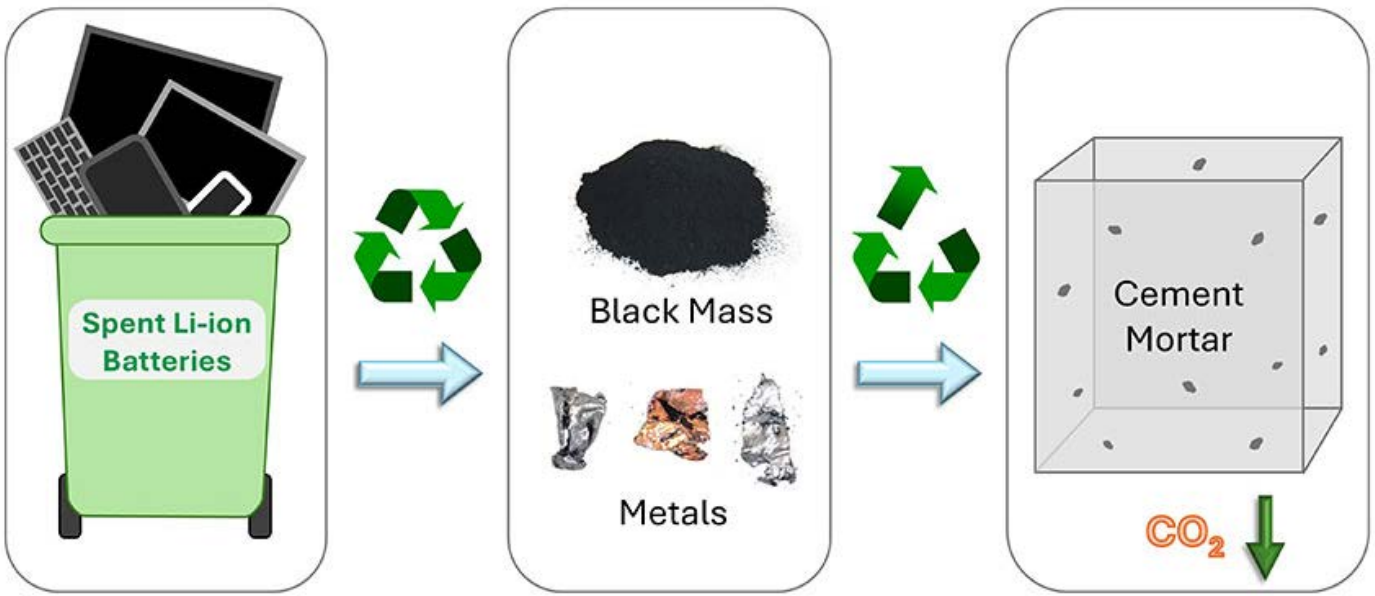
Hâlihazırda devam eden test aşaması, belirli türdeki büyük bataryalar için 18 Şubat 2027 tarihinde başlayacak ilk uygulama yükümlülüğü öncesinde sistemin sorunsuz bir şekilde devreye alınmasını sağlamaya yardımcı olacaktır.

İktisadi işletmeciler artık yeni DPP web sitesi üzerinden test ortamına, teknik dokümantasyona, uygulama kılavuzlarına, webinarlarına ve güncel bilgilere erişebilmektedir. Ayrıca işletmelere kayıt süreci boyunca destek sağlamak üzere özel bir yardım masası (helpdesk) da hizmet vermektedir.

Hazırlayan: Avrupa Komisyonu İç Pazar, Sanayi, Girişimcilik ve KOBİ'ler Genel Müdürlüğü (DG GROW)

Kaynak: https://single-market-economy.ec.europa.eu/news/digital-product-passport-registry-now-live-2026-07-20_en

Purdue Üniversitesi araştırmacıları, lityum-iyon pil atıklarını sürdürülebilir betona dönüştürdü



Purdue Üniversitesi Davidson Kimya Mühendisliği Okulu ile Lyles İnşaat ve Yapım Mühendisliği Okulu araştırmacıları, kullanım ömrünü tamamlamış lityum-iyon pil atıklarını doğrudan betona karıştırarak çöp sahalarından uzaklaştırmanın bir yolunu buldular.

Ocak 2026'da "CivilEng" dergisinde yayımlanan pilot çalışma, pil atıklarının çimento harcı karışımlarında kumun kısmi ikamesi olarak kullanılabilirliğini araştırdı. Çalışma, geleneksel pil geri dönüşüm yöntemlerine kıyasla daha düşük enerji gerektiren bir alternatif sunarken, aynı zamanda beton üretiminin karbon ayak izini azaltmayı amaçlıyor.

Elektrikli araç satışları, 2020 yılında küresel pazarın %4'ünü oluştururken

Purdue researchers upcycle lithium-ion battery waste into sustainable concrete

Researchers from Purdue University's Davidson School of Chemical Engineering and Lyles School of Civil and Construction Engineering have found a way to divert spent lithium-ion battery materials from landfills — by mixing them directly into concrete.

The pilot study, published in CivilEng in January 2026, tested whether battery waste could serve as a partial replacement for sand in cement-mortar mixes, offering a low-energy alternative to conventional battery recycling methods while simultaneously reducing the carbon footprint of concrete production.

2023 yılında %18'e yükseldi. Buna bağlı olarak kullanım ömrünü tamamlamış lityum-iyon pil miktarında da hızlı bir artış yaşanıyor. Araştırmacılara göre, 2030 yılına kadar yıllık lityum-iyon pil atığı miktarının 1,2 milyon adede ulaşması beklenirken, mevcut geri dönüşüm oranı hâlen %10'un altında bulunuyor. Hidrometalurji ve pirometalurji dâhil olmak üzere mevcut geri dönüşüm yöntemleri ise maliyetli, enerji yoğun ve tehlikeli yan ürünler oluşturan süreçler olarak değerlendiriliyor.

Araştırmacılar, standart bir kontrol karışımı, kumun %10'unun black mass (siyah kütle) (ince öğütülmüş aktif katot ve anot malzemeleri) ile ikame edildiği karışım, kumun %10'unun pil muhafazalarından

geri kazanılan çelik, bakır ve alüminyumdan oluşan ezilmiş metalik fraksiyon ile ikame edildiği karışım olarak üç farklı çimento harcı karışımı hazırladı: Toplam 45 adet harç küpü dökülerek Purdue Üniversitesi Robert L. ve Terry L. Bowen Laboratuvarı'nda 28 günlük basınç dayanımı deneylerine tâbi tutuldu.

Çalışmanın yazarlarından, Karl H. Kettelhut İnşaat ve Yapım Mühendisliği Profesörü ve Bowen Laboratuvarı Direktörü Prof. Dr. Amit Varma, "Sürdürülebilir yapı malzemeleri ve üretim yöntemleri, okulumuzun temel araştırma alanlarından biridir ve bu çalışmanın önemli bir potansiyel taşıdığına inanıyoruz. Daha ileri araştırma ve geliştirme çalışmalarıyla bu sürdürülebilir beton karışımı tasarımı, enerji tüketimi ve çevresel etkilerin azaltılmasına önemli katkılar sağlayabilir." diyor.

Her iki katkılı karışım da 28 günlük basınç dayanımı açısından referans karışıma kıyasla daha düşük basınç dayanımı sergiledi. Black mass (siyah kütle) içeren karışımın basınç dayanımı referans karışıma göre %35 daha düşük, metalik fraksiyon içeren karışımın dayanımı ise %55 daha düşük olarak belirlendi. Bu sonuçlar, söz konusu karışımların yüksek yük taşıyan yapısal uygulamalarda kullanılmasını sınırladıysa da, araştırmacılar çevresel performans değerlendirildiğinde farklı bir tablo ortaya çıktığını belirtiyor.

Pil atıklarının depolama sahalarına gönderilmemesi sayesinde önlenen emisyonlar da hesaba katıldığında, black mass (siyah kütle) içeren karışımın dayanım/net gömülü karbon oranının referans karışımdan yaklaşık dört kat daha yüksek olduğu hesaplandı. Araştırma ekibine göre bu performans, söz konusu malzemeyi; kaldırımlar, bordürler, dekoratif beton elemanları, yalıtım tabakaları ve diğer yapısal olmayan beton uygulamaları için güçlü bir aday hâline getiriyor.

Çalışmanın araştırmacılarından kimya mühendisliği profesörü Prof. Dr. Vilas G. Pol, "Aslında burada genellikle birbirinden bağımsız ele alınan iki sorunu aynı anda çözüyoruz, pil atıklarının yönetimi ve inşaat sektörünün karbon ayak izi. Çalışmamız, bu iki problemin birbirinin çözümünün bir parçası olabileceğini gösteriyor. Purdue Üniversitesi disiplinler arası araştırmalarda bu tür yaklaşımları geliştirmek için güçlü bir altyapıya sahip." diyor.

Pol ayrıca, kullanım ömrünü tamamlamış lityum-iyon pillerden kritik öneme sahip black mass (siyah kütle) bileşeninin

At the same time, the construction sector faces its own environmental crisis. Concrete is the most widely used man-made material on Earth. We produce enough of it each year to build a wall around the planet twice over.

Its main ingredient, Portland cement, is responsible for nearly 8% of global carbon emissions. As demand rises, the industry is running out of cleaner alternatives.

These two challenges – booming lithium production and the carbon cost of cement – may seem unrelated. But the solution to both could be the same: turning lithium mining waste into a new kind of low-carbon cement.

geri kazanılmasının yanı sıra, geriye kalan yaklaşık %50 oranındaki metal ve plastik fraksiyonun beton karışımlarında kumun bir bölümünün yerine kullanılmasının, önemli miktardaki elektronik atık sorununu sürdürülebilir bir yapı teknolojisine dönüştürebileceğini ifade etti.

Bu inovasyon, Purdue Innovates Teknoloji Ticarileştirme Ofisi'ne (Office of Technology Commercialization - OTC) bildirilmiştir. Daha fazla bilgi için "OTC" ile otcip@prf.org adresinden iletişime geçilebilir.

Çalışma, lisansüstü öğrencisi Ishaan Davariya liderliğinde; Dr. Gaurav Chobe, Dr. Dheeraj Waghmare ve Dr. Shivam Sharma tarafından, Lyles İnşaat ve Yapım Mühendisliği Okulu öğretim üyeleri Prof. Dr. Akanshu Sharma ile Prof. Dr. Amit H.

Varma ve Davidson Kimya Mühendisliği Okulu öğretim üyesi Prof. Dr. Vilas G. Pol danışmanlığında yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan çimento, kum ve agregalar, West Lafayette merkezli Irving Materials, Inc. tarafından sağlanmıştır.

Araştırmacının bir sonraki aşamasında, saha uygulamalarına geçilmeden önce malzemenin uzun dönem dayanıklılık performansı değerlendirilecek; bu kapsamda su emme, porozite ve sızma (leaching) davranışı gibi özellikler incelenecektir.

Purdue Innovates Teknoloji Ticarileştirme Ofisi Hakkında

Purdue Innovates Teknoloji Ticarileştirme Ofisi (Office of Technology Commercialization - OTC), ABD'nin önde gelen araştırma üniversiteleri arasında en kapsamlı teknoloji transferi programlarından birini yürütmektedir. Ofis tarafından sunulan hizmetler, Purdue Üniversitesinin ekonomik kalkınma girişimlerini desteklemenin yanı sıra, üniversitede geliştirilen fikir mülkiyet haklarının ticarileştirilmesi, lisanslanması ve korunması yoluyla üniversitenin akademik faaliyetlerine katkı sağlamaktadır. 2025 mali yılında "OTC", 161 teknoloji transferi anlaşması gerçekleştirmiş, 269 teknolojinin lisanslanmasını sağlamış, 479 buluş bildirimini almış ve 267 ABD ile uluslararası patent elde etmiştir. Ofis, Purdue Üniversitesi'nin misyonunu desteklemek amacıyla kurulmuş özel, kâr amacı gütmeyen bir kuruluş olan "Purdue Araştırma Vakfı" tarafından yönetilmektedir. Daha ayrıntılı bilgi için "OTC" ile iletişime geçilebilir.

Kaynak: <https://engineering.purdue.edu/ChE/news/2026/purdue-researchers-upcycle-lithium-ion-battery-waste-into-sustainable-concrete->