

GCCA'nın Katkılı Çimento ve Tamamlayıcı Çimentomsu Malzemeler Hakkındaki Politika Belgesi

Global Çimento ve Beton Birliği tarafından hazırlanmıştır

İçindekiler

Görüş Beyanı	2
Terimler Sözlüğü	3
Giriş	4
SCM'lerin Bulunabilirliği	4
SCM'lerin kalitesi ve SCM'leri içeren ürünler	6
SCM'lerin kullanımıyla ilgili standartlar ve şartnameler	6
İnşaat Müşterilerinin, Müteahhitlerin ve Tasarımcıların Rolü	7
Özel Sürdürülebilirlik Faydaları	7
Politika Tavsiyelerimiz: Uygun Politika Koşullarının Sağlanması	8
GCCA Taahhütleri	9

Görüş Beyanı

Karbon ayak izini azaltmak için kanıtlanmış bir teknoloji olarak Tamamlayıcı Çimentomsu Malzemelerin (SCM) kullanımını, GCCA Üyeleri tarafından kabul edilip teşvik edilmektedir. Bu amaçla tedarik zincirleri, GCCA Betonun Gelecekteki Küresel Yol Haritasında¹ (*Ed: Sayfa 10'daki Betonun Geleceği raporuna yol haritası grafiğini ekleyin*) ve ulusal çimento ve beton Yol Haritalarında 2050 yılına kadar net sıfır karbon emisyonuna ulaşılmasına önemli bir katkı sağlamaktadır. Birçok SCM, diğer sektörlerin yan ürünleri ve atıkları olduğundan, bunların kullanımı betonun döngüsel olma ehliyetini de artırmaktadır.

Birçok bölgede SCM'lerin kullanımı yeni değildir. Örneğin ABD'de SCM'ler, 100 yıldan uzun bir süre önce beton baraj yapımında genel maliyet ve teknik nedenlerle (yani hidrasyon ısısını düşürmek için) kullanılmıştır. Kullanılan SCM beton karışımlarının uzun süreli performansı, bugün halen hizmette olan erken dönemde inşa edilen baraj yapılarının performansı ile kanıtlanmıştır. Karbonsuzlaştırmanın bir öncelik olduğu günümüzde, yeni yapılarda SCM'lerin kullanılması için başka bir neden daha vardır.

Bazı ülkelerde SCM'lerin bir projede kullanımı, destekleyici politikalardan, standartlardan, düzenlemelerden ve şartnamelerden oluşan bir çerçeve aracılığıyla zaten devreye alınmıştır. Bu durumda SCM'leri içeren çimento ve beton ürünlerin yaygın olarak bulunmasıyla sanayinin buna yanıt verdiği gösterilmiştir. SCM'lerin küresel çapta kullanımını artırmak için, etkinleştirme çerçevesi daha yaygın bir şekilde uygulanmalı ve benimsenmelidir. Zaman içinde çerçeve gelişmeli ve bu, standartların güncellenmesini ve uygun durumlarda performansa dayalı yaklaşımların kullanımının artırılmasını içermelidir.

Tamamlayıcı Çimentomsu Malzeme, katkılı çimentoya dâhil edilebilir ve/veya beton santralinde eklenebilir. Bunların her ikisi de uygun gerekliliklerle destekleyici çerçevede tanınmalıdır.

GCCA ve üyeleri aşağıdaki taahhütlerde bulunmaktadır:

1. ARAŞTIRMA: Standartları değiştirmeye ve performansa dayalı yaklaşımları artırmaya yönelik kanıtlar da dâhil olmak üzere, çimento ve beton ürünlerinde SCM kullanımını artırmaya yönelik araştırmalar yapmak,
2. STANDARTLARLA İLGİLİ EYLEMLER: Betonun temel özellikleri, özellikle emniyet ve dayanıklılığı korunarak, çimento/beton bileşimlerinde daha fazla esneklik elde etmek için değer zincirindeki paydaşlarla ve bilhassa standardizasyon kuruluşlarıyla aktif olarak iletişim kurup çalışmak,
3. TEDARİK: SCM kullanan çimento ve betonların tedarikini devam ettirip genişletmek,
4. EĞİTİM: Paydaşların katkılı çimentolar ve SCM'ler konusunda farkındalığını ve teknik bilgisini artırmak için akademik kanallar da dâhil olmak üzere, destekleyici bilgiler bulup temin etmek,
5. SAVUNUCULUK: Kanıtlanmış bir kaldıraç olan katkılı çimentolar ve SCM'lerin kullanımı da dâhil olmak üzere, resmi kurumların tüm karbonsuzlaştırma kaldıraçlarını teşvik eden düşük karbonlu/yeşil tedarik planları sunmaları için savunuculuk yapmak.

¹ Küresel Çimento ve Beton Birliği. (2020) Net Sıfır Emisyonlu Beton İçin GCCA 2050 Çimento ve Beton Sanayi Yol Haritası. <https://gccassociation.org/concretetofuture/wp-content/uploads/2022/10/GCCA-Concrete-Future-Roadmap-Document-AW-2022.pdf>

Terimler Sözlüğü

Eklemler, Dolgu Maddeleri, İkame Malzemeler, İkincil Çimentolu Malzemeler: Tamamlayıcı çimentomsu malzemelere bakınız.

Bu dokümanda tamamlayıcı çimentomsu malzeme (SCM) terimi kullanılacaktır.

Katkılar: Çimento ve/veya beton üretimi sırasında bunların özelliklerini veya üretim süreçlerini iyileştirmek için eklenen kimyasal bileşiklerdir. Katkılar, çimento ve beton performansını iyileştirerek karbon ayak izlerini azaltmaya yardımcı olur. ABD’de, çimentoda kullanılan katkıların (burada tanımlandığı gibi) proses katkıları veya işlevsel katkıları olarak adlandırıldığını kaydetmek isteriz.

Bağlayıcı madde (tanım):

Bağlayıcı madde, suyla kimyasal reaksiyona girerek (hidrasyon) sertleşen bir malzemedir. Hidrasyon reaksiyonu sonucunda sert bir katı kütle meydana gelir.

Bağlayıcı madde (malzeme örnekleri):

Bağlayıcı madde, betondaki tüm malzeme anlamına gelir, örneğin Portland çimentosu, uçucu kül, öğütülmüş yüksek fırın cürufu (ggbs), doğal puzzolanlar ve yerel yetki bölgesinde çimento malzemesi olarak kullanılmasına izin verilen diğer puzzolanlar. Cüruf çimentosu (Portland çimentosu ve ggbs), Portland Kireçtaşı çimentosu (Portland çimentosu ve öğütülmüş kireç taşı) ve Portland Puzzolan Çimentosu (Portland çimentosu ve puzzolan) gibi bu malzemelerden ikisini veya daha fazlasını içeren çimentolara da bağlayıcı madde denir.

Katkılı çimento veya kompozit çimento:

Katkılı veya kompozit çimentolar, Portland klinkerinin SCM'lerle (puzzolan, öğütülmüş yüksek fırın cürufu, öğütülmüş kireç taşı vs.) karıştırılması veya öğütülmesiyle üretilir.

Klinker:

Klinker, Portland çimentosu imalatının ara ürünüdür. Çoğunlukla kalsiyum silikatlardan, alüminyum ve demir içeren diğer fazlardan oluşan bir hidrolik malzemedir. Klinker genellikle 1450oC civarındaki sıcaklıklara sahip döner fırında kalsiyum, silika, alümina ve demir karışımının sinterlenmesiyle yapılır. Bu elementler geleneksel olarak kireç taşı, kum ve kilden elde edilir. Bu elementleri içeren atık malzemelerin kullanımı sanayide yaygın olarak kabul görmektedir. Çimento üretmek için klinker, kalsiyum sülfat ve üreticinin tercihinine göre tamamlayıcı çimentomsu malzemeler ve çimento katkı maddeleri (veya proses katkıları) olarak bilinen diğer bileşenlerle öğütülür.

Çimento:

Çimento hidrolik bir bağlayıcıdır, yani su ile karıştırıldığında sertleşen bir macun oluşturan toz halinde bir malzemedir. Çimento, Portland klinkerinin kalsiyum sülfatla öğütülmesiyle üretilir ve farklı miktarlarda tamamlayıcı çimentomsu malzemeler ve çimento katkı maddeleri (veya proses katkıları) içerebilir. "Katkılı çimento" bir SCM içerir.

Çimento suyla ve kumla karıştırıldığında harç oluşur. Suyla, kumla ve iri agregayla karıştırıldığında ise beton oluşur.

Klinker / çimento oranı:

"Klinker/çimento oranı", çimentodaki klinker miktarını belirtir.

Klinker / bağlayıcı madde oranı:

"Klinker / bağlayıcı oranı", betonda veya harçta bağlayıcı maddedeki (veya çimentomsu malzeme bileşenindeki) klinker miktarını ifade eder.

Tamamlayıcı Çimentomsu Malzemeler (SCM):

Tamamlayıcı çimentomsu malzemeler, hem doğal olarak oluşan hem de sanayide yan ürün malzemelerinden oluşan geniş bir yelpazedir. Bu malzemeler, CO₂ ayak izini azaltmak, çimento ve betonun performansını değiştirmek için, katkı çimento üretiminde veya betonuna bileşen olarak eklenir. Uçucu kül ve öğütülmüş yüksek fırın cürufu (ggbs) gibi bazı tamamlayıcı çimentomsu malzemeler, diğer sanayilerin yan ürünleri ve atıkları olup, bunların çimento ve betonda kullanımı döngüsel ekonomiye katkıda bulunur. Yaygın olarak kullanılan diğer SCM'ler arasında öğütülmüş kireç taşı, doğal puzolanlar, kalsine edilmiş kil ve doğal malzemelerin kalsine edilmesiyle elde edilen diğer yapay puzolanlar yer alır. Geri dönüştürülmüş beton da SCM olarak kullanılabilir. Yenilikçi süreçler ve malzemelerle yeni SCM'ler elde edilebilir.

Daha fazla bilgi için: <https://gccassociation.org/cement-and-concrete-innovation/clinker-substitutes/>

Giriş

Beton dayanıklılık, sağlamlık, ulaşım imkânının geniş olması ve kullanım kolaylığı gibi doğal özellikleri nedeniyle en çok kullanılan insan yapımı malzemedir. Birçok ülkede diğer sanayilerin yan ürünleri (kömürle çalışan elektrik santrallerinden çıkan uçucu kül ve demir üretiminden çıkan öğütülmüş yüksek fırın cürufu (ggbs)), doğal malzemeler (puzolanlar, öğütülmüş kireç taşı) ve kalsine edilmiş kil gibi tamamlayıcı çimentomsu malzemelerin, klinker/çimento oranını düşüren katkı çimentonun bir kısmı olarak kullanılması ya da klinker/bağlayıcı madde oranını düşürmek için betonda çimentolu malzemelerin bir kısmı olarak kullanılması yaygın bir uygulamadır. Çimentolu malzemelerin SCM yüzdesi mevcut malzemelere, bunların reaktiflik durumuna, yerel standartlara veya proje şartnamelerine ve farklı uygulamalar için gereken beton performansına bağlıdır. Birçok ülkede çimento esaslı sistemlerdeki SCM'lerin tipik yüzdesi %30 ila %50 arasında değişmekte olup bazı uygulamalar için %70'i aşabilir.

SCM'ler, CO₂ ayak izini azaltan bir dizi çimento ve betonun üretilmesine olanak tanır. Bazı uygulamalarda betonun özellikleri, bilhassa dayanıklılık ve hizmet ömrü açısından uygun miktarlardaki SCM'ler tarafından artırılabilir. Bu ise inşaatta, tüm yaşam boyunca karbonunun azaltılmasına daha fazla katkıda bulunur.

SCM'ler çimento fabrikasında üretilen katkı çimentoya katılabilir veya beton santralinde karışımlara eklenebilir. Çimento ve betonu oluşturan bileşenler, bunların özellikleri üzerinde etkili olur. Bu nedenle standartlar ve şartnameler, performansı artırmak veya olumsuz etkilere karşı koruma sağlamak için kullanılabilecek SCM'lerin türünü ve oranını belirtir. Standartlar genellikle performansın (mukavemet gibi) ve yönergesel özelliklerin (örneğin betondaki SCM'lerin yüzdesini ve/veya çimento içeriği) belirli kurallarını belirten bir kombinasyondur. Standartlar zaman içinde gelişerek revize edilir ve gerçek performans ile genel olarak kabul görmüş deneyimi yansıtır. GCCA üyeleri, standartlarda performansa dayalı içeriğin daha da geliştirilmesinde aktif olarak yer almaktadır.

SCM'lerin Bulunabilirliği

Tamamlayıcı Çimentomsu Malzemelerinin geniş bir yelpazesi vardır ve bunların bulunabilirliği coğrafyaya ve zamana göre değişir.

Uçucu kül ve Granüle Yüksek Fırın Cürufu (GGBS) sırasıyla kömürle çalışan elektrik santrallerinden ve demir yüksek fırınlarından elde edilmektedir. Şu anda birçok yerde uçucu kül ve GGBS'nin mevcut arzı, çimento ve beton üreticilerinin talebini aşmaktadır. Hem enerji hem de çelik sektörleri küresel çapta değişimler geçirmekte olup bu durum, önümüzdeki yıllarda birçok yerde uçucu kül ve ggbs'nin daha az bulunmasına yol açacaktır. Ancak bazı büyük ekonomilerde uçucu kül ve ggbs üretiminin mutlak ölçeği orta vadede bile azalmamaktadır (ve bazı bölgelerde artmaktadır). Örneğin Hindistan'daki araştırma enstitüsü TERİ², sırasıyla 2030 ve 2050 yıllarında 281 milyon ve 256 milyon tonluk uçucu kül üretimi öngörmektedir. Bu rakam, 2020 yılındaki 271 milyon tonluk üretimle mukayese edilmektedir.

GGBS ile ilgili olarak TERİ, bunun 2020'deki 34 milyon tonluk değerden 2030 ve 2050'de sırasıyla 67 ve 116 milyon tona çıkacağını öngörmektedir. Bu değerler, Hindistan'da uçucu kül ve GGBS'nin birlikte 93 milyon tonluk mevcut kullanımıyla karşılaştırılabilir (Endüstri Veri Analizi, TERİ). Kömürle çalışan elektrik santrallerinin ve yüksek fırınların kullanımdan aşamalı şekilde kaldırılması bazı gelişmiş ekonomilerde daha hızlı, hatta çok daha hızlı gerçekleşecek ve bu ülkeler çoğunlukla mevcut malzemelerin iyi kullanıldığı ülkeler olacaktır. Bu ülkelerde, kömürle çalışan elektrik santrallerinin kapanması nedeniyle artık bulunamayacak malzemeleri temin etmek amacıyla, depolanan/gömülen uçucu külün kullanımının arttığı dikkat çekmektedir. Bazı durumlarda daha önce uygun olmayan malzemeleri inşaat uygulamalarında uygun hale getirmek için zenginleştirme veya diğer teknolojiler kullanılmaktadır. Cüruflarla ilgili olarak, gelecekteki düşük karbonlu metal prosesleri, SCM'ler olarak kullanılmaya uygun yeni cüruflar üretebilir.

Kireçtaşı, katkılı çimentoda SCM olarak ya da beton santralinde karışıma eklenme yoluyla giderek daha fazla kullanılmaktadır. Örneğin ABD'de kireçtaşı, katkılı çimentoda maksimum %15 oranında bir bileşen olarak kullanılabilir ve son yıllardakullanımı hızla artmıştır (bkz. Ek A1). Buna karşılık, Avrupa ve Latin Amerika'da onlarca yıldır yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca kireç taşı çimentolar belirli uygulamalarda daha yüksek kireçtaşı seviyelerinde kullanılmakta olup, en ileri beton teknolojisi her geçen gün daha yüksek kireçtaşı yüzdelерinin kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Kireçtaşı yaygın olarak bulunabilmektedir. Ayrıca kireçtaşının çimento fırınlarına giren ana girdi olduğu düşünüldüğünde, bazı yerlerde bir SCM olarak da bulunabilmektedir.

Doğal puzolanlar kireç taşı kadar yaygın olarak bulunmazlar; ancak bulundukları yerlerde genellikle çimento ve betonun karbonsuzlaştırılmasına önemli bir katkıda bulunabilecek ölçekte dirler. Örneğin doğal puzolanlar Guatemala, Şili, Ekvator, Dominik Cumhuriyeti ve Peru'da en çok tüketilen SCM olup, bu oran Guatemala ve Şili'de %20'nin üzerindedir.

Kalsine edilmiş kil, belirli kimyaya sahip kil bazlı bir SCM'dir. Bunlar her yerde olmasa da, özellikle tropikal bölgelerde yaygın olarak bulunabilirler. Portland çimentosu klinkeri üretmek için kireç taşının kalsinasyonu CO₂ oluşmasına neden olurken, ham kil kalsiyum karbonat içermediği sürece kalsinasyonu CO₂ oluşturmaz. Kilin kalsinasyon süreci Portland çimentosu klinkeri üretiminde kullanılanlardan daha düşük bir sıcaklıktadır. Bu nedenle fırında ısının üretilmesinden kaynaklanan CO₂ emisyonları klinkerden daha azdır. Dolayısıyla kalsine edilmiş kilin diğer SCM'lere göre daha yüksek bir CO₂ ayak izi olmasına rağmen bu kil malzemesi, Portland çimentosundan (SCM'si olmayan) daha düşük CO₂ ayak izine sahip bir çimento/bağlayıcı madde üretmek için kullanılabilir. Son gelişmeler kalsine edilmiş killer ile öğütölmüş kireç taşının SCM olarak kombinasyonlarını optimize ederek, klinkerin %50'ye kadar azaltılmasına olanak vermiş ve mevcut çimentolarla benzer performansı korumuştur.³

² Enerji ve Kaynaklar Enstitüsünden (TERİ) çimento ve beton sektörleri için yaklaşan Hindistan Yol Haritasına hazırlık amacıyla gelen mesaj

³ ECRA, ECRA Teknoloji Yazıları 2022

SCM'lerin kalitesi ve SCM'leri içeren ürünler

SCM'lerin kendisine, SCM'leri içeren katkılı çimentoların ve beton santralinde SCM'li betonların özelliklerine ve performansına güven sağlamak için, kalite kontrol (KK) ve kalite güvence (KG) uygulamaları oluşturulmuştur. Bunun temeli SCM'ler, çimentolar ve betonlar için gerekli özellikleri ve test yöntemlerini belirleyen sağlam standartlardır. Örneğin SCM'ler için dünya genelinde ASTM veya Avrupa tabanlı standartlar kullanılmaktadır.

SCM'lerin kullanımıyla ilgili standartlar ve şartnameler

Bazı bölgelerde, çoğu SCM'nin katkılı çimentolarda kullanımı veya beton santralindeki çimentolarla kombinasyonlar halinde kullanımı için iyi belirlenmiş standartlar vardır. Bunlar arasında birçok ülkede yaygın olarak kullanılan ASTM ve EN gibi standartlar yer alır. Bununla birlikte standartlardaki kısıtlayıcı şartlar nedeniyle, SCM kullanımının optimize edilmediği yerler halen mevcuttur. Bunlar, diğer standartlardan gelen iyi uygulamaların benimsenmesiyle ele alınmalıdır. Belirtilmelidir ki, buyurgan standartlara kıyasla daha fazla esnekliğe izin veren ve daha fazla performansa dayalı olan yaklaşımların dâhil edilmesi, klinker/bağlayıcı madde oranının daha düşük olduğu betonların elde edilmesine yardımcı olabilir. ASTM Komitesi C01, bu makalenin yazıldığı tarihte (Haziran 2024), SCM'ler için performans değerlendirmesine ilişkin yeni bir standart yayınlamaya yakındır.

Doğası gereği kısmen buyurgan olan mevcut standartlar tarafından tanımlanan aralıkların dışında, denenmiş ve kanıtlanmış bileşenlerin kullanılmasına olanak tanıyan performansa dayalı bir yaklaşım, mevcut test yöntemleri dâhilinde gerekli beton özelliklerinin teknik gerekçeleriyle elde edilebilir. Bir GCCA makalesinde⁴ maruz kalma koşullarına ve uygulamaya bağlı olarak performansı garantilemek üzere hangi özelliklerin test edilmesi gerektiği ana hatlarıyla açıklanmıştır. Bu makalede aynı zamanda kullanılacak uygun test yöntemlerinin örnekleri de verilmiştir.

Yeni ve alternatif bağlayıcı malzemelerin nitelendirilmesine izin vermek için de performansa dayalı yaklaşımlar geliştirilmelidir. Bunların, çevresel etki kaynaklı sızıntılar, iş sağlığı ve güvenliği ve dayanıklılık gibi diğer yönleri de kapsayacak şekilde olağan performans testlerinin ötesine geçmesi gerekecektir. Özellikle kimyası ve mineralojisi bugün kullanılan sistemlerden farklı olan yeni bileşenler için, test yöntemlerinin kısa vadeli, orta vadeli ve uzun vadeli performanslarını yansıtacak şekilde ayarlanması gerekecektir.

Orta vadede olmak üzere, sınırlı sayıda doğrulama parametresine dayanan "saf" performans yaklaşımlarıyla tam özgürlük; çok fazla kötüye kullanım, yanlış yorumlama ve başarısızlık riski taşımaktadır. Bu durum, betonun emniyetli ve dayanıklı bir inşaa malzemesi olmasını tehlikeye atabilir.

Tasarım ve inşaat yönetmeliklerinde malzeme standartlarından bahsedilir ve bazı izole durumlarda malzemegereklikleri de belirtilebilir. Bazı yetki bölgelerinde çimento ve betona ait malzeme standartları ile tasarım ve inşaat standartları arasında bütünlük bir yaklaşımın olmaması bir engel teşkil edebilir. Bu durum bazen tasarım ve inşaat yönetmeliklerinde ve standartlarında, en son malzeme standartlarına atıfta bulunularak kolayca aşılabılır.

Betonla ilgili olarak hem kamu tarafından finanse edilen sözleşmelerde hem de özel tasarımcılar tarafından kullanılan sözleşmelerde, genellikle proje şartnameleri olarak adlandırılan müşteri gereksinimleri, mevcut en son standartlara başvurmalı ve örneğin, güçlü bir teknik gerekçe olmadığı sürece yalnızca Portland Çimentosu kullanma (yani SCM kullanmama) şartından kaçınılmalıdır.

⁴ GCCA; Standartlarda daha esnekliğe giden GCCA yolu: Performansa Dayalı Standartlar, 2024

Standartlarda mevcut olduğu takdirde, performansa dayalı yaklaşımlara proje şartnamelerinde izin verilmelidir. Performansa dayalı şartlar ile karbon ayak izinin azaltılması arasındaki sinerji, tasarımcılar ve proje sahipleri tarafından tanınmalıdır. (Büyük resmi müşteriler için müşteri gereklilikleri bazen "yapı yönetmelikleri" olarak adlandırılır, çünkü tüm devlet dairesi projelerinde bu gereksinimler uygulandığında, bu bir yönetmelik gibi olur.)

Küreselleşmeye, ASTM ve EN belgelerinin yaygın kullanımına rağmen standartlardaki coğrafi çeşitlilik devam etmektedir. Sonuç olarak iklim gibi farklılıklar için iyi coğrafi nedenlerin kabulüyle birlikte, iyi uygulama transferine yönelik bir kapsam vardır. Örneğin Brezilya'da çimentolarda kullanılacak puzolanlar için performansa yönelik ilgili/gerekli test yöntemleri vardır ve bu iyi uygulama başka yerlerde de kullanılabilir.

Kalsine edilmiş killeri, şu anda yaygın olarak kullanılmaları da çimento sektörünün karbonsuzlaştırılmasında önemli bir rol oynayacaktır ve kullanımlarına olanak sağlayacak standartlar ve şartnameler oluşturulması gerektiği için, dikkate değerdirler. Avrupa, ABD ve Brezilya standartları onlarca yıldır çimentolarda kalsine edilmiş kil kullanımına izin vermektedir. Ancak örneğin tüm zamanların en büyük ikinci pazarı olan Hindistan'daki standartlar sadece yakın zamanda güncellenmiştir. Koşulların izin verdiği yerlerde beton ve çimento standartlarının uyumlu olması önemlidir, ancak bu her zaman böyle değildir. Örneğin EN beton standartları kalsine kil içeren çimentolara izin verirken, yerel uygulama kuralları, yerel deneyim eksikliği nedeniyle bunların kullanımını kısıtlayabilir.

İnşaat Müşterilerinin, Müteahhitlerin ve Tasarımcıların Rolü

İnşaat işleri ve malzemeleri, inşaat müşterileri tarafından ve bunların müteahhitleri/inşaatçıları ve tasarım ekipleri tarafından belirlenir. Şartnamelerin, hiçbir neden yokken SCM'lerin kullanımını kısıtladığı veya engellediği çok sayıda örnek vardır. Bu durum, gelenek, alışkanlık veya SCM'ler konusunda farkındalık eksikliği nedeniyle meydana gelir.

Kamu sektörü genellikle en büyük inşaat müşterisidir, ancak çok sayıda kademe ve kurum olması nedeniyle SCM'lerin en üst düzeyde kabul görmesi ve fiili projelerde değişiklik yapılması yıllar alabilir. ABD'de son on yılda çok sayıda Ulaştırma Bakanlığı birimi şartları değiştirerek katkılı çimentolara izin vermektedir. Bu değişiklik, komşu eyaletlerin her iki eyaletten geçen aynı otoyol yapılarında katkılı çimentolara izin vererek başarıyla kullandıkları halde gerçekleşmiştir. Benzer örnekler bugün birçok ülkede hem kamu tedariklerinde hem de özel tedariklerde geçerlidir.

Sektör, SCM'lerin kullanımını en üst düzeye çıkarmaya karardır, ancak bunu yapmak için şartname koşulları konusunda müşteri desteğine ihtiyaç vardır.

Özel Sürdürülebilirlik Faydaları

SCM'lerin kullanımının üç önemli sürdürülebilirlik faydası; karbonsuzlaştırma, döngüsellik ve artırılmış dayanıklılık performansdır ve bunlar inşaatın bütün yaşam karbonunun azalmasına yol açar.

Karbonsuzlaştırma: SCM'ler çimento ve betonun karbon ayak izini önemli ölçüde azaltabilir. Çimento ve beton ürünlerine yönelik Çevresel Ürün Beyanları, farklı yerlerde SCM'lerin kullanımıyla elde edilen Küresel Isınma Potansiyelindeki (GWP) kesin azalmaları kontrol etmek üzere kaynak olarak kullanılabilir.

SCM içermeyen bir betonla kıyaslanan karbon ayak izindeki azalmanın bir göstergesini sunmak için:

- %30 uçucu kül içeren beton ve %50 ggbs içeren beton sırasıyla %27 ve %42 daha düşük karbon ayak izine sahiptir⁵
- ABD'deki Portland kalkerli çimento (PLC) %5 ila %15 oranında kireçtaşı içerebilir ve genellikle karbon ayak izinde %10'a kadar bir azalma sağlar⁶
- Kireçtaşı kalsine edilmiş kil çimentosu (LC3), %50 klinker / bağlayıcı oranına sahiptir ve %40 daha düşük karbon ayak izi sunar⁷

Döngüsellik: SCM'lerin kullanımı döngüsellığe katkıda bulunur. Temel bir döngüsel ekonomi ilkesi, bir sektördeki istenmeyen malzemelerin başka bir sektördeki hammaddelerin yerine kullanılmasıdır. Uçucu kül ve ggbs gibi SCM'ler sırasıyla elektrik üretim ve çelik sektörlerinde istenmeyen malzemelerdir ve bu malzemelerin çimento sektörü tarafından kullanımı, klinker kullanımını ve dolayısıyla ham hammaddelerin kullanımını azaltır. Benzer şekilde seramik sanayinden gelen atık (reddedilen kil), kalsine edilmiş kil için uygun olabilir.

Dayanıklılık: SCM'ler, genellikle sertleşmiş betonun dayanıklılığını artırır çünkü sülfat direnci, azalmış klorür girişi ve alkali-silika reaksiyonu gibi zorlukların üstesinden gelmede iyileştirilmiş performans sağlar. Bunlar tasarımcılar tarafından, bakım ihtiyacı azalmış uzun ömürlü altyapı sunmak için kullanılabilir. Bu da sonuçta tüm ömür boyunca daha düşük maliyetler, daha az sıklıkta malzeme değişimi ve daha az kapanış nedeniyle ekonomik, çevresel ve sosyal sürdürülebilirliği sağlar.

Politika Tavsiyelerimiz: Uygun Politika Koşullarının Sağlanması

Katkılı çimentoların ve SCM'lerin kullanımı, hükümetlerin ve politika yapıcılarının aşağıdaki şekilde hareket etmesiyle kısa vadede artırılabilir:

1. En son standartların mevcut olduğundan emin olmak için standartların zamanında gözden geçirilmesi, onaylanması ve yayınlanması için gerekli desteği sağlamak,
2. Çimento, beton, tasarım ve inşaat yönetmelikleri ve standartları ile uygulanabilir olduğu durumlarda yapı yönetmeliklerinin uyumlu ve tutarlı olmasını sağlamak. Örneğin, inşaat yönetmeliklerinde en son malzeme standartlarına atıfta bulunulmalıdır.
3. Hükümet ve kuruluşlarının, projelerin tüm yaşam süresi boyunca karbonu ve performansı dikkate alarak, katkılı çimentolar ve SCM'lerin kullanımı yoluyla düşük karbonlu çimento ve betonu belirleyerek kamu projelerinde öncülük etmelerini sağlamak. İnşaattan sorumlu büyük devlet kurumlarının, katkılı çimentoların, SCM'lerin ve en son malzeme standartlarının kullanımına izin verdiklerinden emin olmak için şartnameleri gözden geçirmelerini tavsiye ederiz.

Katkılı çimentoların ve SCM'lerin kullanımı, hükümetlerin ve politika yapıcılarının aşağıdaki şekilde hareket etmesiyle daha da artırılabilir:

4. Çimentonun inşaat ve sanayide resmi kullanımını teşvik etmek, bunun beton üretiminde çimentonun ve SCM'nin daha verimli, daha güvenli ve optimize edilmiş bir şekilde kullanılması için daha iyi bir senaryo sunduğunu anlamak,
5. Tüm ömür boyunca karbon ve performans değerlendirmesi bazında müşterileri ve tasarımcıları inşaat projelerinde düşük karbonlu çimento ve beton kullanmaya teşvik eden, özendirici ve eğiten politika tedbirleri sağlamak, bu bağlamda katkılı çimentoların ve SCM'lerin kullanımı kanıtlanmış bir karbonsuzlaştırma aracı olup, politika önlemleri bunların azami düzeyde kullanılmasını sağlamayı hedeflemelidir.

⁵ MPA-Beton Merkezi, Sürdürülebilir Betonun Belirlenmesi, 2020

⁶ PCA, 2024 Portland Kalkerli Çimento ABD Bilgi Formu, 2024

⁷ ACEEE, ABD Pazarında Kireçtaşı Kalsine Kil Çimentosu ve Betonunun Benimsenmesi, 2024

6. Erişim sağlamak ve SCM'leri hem yurt dışından hem de yurt içinden tedarik etmedeki engelleri ortadan kaldırmak. Taşımadaki karbon etkileri hesaba katılırken, ithalatın dolaylı önlenmesinden kaçınılmalıdır. Yurt içindeki düzenlemeler çimento/beton değer zincirine girdi olarak giren değerli malzemelere erişimi sağlamalıdır. Bu bağlamda döngüsel olma faydaları dikkate alınmalıdır.
7. SCM'lerin ve katkılı çimentonun kullanımını yaygınlaştıracak ve hızlandıracak malzeme standartlarının hazırlanmasını desteklemek amacıyla hükümet finansman programları oluşturmak.
8. Yeni SCM'ler için ürün geliştirme ve inovasyona yönelik hükümet finansman programları oluşturmak.
9. Performansa dayalı yaklaşımları daha mümkün kılmak için test yöntemlerinin geliştirilmesi ve uygulanmasında hükümet finansman programları oluşturmak.

GCCA Taahhütleri

GCCA ve üyeleri, sektörün SCM'lerin daha fazla kullanılmasını sağlamak için daha fazla uygulama, destek ve savunuculuk yapması gerektiğinin farkındadır.

GCCA Taahhütleri

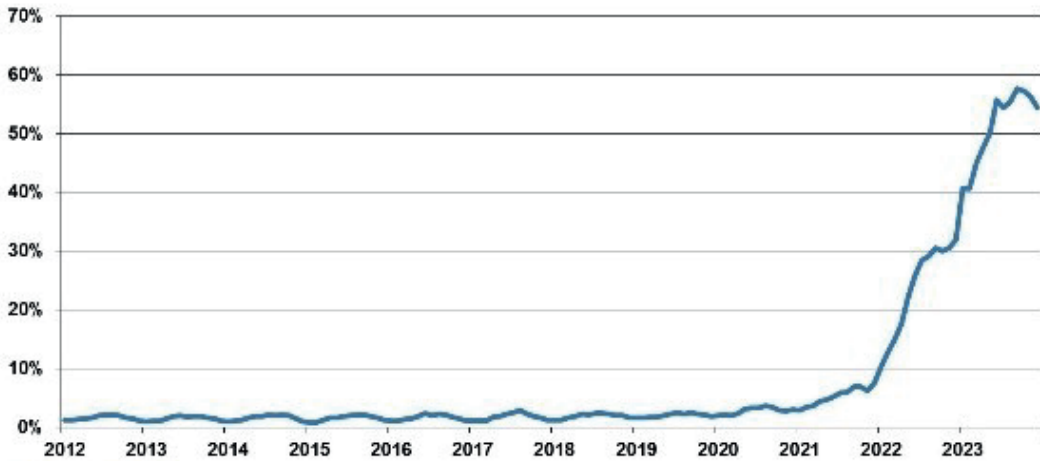
GCCA ve üyeleri, sektörün SCM'lerin daha fazla kullanılmasını sağlamak için daha fazla uygulama, destek ve savunuculuk yapması gerektiğinin farkındadır.

GCCA ve üyeleri şu taahhütlerde bulunmaktadır:

1. ARAŞTIRMA: Standartları değiştirmeye ve performansa dayalı yaklaşımları artırmaya yönelik kanıtlar sunmak da dâhil olmak üzere, çimento ve beton ürünlerinde SCM kullanımını artırmaya yönelik araştırmalar yapmak,
 2. STANDARTLARLA İLGİLİ EYLEMLER: Özellikle betonun temel özellikleri olan emniyet ve dayanıklılık korunarak, çimento/beton bileşimlerinde daha fazla esneklik elde etmek için değer zincirindeki paydaşlarla ve bilhassa standardizasyon kuruluşlarıyla aktif olarak iletişim kurup çalışmak,
 3. TEDARİK: SCM kullanan çimento ve betonların tedarikini devam ettirip genişletmek,
 4. EĞİTİM: Paydaşların katkılı çimentolar ve SCM'ler konusunda farkındalığını ve teknik bilgisini artırmak için akademik kanallar da dâhil olmak üzere, destekleyici bilgiler bulup temin etmek.
- SAVUNUCULUK: Kanıtlanmış bir kaldıraç olan katkılı çimentolar ve SCM'lerin kullanımı da dâhil olmak üzere, resmi kurumların tüm karbonsuzlaştırma kaldıraçlarını teşvik eden düşük karbonlu/yeşil tedarik planları sunmaları için savunuculuk yapmak.

Ek A1: ABD deneyimi: Portland Kalkerli Çimento ve hızlı benimseme

Portland Kalkerli Çimentonun (PLC) kullanımı günümüzde ABD'de yaygınlaşmıştır, ancak bu duruma nispeten yakın bir zamanda ulaşılmıştır. PLC, 2012 yılı Ağustos ayında ulusal çimento şartnamesinde tanımlanmıştır. Ancak federal ve yerel hükümet kuruluşlarının standartlarında, mühendislik ve mimari model şartnamelerinde PLC'lerden (ve çoğu zaman katkılı çimentolardan) hiç bahsedilmemiştir. Gerçekte bu durum, (ABD için) "yeni" olan malzemenin birçok inşaat projesinde dikkate alınmasını engellemiştir. İnşaat sektöründe PLC'ler konusunda farkındalığın artırılması ve eğitim verilmesi amacıyla bir program yürütülmüş, bu kapsamda kullanıcı geri bildirimleri dinlenerek ve yanıtlanarak tanıtım yapılmıştır. PLC'yi standartlara dâhil etmek için kapsamlı çabalar harcanmıştır. Kabul kazanmak amacıyla büyük kullanıcılar (eyalet Ulaştırma Bakanlıkları gibi) hedeflenmiş ve yapısal uygulamalara geçmeden önce düşük riskli uygulamalara odaklanılmıştır. PLC'ler hakkında ABD'de ve başka yerlerde on yılları alan araştırmalar, özetlenerek mühendislik kuruluşlarına ve diğer ilgili taraflara sunulmuştur. Yerel karışım tasarımları ve yerel ortamlar hakkındaki endişelere yanıt vermek için birçok laboratuvar çalışması ve saha test projesi yapılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Bu durum inşaat sektöründeki muhafazakâr tavrı göstermektedir. Yaklaşık 10 yıl sonra PLC kullanımı istikrarlı bir şekilde artmaya başlamış ve 2023'ün ortalarında PLC, ABD'de üretilen en yaygın çimento haline gelmiştir. Sadece 2023 yılında bile ABD inşaat projelerinde Portland çimentosunun yerini alan PLC'nin kullanılmasının, yaklaşık 3,9 milyon metrik ton CO₂ tasarrufu sağladığı tahmin edilmektedir.

Toplam Çimento Üretimindeki Katkılı Çimento Payı – ABD

USGS (Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu)

Şekil A1: ABD'de Portland Kalkerli Çimentonun kullanımındaki artış.
USGS tarafından sunulmuş olup, Portland Çimento Birliği tarafından sağlanmıştır.

Ek A2: Çimento Standartlarında Yakın Zamanlı Avrupa Deneyimi

Avrupa Standardizasyon Komitesi (CEN) yakın zamanda iki çimento standardı yayınlamış olup bu standartlar, sektörün, uzun süredir yerleşik olan Avrupa çimento standardı EN197-1'in kapsamı dışında yeni çimento türleri üretmesine olanak tanımaktadır. EN 197-5 standardı, daha düşük klinker içeriğine sahip üçlü çimentoların üretilmesine olanak tanımaktadır, bu sayede iki adet SCM belirli aralıklar ve kriterler dâhilinde klinkerle harmanlanabilecektir. EN 197-6, geri dönüştürülmüş beton olarak çimentoda yeni bir SCM'nin kullanılmasına izin vermektedir. Her iki standart da sanayinin, çimento ve betondaki klinker içeriğini azaltmasını sağlarken aynı zamanda döngüsellliği de artıracaktır. CEN ile birlikte Avrupa Komisyonu, bu yeni çimento tiplerini EN 197-1'in gelecekteki bir revizyonunda yaygın kullanılan çimentolar olarak dâhil etmek için çalışmalar yürütmektedir.

Ek A3: Hindistan'daki girişimler

Hindistan'da üretilen toplam çimento miktarları içinde katkılı çimento üretiminin payı 1995 yılında %30 iken, 2017 yılı itibarıyla toplam çimento üretiminin %73'üne ulaşmıştır.

Katkılı çimentonun kullanımını daha fazla artırmak için:

- 2022 yılında GCCA Hindistan ile NCCBM (Ulusal Çimento ve Yapı Malzemeleri Konseyi) işbirliğiyle "Katkılı Çimento – Yeşil, Dayanıklı ve Sürdürülebilir" başlıklı bir rapor hazırlanmıştır. Hidratasyon, mikro yapı ve geçirgenlik, reoloji ve işlenebilirlik, mukavemet gelişimi, büzülme (kimyasal, otojen, kuruma vb.) ve çatlaklar, sızma, alkali-agrega reaktivitesi, sülfat saldırısı, donatı korozyonu, inşaatın uzun vadeli dayanıklılığı ve yüksek dayanımlı beton hazırlamadaki kullanım gibi özelliklere dayanılarak bu dokümanda, farklı katkılı çimentoların OPC'ye göre avantajları ele alınmıştır.
- 2023 yılında Kireçtaşı Kalsineli Kil Çimentosu (LC3) ile ilgili bir standardın yayınlanmasıyla (IS 18189:2023) birlikte standartlarda kilit bir değişiklik yaşanmıştır.

Uygulama politikaları açısından Hindistan'da, termik santrallerin 300 km yarıçapındaki yol veya üst geçitlerin yapımında uçucu kül kullanılması zorunludur. Bu belgenin ana bölümündeki politika taleplerinin yanı sıra, Hindistan çimento sektörünün özel bir politika talebi de, Tamamlayıcı Çimentosu Malzemelerin (SCM) bu malzemenin fazla bulunduğu bölgelerden SCM bulunabilirliğinin sınırlı olduğu çimento kümelerine taşınmasına olanak sağlamak için bir nakliye sübvansiyonu sağlanmasıdır.

Bu broşür, Global Çimento ve Beton Birliği (GCCA) izni ile TÜRKÇİMENTO (Türkiye Çimento Sanayicileri Birliği) tarafından Türkçeye çevrilmiştir.