

#madewithcement

Avrupa'da karbonsuz yapılanma

Sağlam çözümler
için uğraşıyoruz



Giriş

Avrupa tutkulu bir vizyona sahiptir; karbonsuz bir gelecek vizyonuna, inşaat sektörünün ve tüm değer zincirinin yanı sıra enerji yoğun endüstrileri entegre eden bir vizyona. Betonu bir arada tutan çimento bu vizyonu gerçeğe dönüştürmek için gerekli çözümlerin kalbinde yatmaktadır. Bu çözümler; ham maddelerden üretime, kullanıma, yeniden kullanıma ve geri dönüşüme kadar çimento ve beton değer zincirinin tüm yaşam döngüsü üzerinde yayılmaktadır. Karbonsuz bir inşaat sektörüne doğru ilerleme çabalarımızın bir parçası olarak 2013 yılında yayınladığımız 2050 Düşük Karbon Yol Haritasından bu yana gerçekleştirdiğimiz ilerlemenin bir değerlendirmesini yaptık ve kaynağında verimliliğe ve karbonsuz yapılı çevreye giden yol haritasını çıkarttık.

Sağlam Temeller

Geçtiğimiz birkaç on yıl boyunca Avrupa'da yaşanan gelişmeler çimento üretiminde enerji kullanımının yaklaşık %30 azaldığını göstermektedir. Beş yıl önce, Avrupa çimento sanayi 2050 itibarıyla CO₂ emisyon yoğunluğunu (1990 seviyeleri ile kıyaslandığında) geleneksel teknolojilerle %32 oranında ve eğer çığır açan teknolojiler yaygınlaşırsa da potansiyel olarak %80 oranında nasıl düşürebileceğimizi belirten Düşük Karbon Yol Haritasını yayınladı.

2050 yolculuğumuzda nerede olduğumuzu değerlendirdik ve hedeflerimize doğru ilerlememizi ve geçişimizi hızlandırmak için ilave seçeneklerimizi keşfetmek istedik.

1

BUGÜNE KADAR GERÇEKLEŞTİRDİĞİMİZ İLERLEMENİN RAPORLANMASI

2013 Yol haritamızda belirlenen hedeflerle kıyaslandığında nerede olduğumuzun belirlenmesi; hangi azaltımları başardık, buraya ulaşmamızda hangi teknolojiler bize yardımcı oldu ve daha da önemlisi gelecekteki hedeflerimizi nasıl karşılayacağız?

2

BİLİME DAYALI HEDEFLERE KARŞI YOL HARİTAMIZIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yol haritası, Paris Anlaşmasından daha önce. Bu nedenle biz, Paris Anlaşması, 2°C Senaryosu, hedeflerine uyumluluğu sağlayarak çeşitli Bilime Dayalı Hedef (BDH) metodolojileri kullanarak değerlendirme sürecini başlattık.

3

TÜM DEĞER ZİNCİRİNİN DAHİL EDİLMESİ

Avrupa Birliği, modern ve düşük karbon Avrupa ekonomisi için uzun vadeli vizyonunu tanımlamaktadır. Stratejik değer zincirleri boyunca sinerjilerden yararlanmak da dahil düşük karbon geçişi ile birlikte ortaya çıkan fırsatların geliştirilmesini hedeflemektedir. 2°C Senaryosunun amaçlarına ulaşmaya katılım sağlamak için küresel etkisi ve önemli potansiyeli göz önünde bulundurulduğunda küresel inşaat değer zinciri, düşük karbon geçişinin başlıca faktörüdür. Yapılı çevrede karbonsuzluk, münferit sektörlerin ve alt sektörlerin de ilerisine bakarak ve sonuçları hızlandırmak için yaşam döngüsü performansının yaygın bir şekilde nasıl uygulanabileceğine odaklanarak inşaat değer zinciri boyunca işbirlikçi bir yaklaşım gerektirmektedir. Çimento sanayi, inşa yöntemimizde kademe atlamayı başarmak için eşsiz bir şekilde konumlandırılmıştır, dayanıklı bina ve altyapı inşaatlarında yenilikçi ve düşük karbonlu çözümler kullanmakta ve inşaat uygulamalarına döngüsel model entegre etmektedir.

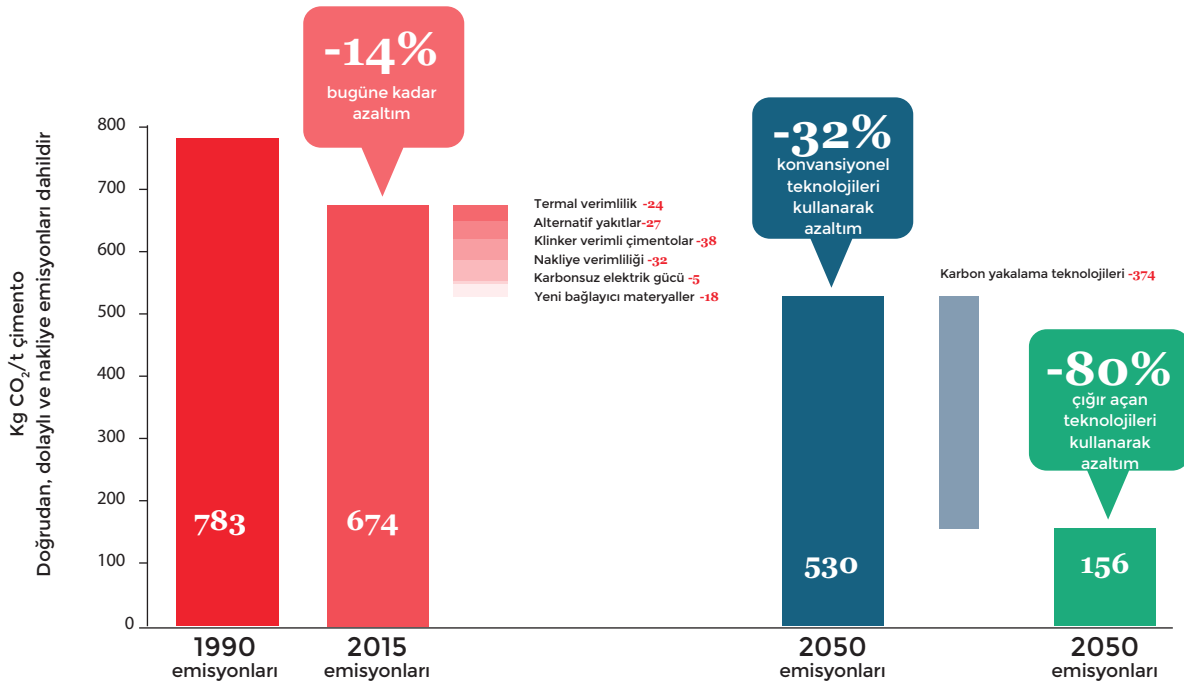
2050'ye giden yolda ilerlememiz: Sahadayız!

Avrupa Çimento Araştırma Akademisi (ECRA) ile işbirliği içerisinde CEMBUREAU, 2050 yılında da 1990'da üretilen miktarda çimento üretileceğini varsayarak 2050 hedeflerine ulaşma yolunda Avrupa çimento sanayisinin hangi konumda bulunduğu üzerine bir değerlendirme gerçekleştirmiştir. Değerlendirme 2015 verilerine ("Getting the Numbers Right" (GNR) veritabanı) dayandırılmış ve ilerleme, 2013 CEMBUREAU Düşük Karbon Yol Haritasında belirtilen özel teknolojiler için değerlendirilmiştir.

Grafik üç zaman dönemi boyunca teknolojiye özel azaltım potansiyellerini göstermektedir:

1. 1990-2015: başarılı (GNR 2015'e dayanarak);
2. 2015-2030 ve 2030-2050: kalan azaltım potansiyellerinin lineer projeksiyonu;
3. 2030-2050: uygulanan çığır açan teknolojiler.

CO₂ AZALTIM ÖNLEMLERİ: 2050 PERSPEKTİFİ



Kaynak: ECRA ve CEMBUREAU hesaplamaları

Not: Uzun vadeli azalma potansiyelleri belirgin bir şekilde sınırlı olduğu için diğer teknolojiler (elektrik verimliliği, alternatif ham maddeler gibi) gösterilmemiştir.

2013 CEMBUREAU Düşük Karbon Yol Haritasında belirlenen 2050 hedefine doğru genel ilerleme

2050 HEDEFİ	DEĞERLENDİRME (2015 VERİLERİNE DAYANARAK)
32% Konvansiyonel teknolojilerin kullanılmasıyla CO₂ emisyon azaltımı	Termal verimde ve alternatif yakıtlarda önemli ilerleme sağlanarak bugüne kadar %14'e yakın emisyon azaltımı. • Termal verim: 3.690 MJ/t klinker (2050'ye doğru lineer yolun %1,6 ilerisinde). • Yakıt ikamesi: %40,6 (2050'ye doğru lineer yolun %15,2 ilerisinde). • Klinker ikame oranı: %76,4 (2050'ye doğru lineer yolun %1,7 gerisinde) • Nakliye emisyonları: İlerleme kaydedilmiştir ancak gerçek değişim ağır iş makineleri için elektrikli/hibrid aktarma organları kullanılabilir duruma getirildiğinde gelecektir. • Elektrik kullanımı: Esas itibarıyla emisyonları azaltmak için ihtiyaç duyulan yeni sistemlerin güç gereksinimlerinden dolayı talepte düşüş yaşanmamıştır. Güç üretiminde dekarbonizasyon ve öğütme teknolojilerindeki değişimler gerçek azalmaya katkı sağlayacaktır. Yeni çıkan çimentolar da dahil daha fazla ayrıntılı bilgi ekli klinker ve çimentoda gelişimler bölümlerinde özetlenmiştir.
80% Çığır açan teknolojilerin kullanılmasıyla CO₂ emisyon azaltımı	Karbon yakalama ve depolama ve yeniden kullanım (CCS/CCU) gibi pek çok çığır açan teknoloji gelişim aşamasındadır. Teknoloji şu anda deneme ölçeğindedir ve çimento sanayisi çeşitli gelecek vaat eden araştırma projeleri içerisinde yer almaktadır. Doğru ortak finansman çerçevesinde, bu teknolojilerin 2030 sonrasında ticari olarak uygulanabilir duruma gelebilecekleri ön görülmektedir. Bu teknolojilerin yaygın ve ticari olarak uygulanabilir hale gelmesinden önce değer zinciri eğitimi ve öğretimi gerekecektir. Bazı teknolojiler daha gelişmiş aşamalardadır ancak pazarda kabul edilme ve talep konularında değişime bağlıdır. Bunlar, gerekli kalite güvencesini sağlayan standartlar ve inşaat kanunlarının yanı sıra talep politikalarına odaklanmış yasalardan da faydalanabilirler.

Paris Anlaşmasının 2°C Senaryosuyla Uyumlu CEMBUREAU Yol Haritası... ...Bilime Dayalı Hedeflerin Değerlendirilmesi

CEMBUREAU, PwC'den (PricewaterhouseCoopers) Paris Anlaşmasında benimsenen sıcaklık hedeflerini karşılamak amacıyla Avrupa çimento sanayisi için belirlenen sera gazı emisyon azaltma hedeflerinin hangi kapsamda yeterli bulunduğunu değerlendirmesini istemiştir, yani küresel sıcaklık artışı bu yüzyılda 2°C'nin oldukça altında sınırlandırmak. CEMBUREAU'nun talebine yanıt olarak PwC, CEMBUREAU Düşük Karbon Yol Haritasında belirlenen hedeflerin sonuçlarıyla karşılaştırmak amacıyla çeşitli mevcut **Bilime Dayalı Hedef (BDH) metodolojiler** kullanarak deneysel bir yaklaşım uygulamıştır.

Ön değerlendirme CEMBUREAU Yol Haritasının 2050 perspektifi kapsamında bir dizi BDH metodolojisi ile uyumlu olduğunu göstermiştir ve dolayısıyla Paris Anlaşması hedeflerinin tutturulması için çimento sektörünü yönlendirmesinde sağlam bir enstrümandır.





...küresel senaryolardan daha istekli

Avrupa çimento sanayi, Dünya Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi (WBCSD) Çimento Sürdürülebilirlik Girişimi (CSI) ile işbirliği içerisinde Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) "**Çimento Sanayinde Düşük Karbon Geçişi için Teknoloji Yol Haritası**"nın geliştirilmesinde aktif rol almıştır. 2009 yılında, sektörde CO₂ emisyonunu azaltacak mevcut ve gelecekteki teknolojik olanakları tanımlayan ve diğer sektörler için takip edecekleri yolları hazırlayan çimento sanayi için ilk sektörel düşük karbon teknolojisi yol haritası yayınlanmıştır. Çimento sanayi 2018 yılında özgün teknoloji yol haritasını, yeni teknolojileri entegre ederek güncelleyen ilk sektördür.

Değerlendirmemiz 2013 CEMBUREAU **Düşük Karbon Yol Haritası**nın 2018 IEA senaryolarından, özellikle de yakıt değişimi ve çığır açan teknolojileri açısından daha istekli olduğunu göstermektedir. Avrupa bölgesi için klinker ikamesi bir zorluk olarak devam etmektedir.

ve enerji sektöründeki uçucu kül gibi- daha düşük miktarda klinker ikamesi mevcuttur. Daha da önemlisi, dünya çapında inşaat uygulamaları ve dayanıklılıkları için çeşitli gereksinimlerden kaynaklanan çimento kalitelerindeki farklar, dünyanın farklı bölgelerindeki klinker çimento oranında doğrudan bir karşılaştırma yapmayı zorlaştırmaktadır.

Tüm inşaat değer zinciri perspektifinden bakıldığında betondaki çimento kalitesi ve performansı da küresel ölçekte klinker çimento oranlarının karşılaştırmasını karmaşık hale getiren bir etkidir.

Avrupa'nın dekarbonizasyon gündemi nedeniyle, dünyanın başka bölgeleri ile kıyaslandığında- çelik sektöründeki cüruf

Sağlam çözümler için uğraşıyoruz

**Karbonsuz bir yapılı
çevrenin anahtarı
işbirliğinde yatar**





Beton: altyapının mihenk taşı

Beton, Avrupa'nın karbonsuz geleceğini inşa etmek için kritik öneme sahiptir. Gerek rüzgar türbinlerinin temelleri ve kuleleri, büyük hidro ve gelgit enerjisi projeleri, enerji tasarruflu binalar, yeni ulaştırma altyapıları gerekse de iklim değişikliğine uyumu hedefleyen projeler olsun beton performans, esneklik ve dayanıklılık getirmektedir.

Bununla birlikte, tüm bunlar geçmişteki başarıların veya eşsiz beton kalitesinin rehavetine kapılacağımız anlamına gelmez. Karbonsuz bir yapı çevre elde etmek için değer zinciri boyunca daha fazlasını yapabileceğimizi biliyoruz.





Tüm yapılı çevre değer zincirinin temeline ulaşmak

Çimento ve beton çözümlerinin karbonsuz Avrupa için nasıl etkin katkı sağlayabileceğini; inşaat yöntemimizi nasıl değiştirebileceğimizi; inşaat değer zinciri boyunca teknolojik düşük karbon yeniliklerinin nasıl benimsenebileceğini ve betonun yeniden kullanımını ve geri dönüşümünü nasıl geliştirebileceğimizi değerlendirmek gereklidir.

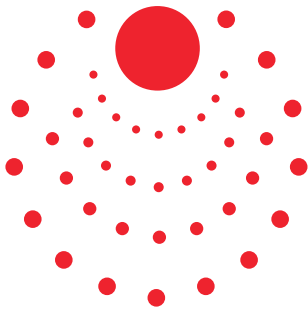
Avrupa sanayisi, yapı sektörü de dahil olmak üzere, karbonsuz, döngüsel olmalı ve rekabetçi olmaya devam etmelidir. Özellikle de küreselleşmiş bir dünyada bu kolay bir görev değildir. Bu yüzden, tüm değer zincirinin somut sonuçlar üretebileceğini göz önünde bulunduran malzeme-nötr ve yaşam döngüsü uygulamasına dayalı bir yaklaşım üzerine odaklanarak fabrika kapılarımızın ötesine bakıyoruz.



5C yaklaşımı: Uyumlu bir Çaba için Çağrı

Avrupa çimento sanayi Avrupa'da karbonsuz bir inşaat sektörü vizyonunu paylaşmaktadır. Ancak şu anda sihirli bir değnek veya mevcut tek bir çözüm yok. Bu yüzden uyumlu bir çaba gerekmektedir: mimarlardan şartname hazırlayanlara, mevzuat düzenleyicilerden standart hazırlayanlara, malzeme üreticilerinden müteahhitlere ve kullanıcılara kadar. Değer zincirinde birlikte çalışan tüm aktörler karbonsuz bir gelecek inşa edebilirler!

Bu maksatla değer zincirimizin tüm kilit unsurlarıyla yapıcı bir tartışma başlatmak ve yürütmek istiyoruz. Bu çerçeveyi **5C (*) yaklaşımı** olarak adlandırıyoruz: klinker, çimento, beton, inşaat ve yapılı çevre ve (yeniden) karbonlaşma.



**KLİNKER
ÇİMENTO
BETON
İNŞAAT
KARBONATLAŞMA**

(*) 5C: Clinker, Cement, Concrete, Construction, Carbonation

Aktörlerin ve değer zinciri unsurlarının bu tür bir kombinasyonu düşük karbon vizyonunun gerçeğe dönüştürülmesine yardım edecektir. Amacımız doğrudan emisyonlarımızın ötesine geçmek ve karbonsuz bir gelecek için çeşitli çözümleri keşfetmektir.



Politikanın Gücü

Avrupa politikası, engellerin aşılmasında ve düşük karbonlu, dögüsel ve rekabetçi bir Avrupa inşaat sektörü yaratılmasında merkezi bir rol oynayacaktır. Düşük karbonlu çimento üretiminin ve düşük karbonlu yeniliklerin uygulanabilirliğinin sağlanmasında ilerici politikalar gerekecektir.

- Diğer bölgelerle ve endüstriyel sektörlerle eşit şartları temin eden;
- Malzeme-nötr ve yaşam dögüsü uygulamasına dayanan;
- Hem arz hem de talep taraflarını entegre eden;
- Büyük ölçekli uygulayıcılar da dahil çığır açan teknolojilerin ve çözümlerin geliştirilmesini destekleyen bir politika çerçevesine ve normatif çerçeveye ihtiyaç duyulacaktır.



5C Yaklaşımı

Karbonsuz bir gelecek için sağlam çözümlerin keşfi





1

Klinker

Klinker, çimento üretiminin belkemiğidir. Esasen, bir fırında ısıtılan ve bu ısı ile dönüştürülen kireç taşı ve minerallerinin karışımıdır. Kireç taşı klinkere dönüştürülürken CO₂ salınır (aynı zamanda proses emisyonu olarak da bilinir).

Kimyasal reaksiyonu başlatmak ve sürdürmek için önemli miktarda ısı ihtiyacı bulunmaktadır ve bu da daha fazla CO₂ emisyonuna yol açar (aynı zamanda yanma emisyonu olarak da bilinir). Klinker ince bir şekilde öğütülür ve çimento yapmak için alçıyla ve sıklıkla da alternatif ham maddelerle karıştırılır.



Geçtiğimiz yıllar boyunca çimento sanayi, doğrudan CO₂ emisyonlarını azaltmak için ağırlıklı olarak dört ana kola yatırım yapmıştır.

• TERMAL VERİMLİLİK

Eski tesisler daha iyi hale getirildikçe veya yenileriyle değiştirildikçe çimento fırınları son derece enerji verimli hale gelmektedir.

Çimento üretiminin enerji yoğunluğu, ham madde rutubet içeriği ve yanabilirlik, yakıt tipleri, tesis ebat dağılımı ve çimento standartları gibi bölgesel özelliklerden etkilenmektedir. Bu değişkenlerden özellikle de daha yüksek termal ikame oranından dolayı CEMBUREAU 2050 itibarıyla 3.300 MJ/ton enerji tüketimi hedeflemektedir.

• YAKIT İKAMESİ

Fosil yakıtlar biyokütle de dahil mineral içeriğinin aynı zamanda kısmen temel ham maddenin yerine geçtiği ön işlemlerle atık ile ikame ettirilmiştir. Alternatif yakıtların ve materyallerin bu artan kullanımı, temel doğal kaynakların kullanımının yanı sıra termal enerji ihtiyaçlarımızla bağlantılı CO₂ emisyonlarının azaltılmasını hedeflemektedir. Konvansiyonel prosesler ile geri dönüşemeyen atık kaynakları (kullanılmış lastikler, belirli plastik tipleri ve kimyasallar gibi) Avrupa çapındaki tesislerdeki çimento fırınlarında birlikte işlenmektedir. 2030 itibarıyla ortalama değişim oranı %60'a kadar çıkabilir. Bazı ülkelerde daha şimdiden %90'ın üzerindedir. Bu da Avrupa çimento sanayisini alternatif yakıtların ve materyallerin kullanımında küresel çapta lider yapmaktadır.

• KLİNKER İKAMESİ VE YENİ KLİNKERLER

Çimentodaki klinker miktarını azaltma çabaları iyi bir şekilde ilerlemektedir ve klinker çimento oranı %76,4'e düşürülmüştür.

Esas zorluk, klinker ikamelerinin sürdürülebilir mevcudiyetinin belirsiz olmasıdır. CEMBUREAU 2050 itibarıyla klinker çimento oranını %70 olarak hedeflemektedir.

• KARBON YAKALAMA

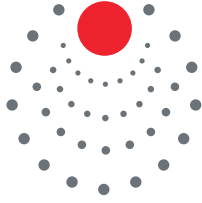
Kilit çığır açan teknoloji karbon yakalama olacaktır. Çimento üretimi ile ilişkili emisyonların çoğu proses emisyonları olduğundan saf CO₂ yakalanabilir ve depolanabilir ya da kullanıma alınabilir. Çimento üretimi sırasında yakalanan CO₂ yeni yakıtlar, karbon fiberler ve kimyasallar için ya da ideal olarak inşaat malzemeleri için ham madde haline gelebilir. Esasen çoklu yakalama teknolojilerinin geliştirilmesiyle ve hem depolama hem de yeniden kullanım üzerine güçlü bir şekilde odaklanmasıyla Avrupa çimento sanayi yakalamada çığır açan teknolojilerin araştırılmasında ve kılavuzluğunda lider konumdadır.

Bununla birlikte bu teknolojilerin (demonstrasyonlar ve pilot projeler başarılı olduğunu kanıtlarsa) AR-GE çabaları ve pazara açılması, önemli yatırımları ve büyük ölçekli uygulayıcıların değer zincirini harekete geçirmelerini ve pazarda kabulü ve (yapmadan ticari olarak yaşama gücünün elde edilemeyeceği) talebi sağlamalarını gerektirmektedir. Çimento sanayi bu tür teknolojilerin yayılması için kamu fonu desteğine ihtiyaç duyacaktır. Bu yüzden başlangıç aşaması için ortak finansman şeklini alabilir.

• OLASI ÇİĞİR AÇAN TEKNOLOJİ

- Yeni tip klinkerler test edilmektedir. Normal klinker üretiminde kullanılan pişme sıcaklığından kabaca 250°C daha düşük olan yaklaşık 1.200°C sıcaklıkta üretilmektedirler. Başarılı olduğu takdirde sonuç prosesi %30 daha az CO₂ yayacaktır.
- CemZero, 2030 itibarıyla kalsinasyon prosesine odaklanan, çimento üretiminin elektrifikasyonunun uygunluğuna bakan İsveç'te gerçekleştirilmiş bir projedir. Bu, İsveç'in toplam emisyonlarının yaklaşık %5 civarında azalmasıyla sonuçlanabilir.
- Norveç'te Nisan 2018'de başlatılan bir yıllık bir ortak çalışma projesi olan inovasyon projesi ELSE, çimento üretim prosesinin kısmen elektrifikasyonunun olasılıklarını ve koşullarını incelemektedir. Sonuç olarak çimento üretiminin elektrifikasyonunun teknik ve ekonomik açıdan yaşatılabilir olması halinde değerlendirilmesi uygulanabilir. Sonuçlar, CO₂ yakalama ile kombinasyon halinde CO₂-nötr enerjinin kullanımındaki potansiyele ilişkin bilgi verecektir. Son ama son derece de önemli, proje bu hedeflerin gerçekçi olup olmadıklarını değerlendirecektir.





**KLİNKER
ÇİMENTO
BETON
İNŞAAT
KARBONATLAŞMA**

Politika nasıl yardımcı olabilir?

Artan alternatif yakıt ve alternatif ham madde kullanımının teşvik edilmesi ve kolaylaştırılması (çimento fırınlarında beraber atık işleme)

- Eşzamanlı enerji geri kazanımı ve materyal geri dönüşümünün bir kombinasyonu olarak **atık yönetimi hiyerarşisinde konumunun tanınması.**
- **Beraber işleme aracılığıyla geri dönüştürülen belediye katı atık oranının değerlendirilmesi için bir metodoloji geliştirmek amacıyla çimento sanayi ile işbirliği yapılması ve dolayısıyla geri dönüşüm hedeflerine katkı sağlanması.**
- bir sanayiye diğerinin üzerinde destekleyen sübvansiyonların kaldırılmasıyla biyokütle atık kullanımı için, ve
- sera gazı emisyonları ve ilgili karbon fiyatlandırma mekanizmaları ile ilişkili,
- Atıktan üretilen yakıtların kullanıcıları arasında eşit şartların sağlanması.
- En iyi uluslararası uygulamalardan esinlenen **alternatif yakıt kullanımı hakkındaki kılavuz ilkeler** setlerinin geliştirilmesi ve tanıtılması ve kalite kontrol için, malzeme kabulü, izlenebilirlik ve etki takibi için operatörlerin yerinde yeterli işlemlere sahip olmalarının sağlanması.

Klinker ve çimento üretimi için yeni geliştirilen ve yenilikçi düşük karbon teknolojilerinin gelişimlerinin ve yayılmalarının desteklenmesi

- Yenilikçi düşük karbon teknolojileri için özel fonlamayı güçlendiren **yatırım mekanizmaları** için ve özel-kamu ortaklıklarının tesisi ile (AB-ETS Yenilik Fonu gibi) çimento sektörünün seçilebilirliğinin sağlanması.
- Karbon sızıntısını engelleyen **uzun vadeli bütüncül politika çerçevelerinin** geliştirilmesi. AB içerisinde yenilikçi düşük karbon teknolojilerinin yaygınlaştırılması için yatırım güvenliği ve uygun ekonomik çerçeveler ön koşullardır.
- **Karbon yakalama ve depolama ve yeniden kullanım (CCS/CCU)**
 - CCS/CCU mevzuat çalışmalarının uluslararası alanda koordinasyonu ve sosyal olarak kabul edilmesini sağlamak için karbon depolama hakkında kamu ile kilit paydaşların eğitilmesi ve bilgilendirilmesi amacıyla çabaları önemli şekilde genişletmek için sanayi ile işbirliği.
- CO₂ taşıma ağlarının altyapı gelişimini optimize etmek için bölgesel, **ulusal ve uluslararası seviyelerde koordinasyonlarının ve demonstrasyonlarının desteklenmesi.**
- Uluslararası işbirliğinin teşvik edilmesi, mesela **Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Anlaşması (UNFCCC)** aracılığıyla güvenli saha seçimi, operasyon, bakım, izleme ve daimi CO₂ depolama onayı için yaklaşımların birbirleriyle uyumlu hale getirilmesi.
- CCU (örnek mineralizasyon) iklim zararlarını azaltma potansiyelinin tanımlanması.





2

Çimento

Çimento sanayi ölçeğinde küçük değişiklikler dahi büyük farklar yaratmaktadır. Daha az klinkerle daha fazlasını yapmak veya klinkeri çimentolarda daha verimli hale getirmek çok başarılı olmuştur ve daha az karbon yoğunluğunda diğer elementleri aktif hale getirmek üzerine yapılan çalışmalar çok umut vaat etmektedir.

DÜŞÜK-KLINKERLİ ÇİMENTO ÜRETİMİ

Çimento sanayi, CO₂ emisyonlarını azaltmak için sürekli olarak çimento içerisindeki klinker içeriğini azaltmakta ve yerine uçucu kül, yüksek fırın cürufu, puzzolan ve kireç taşı gibi diğer aktif elementleri koymaktadır.

Avrupa sanayinin dekarbonizasyonunun, uçucu kül ve yüksek fırın cürufu gibi alternatif malzemelerin mevcudiyeti üzerinde etkisi bulunacağını vurgulamak önemlidir.

Ayrıca Avrupa'da kalsine kilin sınırlı miktarda bulunması, henüz dekarbonizasyon hedefinde istikrarlı bir yol benimsememiş dünyanın diğer kısımlarıyla kıyaslandığında Avrupa'daki çimentonun klinker içeriğinin daha fazla azaltılmasına kısıtlamalar getirmektedir.

YENİLİKÇİ BAĞLAYICILARIN GELİŞTİRİLMESİ

Klinkerin diğer aktif elementlerin kullanımıyla değiştirilmesinin yanı sıra çimentoda/klinkerde kullanılan ham maddelerde daha temel değişiklikler de geliştirilme aşamasındadır. Bugün daha değişik, daha düşük karbon yoğunluklu ham madde karışımları ve klinker tipleri geliştirilmekte, test edilmekte veya zaten kullanılmaktadır.



Portland klinkeri yerine mesela kalsine kil, demir, boksit bazlı yeni materyaller farklı ham maddelerin bulunduğu bölgelerde daha düşük karbonlu ve gerçekçi çözümler sunabilirler.

Klinker bazlı çimento betona dayanıklılık, güvenlik ve mukavemet sağladığından çimento sanayi araştırmalarını diğer ham maddelerin dayanıklılık ve mukavemet üzerine etkilerini ayrıntılı bir şekilde değerlendirmeye yönlendirmiştir.

Çimento sanayi aynı zamanda düşük CO₂ bağlayıcıların geliştirilmesi için potansiyeli de araştırıyor. Solidia cement, Eco-Binder, Celitement gibi projeler daha az kireçtaşı, daha düşük klinker pişme sıcaklığı ve daha düşük öğütme enerjisi gereksinimleri kullanılarak klinker üretiminde yaklaşık %30 daha az CO₂ emisyonuna götüren teknolojileri araştırmaktadır.

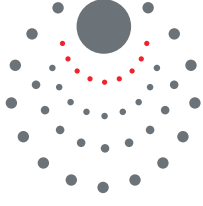
ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Çimento sanayi, yeni ikame ve katkı maddelerinin test edilmesinin yanı sıra farklı çimento tiplerinin performanslarını geliştirmek için öğütme ve karıştırma metotlarını sürekli geliştirmektedir.

Öğütme teknolojisinde değişim dikey valsli değirmen ve roller pres ile daha geniş öğütmeyi, yüksek verimli seperatörler, bilyeli değirmenin çalışma parametrelerinin optimizasyonunu kapsamaktadır ve aynı zamanda ufalanma, partikül ebadı dağılımı, nakliye ve farklı materyallerin sınıflandırması için farklı konseptlerin analiz edilmesiyle potansiyel gelecek teknolojiler üzerinde de Ar-Ge çalışmaları yapılmaktadır.







KLİNKER
ÇİMENTO
BETON
İNŞAAT
KARBONATLAŞMA

Politika nasıl yardımcı olabilir?

Klinkerin verimli kullanımının ve klinker-çimento oranının düşürülmesinin teşvik edilmesi ve kolaylaştırılması

- Potansiyel klinker ikame maddeleri için işleme tekniklerinin ve performans testlerinin geliştirilmesi amacıyla Ar-Ge fonuna destek ve erişim sağlanması.
- Son uygulamada ürün güvenilirliğini, emniyetini ve dayanıklılığını sağlarken yeni çimentoların daha yaygın kullanımına olanak sağlayan inşaat yasalarının yanı sıra çimento ve beton için standartların geliştirilmesi hakkında CEN çalışmalarının desteklenmesi.
- Ham maddelere erişimi kolaylaştırmak, atık ve yan ürün geri dönüşüm politikalarını geliştirmek.
- İnşaat malzemelerinin izlenebilirliği/etiketlenmesi/etik ve sorumlu alımının sağlanması.
- Teknik olarak uygun olması
- Klinker ikame maddelerinin sürdürülebilir mevcudiyetinin bulunması
- Basit bir şekilde ürün ayak izi veya ara ürün etkileri üzerine odaklanmak yerine bir yaşam döngüsü yaklaşımı uygulanması şartıyla
- Satın alma ve kamu ihale politikalarında düşük klinkerli çimentoların kullanımını arttırmak.
- İnşaat ürünlerinde klinkerin verimli kullanımı, çimento ve beton standartları ve çevre ve ekonomik etkiler üzerine deneyimleri paylaşmak için uzmanlar, araştırma enstitüleri ve inşaat sektörü ile eğitim etkinliklerinin desteklenmesi.



Çimento üretimi için yeni geliştirilen ve yenilikçi düşük karbon teknolojilerinin gelişimlerinin ve yayılmalarının desteklenmesi

- Temiz enerji yatırımlarını ve yerel enerji şebekelerinde esneklik hususunun ödüllendirilmesi, mesela mali teşvikler veya AIGK (Atık Isı Geri Kazanımı) çeviriminde başlangıç desteği.
- Ar-Ge'nin farklı mevcut ve yeni çıkan öğütme teknolojilerine genişletilmesi ve bu işlemin enerji verimliliğinin artırılması.

Yeni çimentolar için demonstrasyon, test ve erken aşama araştırmalarının desteklenmesi ve büyük ölçekli demonstrasyon projelerinin ve teknik standartların geliştirilmesi





3

Beton

Çimento, betonda başlıca bağlayıcı olarak kullanılır. Unutulmamalıdır ki, ister geleneksel ister yenilikçi, hangi tip kullanılırsa kullanılsın, beton, ahşap (özellikle yapıştırılmış lamine ahşap), çelik veya tuğla gibi diğer inşaat malzemeleri ile kıyaslandığında düşük gömülü CO₂'ye sahiptir. Ayrıca, birkaç başka malzeme daha betonu oldukça enerji verimli bir yapı malzemesi yapan yüksek termal kütle, yanı sıra çok yönlülük, esneklik, güvenlik ve dayanıklılık sağlar. Dayanıklılığı sayesinde beton yapılar, 100 yıl veya daha uzun süre ayakta kalabilmektedirler ve bu da daha kısa ömürlü yapı malzemeleri ile kıyaslandığında kaynakları ve emisyonları dramatik bir şekilde azaltıldığı anlamına gelmektedir. Son olarak sayılsa da, son derece önemli olan bir başka özellik ise betonun ömrünün sonunda %100 geri dönüştürülebilir olmasıdır.

Bununla birlikte, düşük klinker içeren çimento kullanımı, beton karışımında daha fazla agrega kullanımı, mineral katkı malzemeleri ile ince ayar yapılarak çimentonun daha da verimli kullanılmasıyla, betonda aynı performans ve dayanıklılık sağlanırken ton beton başına karbon ayakizi daha da düşürülebilir.

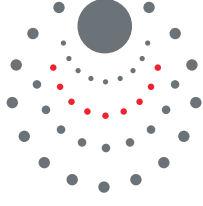


CO₂ emisyonunu düşürmek için betonun potansiyelini daha fazla güçlendirmek amacıyla gerçekleştirilen çabalar mevcuttur.

- Gerek betonda ilave mineral katkı olarak gerekse de katkılı çimentoda ana bileşen olarak **yüksek fırın cürufu veya uçucu külün kullanımı** beton üretimi ile ilişkili genel sera gazı emisyonlarını belirgin bir şekilde azaltabilir.
- **Karışım bileşenlerini optimize etmek** için kimyasal katkılar kullanarak su kullanımında net gelişim ve betonun küresel ısınma potansiyelinde azalma %10-20 kadar yüksek olabilir.
- **CO₂ ek mukavemete ve dayanıklılığa sahip geri kazanılmış agregalardan yapılmış beton** imalatında kullanılabilir. Bu, betondaki CO₂'yi kilitleyen bir kimyasal dönüşümü tetikleyen kontrollü kür odasında agregaları çok yüksek seviyelerde CO₂'ye maruz bırakmak suretiyle yapılır. Bunlar karbonatlaşabilen bağlayıcılar olarak adlandırılır.

Bu bağlayıcılar geliştirilmekte ve bir takım uygulamalarda pazar testleri yapılmaktadır. Su ile sertleşen geleneksel hidrolik bağlayıcıların aksine karbonatlaşabilen bağlayıcılar baca gazlarından çıkan CO₂ ile çok daha yüksek hızda (1 gün kadar az) sertleşirler.

- Solidia gibi teknolojiler, yenilikçi klinker bileşimlerini kullanarak çimento üretimi sırasında 250 kg CO₂/ton'a kadar tasarruf sağlayabilir ve betonda 300 kg CO₂'e kadar depolama yapabilir (kullanılan çimento tonu başına). Bu bir ton beton başına %50-60 CO₂ tasarrufuna eşittir.



KLİNER
ÇİMENTO
BETON
İNŞAAT
KARBONATLAŞMA

Politika nasıl yardımcı olabilir?

- "Her malzemeye eşit" yaklaşan kamu ihale politikaları gibi sürdürülebilirlik standartlarını ve düzenlemelerini gözden geçirin, güçlendirin ve uygulayın. Tek tek yapı bileşenlerine değil tüm yapı performansına bakarak "sağlıklı" bir yaklaşım benimseyin.
- Mimarların/mühendislerinin düşük karbonlu beton karışımlarının uygulanabilirliği ve bina ve altyapıdaki verimli tasarım fırsatları konusunda yeterli seviyede eğitilmeleri.
- Farklı çimento ve beton tiplerinin verimli ve anlamlı bir şekilde kullanılması için mühendislerin ve müteahhitlerin yeterli seviyede eğitilmeleri.

Ayrıca yapı çevrelerde karbonsuzluk, inşaat değer zinciri boyunca işbirlikçi bir yaklaşım gerektirmektedir:





4

İnşaat ve Yapılı çevre

AB'deki CO₂ emisyonlarının %36'sından ve enerji tüketiminin %40'ından binalar sorumludur. Bu nedenle emisyon azaltımlarının sürekli bir şekilde sürdürülmesi için binaların ve altyapıların tüm yaşam döngülerine bakmak gereklidir. Esasen çimento ve betondan yapılmış binalar yaşamları boyunca CO₂ tasarrufunda bulunabilirler.

2050 itibarıyla Paris Anlaşmasının 2°C Senaryosunu karşılamak için bina sektörü bir bütün olarak tamamen karbonsuzluğa doğru hareket etmelidir. Global Alliance for Buildings & Construction (Küresel Bina ve İnşaat İttifakı), sıfıra yakın enerji binaları (nZEBs), kapsamlı yenileme, daha iyi bina yönetimi ve düşük karbonlu enerji üretimi de dahil bunu yakalamak için mevcut çeşitli vasıtaları belirlemiştir. Bunların her birinde çimento ve beton çok önemli bir rol oynamaktadır.

VERİMLİ ISINMA VE SOĞUTMA İÇİN BETON

Geleneksel binalar 150-200 kWh/m²/yıl enerji kullanır. Buna karşı günümüzün beton binaları, termal kütle, uzun ömürlü hava sızdırmazlığı ve diğer önlemler sayesinde 50 kWh/m²/yıl veya daha az kullanmak üzere tasarlanabilirler. "Termal kütle" betonun, ısınma ve soğuma için daha az enerji kullanımına öncülük eden ve daha rahat kapalı alanlar sağlayan eşsiz enerji depolama ve günlük döngüde bırakma yeteneğini ifade etmektedir. Betonun içine gömülü borular aracılığıyla ısıtma ve soğutmanın dağıtıldığı termal olarak aktif hale getirilmiş beton termal kütle etkisini daha da geliştirmektedir. Yine de termal kütlenin kazanımları binanın tipine ve konumuna göre değişmektedir, ısınmada %5 ile soğutmada %20 arasında tasarrufa yardımcı olabilir. Termal olarak aktif hale getirilmiş betonda neredeyse iki kat kadar enerji tasarrufu sağlanabilir.

Avrupa yenilenebilir kaynaklara geçerek elektriğini karbondan arındırırken ve binalar artan bir şekilde gazdan ziyade verimli, elektrik tahrikli ısı pompaları ile ısıtılıp soğutulmaya başlandığından, beton bu düşük karbon enerjisinin üstünlüğünden en iyi şekilde faydalanma imkanı sunmaktadır. Bunun nedeni, binaları daha fazla enerji verimli yapmanın yanı sıra beton binaların termal kütlesinin, enerji depolamak için kullanılabilmesi ve istikrarsız yenilenebilir enerji kaynaklarının talebe göre daha iyi eşleştirilebilmesidir. Bu "talep katılımı" olarak bilinmektedir.

The Concrete Initiative (Beton İnisiyatifi) tarafından yapılan bir araştırmada, binaların termal kütlesi ile sağlanan esnekliğin hem elektrik şebeke seviyesinde (en yüksek talepleri %50'ye kadar kapsayarak aşırı kapasite için gereken ihtiyacı düşürmek suretiyle) hem de münferit binalarda, yenilenebilir enerjinin daha yüksek penetrasyonu ve CO₂ emisyonunda azalma ile sonuçlanarak (yapı başına %25'e kadar CO₂ tasarrufu) önemli seviyede tasarrufa öncülük edebileceğini göstermiştir.

UZUN ÖMÜRLÜ BETON YAPILAR

Mevcut binaların yenilenmesine gelince beton tercih edilen malzemedir. Dayanıklılığı sayesinde beton yapılar yeniden inşa edilme gereği duyulmadan birçok yenileme döngüsüne dayanabilir. Bu kapsamda, daha enerji verimli yapmak için bina stokunun tamamen yenilenmesinin, pek çok durumda ekonomik, enerji verimliliği ve sosyal bakış açısında tercih edilebilecek seçenek olan, aynı zamanda yeniden inşasını da içerdiğini unutmamak önemlidir.

AKILLI BETON

Gelinen en son düzeyde "daha iyi bina yönetimi" hem kullanıcı davranışını hem de otomasyon ve kontrolleri kapsamaktadır. Yukarıdaki örnekte verildiği gibi, termal olarak aktif hale getirilmiş beton aracılığıyla ısıtma ve soğutmanın, akıllı elektrik şebekesi ile iletişim

kurmak suretiyle "akıllı" (otomatikleştirilmiş) kontrolü, arz ve talep yönetiminin en iyi yöntemlerinden biridir ve üretilen tüm yenilenebilir enerjiyi tamamen kullanır.

YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜRETİMİ VE DÜŞÜK CO₂ NAKLİYE ÇÖZÜMLERİ

Yukarıda verilen beton binaların tüm ömürlerinde CO₂ tasarrufu tanımı, dayanıklılığı ve esnekliği sayesinde aynı zamanda altyapı için de uygulanabilir. CO₂-tasarrufu barajlar ve rüzgar çiftlikleri gibi yenilenebilir enerji altyapılarında beton olmadan mümkün değildir, beton köprüler ve tüneller araçlardan çıkan emisyonları azaltmaktadır.

YENİLİKÇİ BETON ÇÖZÜMLERİ

Eğer inşaat sektörü karbonsuz hale gelecekse, inşaatte teknoloji ve yenilik ile yapı çevrenin kullanımı önemli bir rol oynamalıdır. Bu nedenle yukarıda tanımlanan yaşam döngüsü emisyonlarının azaltılması için daha geleneksel katkılara ilaveten çimento ve beton sektörü CO₂ tasarruflarını arttırmak için yenilikler getirmeye devam etmektedir.

Mesela diğer Avrupa sanayileri ve servisleri gibi inşaat sektöründen de dijitalizasyon ile dönüşüm beklenebilir. Sanayileşmiş üretim ve 3 boyutlu baskı sayesinde daha fazla duyarlılıkla, elektronik çiplerin entegrasyonu sayesinde tedarik zincirinin optimizasyonu, inşaat sektöründe karbon emisyonları daha da aşağıya çekilecektir.

Ayrıca bir binanın ömrünü düşünürken mimarlar aynı zamanda inşaatte daha fazla modülerlik sağlayan tasarımları geliştirmek için yenilik yapmaktadırlar.

Bu, bir binanın kullanım ömrü boyunca yeni kullanımlara uyarlanabileceği anlamına gelmektedir. Sonuç olarak yapı elemanları veya tüm binalar dahi modüler ve yeniden kullanılabilir hale getirilebilir. İhtiyaç duyulan malzeme miktarını azaltan, atıkları azaltan ve malzeme verimliliğini artıran çözümlerin kullanımının artması beklenebilir. Beton bu amaçlar için tercih edilen bir malzeme olduğunu kanıtlamıştır.

- Avusturya'daki çeşitli pilot projeler, yenilenebilir enerji bulunduğunda üretilen fazla enerjiyi depolamak için betonun kullanım verimliliğini göstermiştir, dolayısıyla yenilenebilir enerji yoğunluklarından tamamen faydalanarak binaların yıl boyunca neredeyse hiç ısıtma masrafları olmadan idare edilmesi sağlanmaktadır.
- Beton duvar panellerin Finlandiya Raahe'deki Kummatti toplu konutlarının rehabilitasyonunda yeniden kullanılması inşaat maliyetlerinde %36 tasarrufla sonuçlanmıştır.
- Berlin yakınlarındaki Mehrow yerleşiminde, yeni evlerin inşası için "Plattenbau" inşaat tekniği kullanılarak inşa edilmiş istenmeyen binalardan çıkan prekast beton elemanlarının yeniden kullanımı sağlanmaktadır. Proje, maliyette %30 azalma ve binanın CO₂ ayak izinde de belirgin bir azalma ile sonuçlanmıştır.







KLİNKER
ÇİMENTO
BETON
İNŞAAT
KARBONATLAŞMA

Politika nasıl yardımcı olabilir?

- Binalarda Enerji Performansı
Direktiflerinin (EPDB) ulusal düzeyde uygulanmasıyla, enerji performans hesaplamalarında termal kütlenin hesaplanması da dahil olmak üzere, Avrupa'daki binaların enerji kullanımını azaltmaya sürekli odaklanın.
- Kullanım evresi ve ömrünü tamamlayan binaların ve altyapı uygulamaları da dahil olmak üzere, yapılı çevrenin karbon nötrlüğünü elde etmeyi amaçlayan bina yönetmeliklerini ve özelliklerini tekrar gözden geçirin, güçlendirin ve uygulayın.
- Entegre, akıllı ve karbonsuzlaştırılmış enerji şebekesi ve bina stoku tasarlarken yapısal termal enerji depolamanın faydalarından yararlanın.



5

(Yeniden) Karbonatlaşma

Çimento hakkında az bilinen bir gerçek, karbon yutağı olduğudur!

DOĞAL REAKSİYON

Beton veya harçlarda kullanılan hidrate çimento, kullanım ömrü boyunca doğal olarak (yeniden) karbonatlaşma olarak bilinen süreçte CO₂ absorbe eder, dolayısıyla da atmosferden karbonu uzaklaştırır.

Bu, CO₂'yi kalıcı olarak kilitleyerek istikrarlı ve uzun vadeli bir CO₂ depolama çözümü sağlar. Bu süreç, gözenek yapısının yoğunluğunu artırarak beton mukavemetini dahi arttırabilir. İnşa edilmiş bir yapı ömrü boyunca, çimento üretimi ile ilişkili proses emisyonlarının %25'ine kadarını absorbe edebilir.

Her ne kadar henüz ülkelerin sera gazı emisyon envanterlerinde değerlendirmeye alınmamışsa da Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) karbon giderme için (yeniden) karbonatlaşma fenomenini kabul etmektedir. Son çalışmalar göstermiştir ki bütün olarak bina stoku tarafından absorbe edilen CO₂ miktarının sağlam bir şekilde hesaplanması mümkündür.

Çimento sanayi şu anda uygun küresel bir metodoloji geliştirmek üzerinde çalışmaktadır. Bu metodoloji, Beton karbonatlaşması sayesinde bir ülkenin CO₂ gidermesine izin verecektir.

DAİMİ DEPOLAMA İÇİN TASARIM

Yapılı çevrede beton, daimi karbon depolama için fırsatlar sunmaktadır. (Yeniden) Karbonatlaşma ile CO₂ tutulumu havaya maruz kalan beton yüzeyler için doğal bir süreçtir. Betorname, karbonatlaşmanın, yapının ömrü boyunca yavaşça yıkım ve parçalamadan sonra daha hızlı bir şekilde meydana geleceği şekilde tasarlanmıştır (destek demirlerinin korozyonunu engellemek amacıyla). Ancak geliştirilmiş inşaat ve yıkım atıkları yönetiminin yanı sıra inşaat elemanlarının geri dönüşümü için yenilikçi tasarım (yeniden) karbonatlaşma potansiyelini maksimize edebilir.



Stockage de CO₂ par carbonatation du béton recyclé

FASTCARB PROJESİ

(Geri kazanılmış beton agreganın hızlandırılmış karbonlaşması
www.fastcarb.fr) çeşitli firmaları
ve araştırma enstitülerini (21
ortak) bir araya getiren bir işbirliği
projesinin amacı:

- makul bir maliyetle endüstriyel ölçeğe aktarılabilen bir çözüm elde etmek amacıyla laboratuvar koşulları altında hızlandırılmış karbonlaşma sürecini optimize etmek ve
- sürecin endüstriyel koşullar altında kullanılabileceğini göstermek (özellikle de bir çimento üretim tesisinde bir pilot test)



**KLİNKER
ÇİMENTO
BETON
İNŞAAT
KARBONATLAŞMA**

Politika nasıl yardımcı olabilir?

- IPCC karbon giderme için karbonatlaşma fenomenini kabul ettiğinden ülkeler üretilen tüm çimentoların ortalama net emisyonlarını hesaplamak için CO₂ gidermenin dahil edilmesi amacıyla uygun küresel bir metodoloji kullanmalıdırlar.





Çığır açan teknolojilerde ilerlememiz

Bazı araştırma projeleri ve potansiyel çığır açan teknolojilerin teknoloji uygulayıcıları hakkında daha fazla bilgi bulabileceğiniz:

- **Norcem CCS:** CO₂ yakalama uygulayıcısı
- **ECRA:** oxyfuel projesi (CCS/U optimizasyonu için gaz CO₂ zenginleştirme)
- **CEMCAP:** CO₂ yakalama teknolojisi
- **CLEANER:** kalsiyum döngü işlemi kullanarak CO₂ yakalama
- **LEILAC:** doğrudan CO₂ ayırma



ECRA CCS projesi Avusturya ve (Retznei) ve İtalya'da (Colleferro) iki pilot tesiste daha fazla yakalama için yüksek CO₂ konsantrasyonlu egzoz gaz akışı sağlamak amacıyla atık gazın yeniden dolaşımı ile kombinasyon halindeki hava yerine saf oksijen kullanılan oksijen yakıtlı teknolojinin tanıtımını hedeflemektedir.

<https://ecra-online.org/research/ccs/>

Yeni çimento için, esas devam eden araştırma projeleri:

- **SOLID LIFE:** yeni hidrolik olmayan bağlayıcı
- **AETHER:** daha az kireçtaşı, düşük sıcaklık, daha az enerjili çimento
- **CELITEMENT:** yenilikçi çimento üretimi süreci
- **ECO BINDER:** yeni düşük CO₂ bağlayıcılara dayanan yalıtkan beton sistemleri



Atık gazdan CO₂ 'yi son uçta ayıran yakım sonrası teknolojileri kullanan Norcem's Brevik CCS projesi, Norveç hükümetinden yeni finansal destek almıştır.

www.norcem.no/en/carbon_capture



CLEAN clinKER by calcium looping for low-CO₂ cement

CLEANER CO₂ yakalama için Kalsiyum Döngüsü (CaL) işleminde ilerlemeyi hedeflemektedir. Projenin çekirdek faaliyeti, Vernasca'da (İtalya) Buzzi Unicem tarafından işletilen çimento tesisinde CaL uygulama sisteminin tasarımı, inşası ve çalıştırılmasıdır. Çimento tesisinin atık gazının bir kısmından CO₂ yakalanır. Daha sonra depolama sahasına nakledilir ya da yeniden kullanılır.

www.cleanker.eu/home-page-it

NORCEM
HEIDELBERGCEMENT Group



CEMCAP

ECRA
european cement research academy

CLEAN KER
CLEAN clinker by calcium looping for low-CO₂ cement



Çimento sektörü aynı zamanda, işlenen malzemeyi dolaylı yoldan ısıtıp proses emisyonlarını ayırmak suretiyle saf CO₂ yakalanmasını sağlayarak geleneksel kalsinatörlerin süreç akışını yeniden planlayıp düzenleme çabasındaki **Doğrudan Ayırma teknolojisinin** gelişimine odaklanmak için kireç sanayisi ile işbirliği yapmaktadır (**LEILAC projesi**).

<https://www.project-leilac.eu>



CEMCAP projesi Horizon 2020 tarafından fonlanan bir projedir. Ana hedefi **Avrupa çimento sanayinde büyük ölçekli CO₂-yakalama uygulamasına temel hazırlamaktır**. Oksi-yakıt ve yanma sonrası yakalama uygulamasına odaklanmaktadır. Ayrıca oksi-yakıtlı tesis için özel bir klinker soğutucu tasarlanıp yapılacaktır.

www.sintef.no/projectweb/cemcap

© Copyright: CEMBUREAU
N° Editeur: D/2018/5457/October



www.cembureau.eu

CEMBUREAU tarafından yayınlanmıştır
The European Cement Association
Rue d'Arlon 55 - BE-1040 Brussels Tel: +32 2 234 10 11
secretariat@cembureau.eu



Nisan 2019

Bu kitap, CEMBUREAU izni ile TÇMB (Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği) tarafından Türkçeye çevrilmiştir.
Tepe Prime A Blok Kat: 18-19
Eskişehir Devlet Yolu (Dumlupınar Bulvarı) 9. km No: 266 06800 ANKARA/TÜRKİYE
Tel : +90 312 444 50 57
Fax : +90 312 265 09 06
e-mail: info@tcma.org.tr
www.tcma.org.tr