



THBB AKADEMİ

TEKNİK BÜLTEN

6

İÇİNDEKİLER

- ❖ *Betonda Crossover Etkisi*
- ❖ *Beton ve Çimentoda Kullanılan Uçucu Külün Özellikleri*
- ❖ *Hazır Betonun Sürdürülebilirlik Açısından Faydaları*
- ❖ *Beton ile İlgili Standartlar*

TÜRKİYE HAZIR BETON BİRLİĞİ YAYINIDIR.

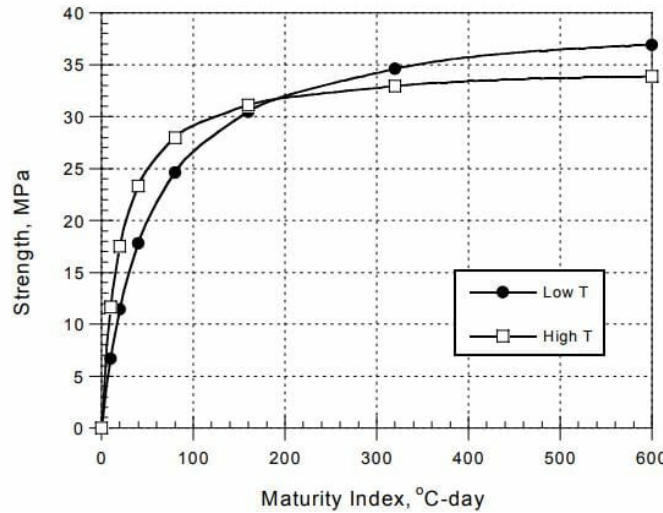
Ağustos, 2022

BETONDA CROSSOVER ETKİSİ

Harç ve beton gibi çimento esaslı malzemeler inşaat endüstrisinde en sık kullanılan yapı malzemeleridir [1]. Bu malzemelerin içeriğindeki çimentonun su ile girdiği hidrasyon reaksiyonu ekzotermiktir [2]. Çimentonun hidrasyon reaksiyonu, karışımdaki su miktarına ve kür sıcaklığı koşullarına bağlı olarak uzun yıllar boyunca giderek azalan bir oranda devam eder [3]. Betonun ve harcın uzun süreli dayanımı ve dayanıklılığı için, erken yaşta kılcal damarlardan buharlaşma sonucu su kaybını önleyecek uygun yerleştirme ve kür işlemleri uygulanmalıdır [4]. Buna ek olarak, kendi kendine kurumayla (self-desiccation) iç su kaybı, dış kaynaklardan gelen su ile telafi edilmelidir [5]. Hidrasyon işlemi ve sonuçta oluşan betonun basınç dayanımı; kür sıcaklığına, kür yöntemlerine, kür süresine ve karışım bileşimine bağlıdır [6]. Betonun basınç dayanımı, diğer mekanik özelliklerle birlikte, her türlü beton yapıların tasarımında ve yapımında önemli rol oynamaktadır [7].

Bazı araştırmacılar, yüksek kür sıcaklığının ilk saat ve günlerde hidrasyon ürünlerinin daha hızlı çökmesine neden olduğunu bildirmiştir [8-9]. Bu fenomen gözlemlenen erken dayanım gelişiminden sorumludur. Ayrıca, ilk aşamadaki bu hızlı tepkime, hidrasyon ürünlerinin daha heterojen bir şekilde dağılmasına yol açar. Hidratlar çimento parçacıklarının etrafında çöker ve etraflarında yoğun bir iç kabuk oluşturur. Yüksek bir sıcaklıkta biriken bu daha yoğun çökeltilerin iyon difüzyonu için bir bariyer oluşturabileceği bildirilmektedir [10-11]. Bu, mikro yapıda uzun vadeli dayanımı önemli ölçüde azaltan bir durumdur. Bu tür davranış, crossover etkisi olarak adlandırılır [12]. Diğer çalışmalar, yüksek kür sıcaklığının uzun süreli dayanımı düşürme, geçirimsizliği artırma ve dayanıklılığı zayıflatma gibi mikro yapı üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğunu iddia etmektedir [9-13].

Erken yaşlarda hızlandırılmış kür sıcaklıklarına maruz kalan betonlar, normal kür sıcaklıklarına maruz kalanlara kıyasla erken yaşlarda yüksek basınç ve yarmada çekme dayanımı kazanır, ancak daha ileri yaşlarda bu durumun aksine daha düşük dayanım performansı gösterirler. Betonun elastisite modülü de aynı eğilime sahiptir, ancak oluşan varyasyon basınç dayanımı kadar belirgin değildir [14].



Şekil 1. Düşük ve yüksek sıcaklıklarda olgunluk ve basınç dayanımı ile crossover etkisi

Ogribo ve Black [15], 38°C sıcaklıkta kürlenmiş betonun 7 gün sonunda 20°C’de kürlenmiş betondan daha az gözenekli ve daha fazla basınç dayanımına sahip olduğunu açıklamıştır. Bununla birlikte, 28 gün sonunda, yüksek sıcaklıkta kürlenmiş betonun gözenekliliği artmış ve basınç dayanımı normal olarak kürlenmiş betondan daha düşük çıkmıştır.

Bir diğer araştırmada, yüksek sıcaklıklar altında çimento harçları ve betonların normal oda sıcaklığında geliştirilenlerden daha gözenekli ve daha zayıf fiziksel yapılara sahip olduğu tespit edilmiştir [16]. Ayrıca, yüksek sıcaklıkların erken yaşlarda dayanım kazancını arttırdığı; oysa oluşan hidratların önemli bir kısmının daha sonraki yaşlarda uygun olmayan bir düzene sahip olduğu belirtilmiştir. Bu süreç, çimento esaslı malzemelerin nihai basınç dayanımındaki artışın azalmasını gösteren crossover etkisi ile açıklanmaktadır.

Araştırma raporlarına [17,18] göre, çeşitli mineralojik kompozisyonlara sahip Portland çimentosunda crossover etkisi 7 ila 10 gün arasında ortaya çıkmaktadır. Portland çimentosunun ilk hızlı hidrasyonunun çimentolarda ve betonlarda crossover etkisine neden olan daha az homojen bir mikro yapı üretebileceği belirtmiştir [19]. Ayrıca, böyle bir Portland çimentosunun hidrasyonunun daha sonraki yaşlarda azalabileceği bildirilmiştir [20]. Bu düşüş, hidrate olmamış çimentonun hidrasyonunun ertelenmesi veya sona ermesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca, daha düşük sıcaklıklardaki hidrasyon ürünleri, tüm çimento matrisinde homojen bir şekilde çökmek ve yayılmak (difüzyon) için yeterli zamana sahip olmaktadır.

Lothenbach ve arkadaşlarına göre [21], crossover etkisi Portland çimentolarında meydana gelmektedir ve yüksek fırın cürufu, doğal pozzolan ve uçucu kül içeren karışımlardaki etkisi tartışma konusudur.

Kaynaklar

1. Hosseini, P.; Booshehrian, A.; Delkash, M.; Ghavami, S.; Zanjani, M. Use of nano-SiO₂ to improve microstructure and compressive strength of recycled aggregate concretes. *Nanotechnol. Constr.* 2009, 3, 215–221.
2. Cervera, M.; Faria, R.; Oliver, J.; Prato, T. Numerical modelling of concrete curing, regarding hydration and temperature phenomena. *Comput. Struct.* 2002, 80, 1511–1521.
3. Al-Gahtani, A. Effect of curing methods on the properties of plain and blended cement concretes. *Constr. Build. Mater.* 2010, 24, 308–314.
4. Çakır, Ö.; Aköz, F. Effect of curing conditions on the mortars with and without GGBFS. *Constr. Build. Mater.* 2008, 22, 308–314.
5. Neville, A.; Brooks, J. *Concrete Technology Revised Edition—2001 Standards Update*; Pearson Education Limited: Paris, France, 1990.
6. Li, B.; Mao, J.; Lv, J.; Zhou, L.J.E.J.o.E.; Engineering, C. Effects of micropore structure on hydration degree and mechanical properties of concrete in later curing age. *Eur. J. Environ. Civ. Eng.* 2016, 20, 544–559.
7. Silva, R.; De Brito, J.; Dhir, R.J.E.J.o.E.; Engineering, C. The influence of the use of recycled aggregates on the compressive strength of concrete: A review. *Eur. J. Environ. Civ. Eng.* 2015, 19, 825–849.
8. Ma, D. S.; Martin, R.; and Brown, P. W., “Calorimetric Study of Cement Blends Containing Fly Ash, Silica Fume and Slag at Elevated Temperatures,” *Cement Concrete and Aggregates*, V. 16, No. 2, 1994, pp. 93-99.

9. Lothenbach, B.; Winnefeld, F.; Alder, C.; Wieland, E.; and Lunk, P., "Effect of Temperature on the Pore Solution, Microstructure and Hydration Products of Portland Cement Pastes," *Cement and Concrete Research*, V. 37, No. 4, 2007, pp. 483-491.
10. Verbeck, G. J., and Helmuth, R. H., "Structures and Physical Properties of Cement Paste," *Proceedings of the 5th International Symposium on the Chemistry of Cement*, V. 3, 1969, pp. 1-37.
11. Bakharev, T.; Sanjayan, J. G.; and Cheng, Y. B., "Effect of Elevated Temperature Curing on Properties of Alkali Activated Slag Concrete," *Cement and Concrete Research*, V. 29, No. 10, 1999, pp. 1619-1625.
12. Carino, N. J., "The Maturity Method: Theory and Application," *Cement Concrete and Aggregates*, V. 6, No. 2, 1994, pp. 61-73.
13. Escalante-García, J. I., and Sharp, J. H., "The Microstructure and Mechanical Properties of Blended Cements Hydrated at Various Temperatures," *Cement and Concrete Research*, V. 31, No. 5, 2001, pp. 695-702.
14. Kim, J.-K.; Han, S.H.; Song, Y.C. Effect of temperature and aging on the mechanical properties of concrete: Part I. Experimental results. *Cem. Concr. Res.* 2002, 32, 1087–1094.
15. Ogirigbo, O.R.; Black, L. Influence of slag composition and temperature on the hydration and microstructure of slag blended cements. *Constr. Build. Mater.* 2016, 126, 496–507.
16. Ezziane, K.; Bougara, A.; Kadri, A.; Khelafi, H.; Kadri, E. Compressive strength of mortar containing natural pozzolan under various curing temperature. *Cem. Concr. Compos.* 2007, 29, 587–593.
17. Castellano, C.C.; Bonavetti, V.L.; Donza, H.A.; Irassar, E.F. The effect of w/b and temperature on the hydration and strength of blastfurnace slag cements. *Constr. Build. Mater.* 2016, 111, 679–688.
18. Escalante-García, J.I.; Sharp, J.H. Effect of temperature on the hydration of the main clinker phases in Portland cements: Part I, neat cements. *Cem. Concr. Res.* 1998, 28, 1245–1257.
19. DeWeerd, K.; Haha, M.B.; Le Saout, G.; Kjellsen, K.; Justnes, H.; Lothenbach, B. The effect of temperature on the hydration of composite cements containing limestone powder and fly ash. *Mater. Struct.* 2012, 45, 1101–1114.
20. Castellano, C.; Bonavetti, V.; Irassar, E. Effect of curing temperature on hydration and strength of cement paste with granulated blast-furnace slag. *Rev. Constr.* 2007, 6, 4–15.
21. Lothenbach, B.; Winnefeld, F.; Alder, C.; Wieland, E.; Lunk, P. Effect of temperature on the pore solution, microstructure and hydration products of Portland cement pastes. *Cem. Concr. Res.* 2007, 37, 483–491.

BETON VE ÇİMENTODA KULLANILAN UÇUCU KÜLÜN ÖZELLİKLERİ

Çimento Üretiminde Kullanılan Uçucu Külün Özellikleri

TS EN 197-1 Standardı, çimento ve çimento üretiminde kullanılacak mineral katkıların özelliklerini belirtmektedir. TS EN 197-1 Standardı'na göre uçucu külün özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

Silisi Uçucu kül (V): Silisi uçucu kül çoğunluğu puzolanik özelliklere sahip küresel partiküllerden ibaret ince bir toz olup, esas olarak reaktif silisyum dioksit (SiO_2) ve alüminyum oksit (Al_2O_3)'den oluşur. Geri kalan kısmı ise demir oksit (Fe_2O_3) ve diğer bileşikleri ihtiva eder.

Kalkersi Uçucu Kül (W): Kalkersi uçucu kül, hidrolik ve/veya puzolanik özellikleri olan ince bir toz olup, esas olarak reaktif kalsiyum oksit (CaO), reaktif silisyum dioksit (SiO_2) ve alüminyum oksit (Al_2O_3)'den oluşur. Geri kalanı demir oksit (Fe_2O_3) ve diğer bileşikleri ihtiva eder.

TS EN 197-1'e Göre Uçucu Kül Gereklilikleri

Özellik	Silisi uçucu kül (V)	Kalkersi uçucu kül(W) ^(c)
Reaktif kalsiyum oksit (CaO)	<%10	≥%10 ^(b)
Serbest kalsiyum oksit (CaO) muhtevası	≤%1 ^(a)	
Reaktif silisyum dioksit (SiO_2)	≥%25	

(a) Serbest kalsiyum oksit (CaO) muhtevası kütlece %1,0'dan fazla, %2,5'ten az olan uçucu küllerde, kütlece %30 silisi uçucu kül ve bu standarda uygun %70 CEM I çimentosu ile hazırlanan karışım EN 196-3'e göre deneye tabi tutulduğunda hacim genişmesi 10 mm'yi geçmemek şartıyla kabul edilebilir.

(b) %10,0 – %15,0 arasında reaktif kalsiyum oksit ihtiva eden kalkersi uçucu külün, reaktif silisyum dioksit muhtevası kütlece %25,0'dan daha az olmamalıdır. %15,0'dan fazla reaktif kalsiyum oksit ihtiva eden yeterince ince öğütülmüş kalkersi uçucu külün, EN 196-1'e göre deneye tabi tutulduğunda, 28 günlük basınç dayanımı en az 10,0 MPa olmalıdır.

(c) Kalkersi uçucu külün hacim genişmesi, %30 kalkersi uçucu kül ve kütlece %70 CEM I çimentosu karışımı kullanıldığında ve EN 196-3 'e göre deneye tabi tutulduğunda, 10 mm'yi aşmamalıdır.

Uçucu külün sülfat (SO_3 olarak ifade edilen) muhtevası, çimentonun sülfat miktarı için müsaade edilen üst sınırını aşarsa, bu durum çimento imalatçısı tarafından, kalsiyum sülfat ihtiva eden bileşenleri uygun şekilde azaltmak suretiyle hesaba katılmalıdır.

Hazır Beton Üretiminde Kullanılan Uçucu Külün Özellikleri

TS EN 206 ve TS 13515 Standartları, hazır betonda kullanılacak olan uçucu külün TS EN 450-1 Standardı'na uygun olmasını şart koşar. TS EN 206 Standardı'nı tamamlayıcı nitelikteki ulusal standart olan TS 13515, uçucu kül hakkında daha fazla bilgi içerir. TS 13515'e göre:

- Kızdırma kaybı kategorisi sadece A olan (TS EN 450-1) uçucu kül kullanılmalıdır.
- Çimento içeriğindeki silisi veya kalkersi uçucu külün kızdırma kaybı %5'i geçmemelidir.
- Alkali silika reaksiyonuna karşı önlem alınacak durumlarda kalkersi uçucu kül (W) içeren katkı çimentoların kullanımından kaçınılmalıdır.

TS EN 450-1'e Göre Uçucu Külün Gereklilikleri

Kimyasal Özellikler	Gereklilik
Kızdırma Kaybı	Kategori A: Kütlece, en fazla %5,0 Kategori B: Kütlece, en fazla %7,0 Kategori C: Kütlece, en fazla %9,0
Klorür (Cl ⁻)	≤ %0,1 (kütlece)
Sülfat (SO ₃)	≤ %3 (kütlece)
Serbest kalsiyum oksit ^(a)	≤ %1,5 (kütlece)
Reaktif kalsiyum oksit	≤ %10 (kütlece)
Reaktif silisyum dioksit	≥ %25 (kütlece)
(SiO ₂) + (Al ₂ O ₃) + (Fe ₂ O ₃)	≥ %70 (kütlece)
Toplam alkali muhtevası	≤ %5 (kütlece)
Magnezyum oksit	≤ %4 (kütlece)
Fosfat	≤ %5 (kütlece)
(a) %1,5 üzerinde ise genişleme şartı sağlanmalıdır.	

Fiziksel Özellikler	Gereklilik
İncelik ^(a)	Kategori N: İncelik değeri, kütlece %40'tan daha fazla olmamalıdır ve beyan edilen değere göre ± %10'dan daha fazla değişmemelidir. Kategori S: İncelik değeri kütlece %12'den daha fazla olmamalıdır. İncelik değişim sınır değeri olan ± %10 bu kategori için uygulanamaz.
Aktivite indeksi	28 ve 90 günlük aktivite indeksi, sırasıyla %75 ve %85'den daha az olmamalıdır.
Genleşme ^(b)	≤ 10 mm
Tanecik yoğunluğu	İmalatçı tarafından beyan edilen değerden 200 kg/m ³ 'ten daha fazla sapma göstermemelidir.
Priz başlangıç süresi	Priz başlangıç süresi, %25 uçucu kül ve %75 deney çimentosu olan (her ikisi de kütlece) karışım üzerinde EN 196-3'e göre tayin edilmeli ve %100 (kütlece) deney çimentosu ile hazırlanan çimento hamurunun priz başlangıç süresinin iki katından daha fazla olmamalıdır.
Su ihtiyacı	Kategori S'de belirtilen inceliğe sahip uçucu külün su ihtiyacı, Ek B'de tarif edilen yöntemle göre tayin edilmeli ve sadece deney çimentosu için belirlenen su ihtiyacı değerinin %95'inden daha fazla olmamalıdır. İncelik kategorisi N olan uçucu kül için bu gerek uygulanmaz.

(a) Uçucu külün inceliği, göz açıklığı 0,045 mm olan elekten elendiğinde, elek üstünde kalan külün kütle oranı olarak gösterilmelidir.

(b) Uçucu küldeki serbest kalsiyum oksit muhtevası kütlece %1,5'i geçmez ise bu gereğin sağlandığı kabul edilir. %1,5 üzerinde ise genişleme şartı sağlanmalıdır.

HAZIR BETONUN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK AÇISINDAN FAYDALARI

Albedo Etkisi

Beton; güneş radyasyonunu diğer yapı malzemelerine göre daha fazla yansıtarak, özellikle kentsel alanlarda ısınmayı azaltmaya yardımcı olur. Dünya Meteoroloji Örgütü'nün (WMO) raporuna göre 2025 yılına kadar, dünyanın sanayi devrimi öncesine göre 1,5°C derece üzerinde ısınması ihtimali %40 oranındadır. Paris İklim Anlaşması'nın belirlediği düzenlemeler küresel ısınmanın 2°C derecenin altında tutulmasını, sınır hedefin de 1,5°C derece olmasını öngörmektedir.

Beton dâhil yüksek yansıtıcı yüzeylerin seçimi, kentsel alanların beyazlığını ve dolayısıyla yansıtıcılığını artırmaya odaklanan ve güneş radyasyonu yönetimi (SRM) olarak bilinen jeomühendislik sınıfına girer.

Albedo, bir malzemenin yüzeyinden yansıyan güneş radyasyonunun oranıdır. Betonun albedo değeri 0,4 iken asfaltın albedo değeri sadece 0,1'dir (değer ne kadar yüksekse yansıtma da o kadar yüksek olur). Bu nedenle, dikey (bina cepheleri) ve yatay yüzeylerde (çatılar ve kaldırımlar) daha koyu renkli malzemelere oranla daha düşük yüzey sıcaklığına sahiptir. Beton kullanımı, kentsel ısı adalarında yaşanan sıcaklık artışını azaltmaya yardımcı olmaktadır. Binaların etrafındaki dış sıcaklık daha düşük olduğundan, binalarda soğutma sistemlerinin kullanımının sınırlandırılmasına da yardımcı olabilmektedir.

Yerel Ürün

Betonun kolay bulunan, yerel ve uygun maliyetli bir yapı malzemesi olması hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ekonomiler için sürdürülebilir bir yapı malzemesi olmasına neden olmaktadır. Sürdürülebilir inşaatın temel ilkelerinden biri, gelecek nesiller için bu tür malzemelerin mevcudiyetini korumayı da içeren, ham maddelerin sorumlu kullanımınıdır. Bu hedef, beton ve bileşenlerinde olduğu gibi bol, mevcut ve tamamen geri dönüştürülebilir malzemeler için kolayca elde edilir. Bu yaygın mevcudiyet betonun ve bileşenlerinin yerel tedarikine izin verirken, aynı zamanda onu uygun fiyatlı ve optimum maliyetli bir inşaat malzemesi olması konusunda avantajlı hâle getirir.

Betonun ve bileşenlerinin yerel olarak tedarik edilmesi çeşitli faydalar sağlar. Örneğin, daha uzak yerlerden veya politik risk bölgelerinden tedarik edilmesi gereken malzemelerin aksine, arz güvenliğini ve kullanılabilirliğini sağlar. Ayrıca, ulaşımın inşaat sahasına olan mesafesini en aza indirerek ulaşımdan kaynaklanan küresel emisyonların sınırlandırılmasına yardımcı olur.

Yerel kaynak kullanımı ayrıca beton ve bileşenlerinin sorumlu bir şekilde tedarik edilmesi kapsamını en üst düzeye çıkararak hem çevresel hem de sosyal etkilerin ve inşaat sürecinin iyi yönetilmesini sağlamaya yardımcı olur. Yerel beton ve agrega tedarikçileri ile iş yapan inşaat şirketleri, yerel

standartlara ve düzenlemelere uyulduğundan emin olabilirler. Yerel kaynaklı inşaat malzemelerinin kullanımı aynı zamanda, örneğin yerel halkın istihdam edilmesi ve yerel halka vergilerin ödenmesi yoluyla bir inşaat projesinin yürütüldüğü yerel ve bölgesel topluluk için ekonomik ve dolayısıyla sosyal fayda sağlar.

Son olarak, betonun ve bileşenlerinin yaygın olarak bulunabilirliği, arz kısıtlamaları ve kesintilerle (pratik veya politik) karşılaşan diğer ham maddelerin aksine, uygun maliyetli olmasına yardımcı olur.

Termal Kütle

Betonun ısı depolama yeteneği, onu önemli bir enerji depolama çözümü hâline getirebilir ve en yüksek üretim zamanlarında yenilenebilir enerjiyi esnek bir şekilde kullanarak elektrik şebekelerini dengelemeye yardımcı olabilir.

Termal kütle, beton gibi ağır yapı malzemelerinin enerjiyi depolama ve daha sonra açığa çıkarma yeteneğini göstermektedir. Termal kütle özelliği sayesinde beton; yaz aylarında binalarda aşırı ısınmayı önler, kış aylarında ise ısının korunmasını sağlar. Termal kütle, binaların enerji verimliliğini artırmak ve sabit bir iç ortam sıcaklığı sağlamak için kullanılır. Başka bir fayda ise, enerji şebekelerinde esneklik sağlamak için yapı tarafından sunulan termal depolama kapasitesini kullanmak ve böylece yenilenebilir enerji alımını kolaylaştırmaktır.

Pasif Soğutma

Isıyı emme ve depolama özelliğinden dolayı beton, binaları pasif olarak soğutmak için kullanılabilir. Bu da klimalar tarafından tüketilen enerjiyi ve/veya aşırı ısınma riskini azaltır.

Uluslararası Enerji Ajansına (International Energy Agency) göre binaları soğutmak için klima kullanımı, enerjinin en hızlı büyüyen kullanım çeşitlerinden biridir ve enerji verimliliğine yönelik önlem alınmadığı takdirde, 2050 yılına kadar alan soğutması için enerji talebinin üç kattan fazla artması beklenmektedir.

Pasif soğutma sağlamak için betonun termal kütleliğini kullanmak, binaların operasyonel karbon salımını azaltmak için kullanılabilen en önemli yollardan biridir. Bir bina içinde açıkta kalan (veya boyanmış) beton, gün boyunca fazla ısıyı emerek sıcaklık dalgalanmalarına karşı termal atalet sağlayarak mekanik soğutma ihtiyacını azaltır veya ortadan kaldırır.

Mekanik soğutma ihtiyacını ortadan kaldırarak veya en aza indirerek gerçekleştirilebilecek CO₂ tasarrufu projeye ve lokasyona özeldir. Birleşik Krallık'taki The Concrete Center için Arup tarafından yapılan bir araştırmada pasif soğutma kullanılarak elde edilebilecek yıllık CO₂ tasarrufunun, tipik bir ofis binasının beton ve zemin işlerinde oluşan CO₂'yi yaklaşık 50 yılda tamamen dengelemek için yeterli olduğu tespit edilmiştir. Çalışma, tamamen klimalı bir çözüm benimsemek yerine binanın

tamamen termal kütle kullanılarak soğutulabileceğini varsaymaktadır. Daha yüksek soğutma yüküne sahip, biraz iklimlendirme gerektiren binalarda, betonun termal kütesine dayalı pasif soğutma kullanımı yine de yıllık emisyonları azaltabilmektedir.

Karbon Bağlama

Beton ömrü boyunca atmosferdeki CO₂'yi bağlama yeteneğine sahiptir. Buna da karbon bağlama ya da yeniden karbonatlaşma denilmektedir. Betonun, temel bileşeni olan çimentonun üretildiği karbon yoğun sürecin bir sonucu olarak, önemli CO₂ emisyonlarından sorumlu olduğu iyi bilinmektedir. Daha az bilinen şey, betonun yaşam döngüsü boyunca CO₂'yi bağlamasıdır.

Karbonatlaşma, betonun havadaki CO₂ ile reaksiyona girdiğinde meydana gelen doğal bir süreçtir. Karbon bağlama miktarı; direnç sınıfı, maruz kalma koşulları, beton elemanın kalınlığı gibi bir dizi parametreye bağlıdır. Tüm beton tarafından sağlanan küresel karbon tutma potansiyeli çimento üretimi sırasında açığa çıkan proses emisyonlarının %30'udur.

Karbon bağlama süreci farklı hızlarda gerçekleşir. Donatısız ürünlerde veya ince/gözenekli uygulamalarda (sıvalar, harçlar, beton bloklar ve mineral köpükler) nispeten hızlı, ancak betonarme ve daha kalın elemanlarda daha yavaş gerçekleşir. Havaya maruz kalan duvar gibi güçlendirilmemiş gözenekli uygulamalar birkaç yıl içinde tamamen yeniden karbonatlaşabilir.

Betonda karbon bağlama, yüzey alanı arttığı ve havaya maruz kalma süreci hızlandığı için betonarme yapılar yıkıldığında da meydana gelir. Beton içeren inşaat atıkları yeniden kullanılmadan (geri dönüşüm) önce atmosferik koşullara maruz bırakıldığında karbon bağlamaları daha da fazladır.

Sağlıklı Binalar

Beton, gürültüye karşı yalıtım sağlar, doğası gereği uçucu organik bileşikler (VOC) yaymayan bir kaynaktır ve insanların yaşaması ve çalışması için daha sağlıklı alanlar yaratarak elektromanyetik (EM) radyasyona karşı korunmaya yardımcı olur.

Şehirlerde yaşayan ve çalışan insan sayısının yüksek olması, sürdürülebilirlik ve yaşam kalitesi ile ilgili birçok zorluğu gündeme getirmektedir. Beton, daha sağlıklı yaşam alanları yaratan ve milyonlarca insanın refahını artıran, akustik bir yalıtkan ve doğası gereği uçucu organik bileşikler (VOC) yaymayan, yangına, sele ve aşırı rüzgâra karşı dirençli bir malzemedir. Beton ayrıca elektromanyetik (EM) radyasyona karşı korunmaya da yardımcı olabilir.

Akustik yalıtım, bir malzemenin duvarlardan geçen ses dalgalarının enerjisini azaltma yeteneğidir ve malzemenin yoğunluğu ve duvarın kalınlığı ile orantılıdır. Yüksek yoğunluğu nedeniyle beton, minimum maliyetle iyi akustik konfor sağlayabilen bir üründür.

Uçucu organik bileşikler, havaya kaçabilen ve hastalığa ve alerjik reaksiyonlara neden olabilen birçok yaygın yapı malzemesinde bulunan kimyasallardır. Bu emisyonlar, bina sakinlerinin sağlık ve konforunu olumsuz etkileyebilmektedir. Beton; çürümeye, haşere ve yangına dayanıklılık için işlemlere ihtiyaç duyan diğer yapı malzemelerinin aksine, doğası gereği VOC yaymayan bir kaynaktır. Bu nedenle beton kullanımı, hem bu tür malzemeleri işleyen kişilere hem de uzun süreli bina sakinlerine fayda sağlar.

Kentleşmenin sonucunda telekomünikasyon ve yayıncılık, endüstriyel ekipman ve ev aletlerinde radyo-elektronik cihazların kullanımı artmaktadır ancak bu tür cihazların çokluğu, elektromanyetik dalgaların elektrikli ekipmanın performansını düşürebileceği bir ortam yaratmaktadır. Giderek artan sayıda insan, elektromanyetik radyasyonun sağlık ve yaşam standartları üzerindeki etkisine daha çok dikkat çekmektedir.

Mevcut araştırmalar, yalnızca elektronik cihazlar için değil, aynı zamanda bir binanın kullanıcıları için de koruma sağlamak amacıyla binaların kalkanlama (zırhlama) kapasitesini geliştirmeye odaklanmaktadır. Tipik olarak beton, kayda değer ölçüde manyetik veya iletken değildir ancak koruma özellikleri, elektro-iletken veya grafen bazlı malzemeler ile geliştirilebilmektedir.

Dayanıklılık

Dayanıklılık, bir binanın ömrü boyunca tasarlandığı performansı sürdürme yeteneğidir. Yetersiz dayanıklılık, çevresel ve sosyal etkilerin yanı sıra onarım veya yeniden yapılanma nedeniyle beklenmeyen ek maliyetlere neden olabileceğinden sürdürülebilir inşaatın önemli bir parçasıdır. Daha yüksek dayanıklılıkla binaların çevresel etkileri hem daha uzun bir süreye yayılabilir hem de yıllık etkiler azaltılmış olur.

Beton donma-çözülme döngülerine, kimyasallara (örneğin atık su), deniz suyuna ve aşınmaya maruz kaldığında da dayanıklılığını koruyabilmektedir. Beton yapılarıdaki bozulma genel olarak çelik donatının korozyonundan kaynaklanmaktadır. İyi tasarlanmış, inşa edilmiş ve bakımı yapılmış betonarme yapılar tüm çevresel etkilere karşı yüksek performans göstererek tasarım ömürlerini dahi aşabilir, çünkü betonun doğal alkalinitesi çeliği korozyondan korumak için idealdir.

Sonuç olarak betonarme yapılar, metaller (korozyona karşı direnci zayıf) ve ahşap (çürümeye karşı korunması gereken) gibi diğer yapı malzemelerine göre daha uzun ömürlüdür ve daha az bakım gereksinimlerine sahiptir. Bu arada, bir afet durumunda beton yapılar daha az onarım ve yeniden inşa gerektirir ve daha hızlı bir şekilde kullanılabilir duruma getirilebilir.

Yangın Direnci

Betonun yangına karşı direnci; yangın olayları sırasında bina sakinlerinin, itfaiye ekibinin ve komşuların güvenliğini artırır ve hasarı en aza indirir. Bir yangın sırasında, dakikada onlarca santigrat derecelik termal gradyanlarla sıcaklıklar çok hızlı bir şekilde 1000°C'nin üzerine çıkabilir. Bu koşullarda yapı malzemeleri mekanik özelliklerini kısmen veya tamamen kaybedebilir ve yapının çökmesine neden olabilir. Acil güvenlik endişelerine ek olarak, bu tür tam bir bina çöküşü daha uzun vadeli sosyal ve ekonomik bozulmayı beraberinde getirir.

Sonuç olarak, yangın direnci (yapısal elemanların belirli bir özelliği) ve yangına dayanıklılık (bir binanın yangın sonrasında işlevini sürdürme kapasitesi) birbiriyle bağlantılıdır. Uygun şekilde tasarlanırsa, beton hem yangına dirençlidir hem de bulunduğu çevreye yangına dayanıklılık sağlayabilir. Betonun bu kapsamda avantajları:

- Yanmaz, erimez veya zehirli gazlar üretmez.
- Yangın bariyeri görevi görerek yangının komşu alanlara veya binalara yayılmasını azaltır.
- Bitişik alanlara ısı transferini azaltan bir yalıtkan görevi görür.
- Söndürme de dâhil olmak üzere bir yangın sırasında, büyük deformasyonlar geliştirmeden bütünlüğün korur ve yapısal çökme riskini azaltır.
- Yangında insanlar veya çevre için tehlikeli CO₂ emisyonu veya zararlı madde emisyonu yoktur.
- Beton doğası gereği yangına dirençli olduğundan, yangın güvenlik önlemlerindeki (yangın kapıları, alarmlar, havalandırma stratejileri, sprinkler) olası hataların oluşturduğu riski azaltır.

Afetlere Dayanıklılık

Beton; afetler karşısında alternatif yapı malzemelerine göre daha dirençlidir, yeniden yapılanma ihtiyacını azaltır ve toplumun daha hızlı toparlanmasını sağlar.

Doğal afetlerin giderek yaygınlaştığı bir dünyada, sel ve şiddetli rüzgâr olaylarına dayanıklı yapılar inşa etmek ekonomik, toplumsal ve çevresel sürdürülebilirliğin kilit bir bileşenidir. Betonun afetlere karşı dirençli olması yeniden yapılanma ihtiyacını, ham madde tüketimini ve atık oluşumunu azaltır. Bu sayede ilave sera gazı emisyonu oluşumu engellenir. En önemlisi de işletmeler faaliyetlerine ve bina sakinleri konutlarına daha hızlı dönebildiğinden sosyal hayatın hızlıca toparlanmasını destekler. Fırtınalar, kasırgalar, hortumlar ve diğer şiddetli rüzgâr olaylarının binalar ve bina sakinleri üzerinde yıkıcı etkileri vardır. Betondan yapılan elemanlar, şiddetli rüzgârlara ve bunun sonucunda oluşacak olumsuzluklara karşı dayanıklıdır. Nitekim okullar, hastaneler gibi birçok beton bina fırtına olaylarında güvenli alan olarak kullanılmaktadır.

Taşkınlar binalar üzerinde büyük bir baskı oluştururken, sel sularının taşıdığı enkaz ve ayrıca suyun dinamik kuvvetleri yapılar üzerinde ek yük oluşturur ancak betonun rijit yapısı ve yüksek yoğunluğu,

yüksek su basınçlarına dayanmasını sağlar. Şiddetli rüzgâr olaylarında olduğu gibi beton binalar da genellikle barınak imkânı sağlar ve selden kaynaklanan ölümleri önler.

Ayrıca son yıllarda 3 boyutlu beton baskı teknolojisinin ilerlemesiyle mobil ekipmanlarla afet alanlarında hızlı ve fonksiyonel yapıların inşası da mümkün olmaktadır.

Döngüsel Ekonomi

Döngüsel ekonomi ve endüstriyel ekoloji ilkeleri; diğer endüstrilerin yan ürünlerini, belediye atıkları ve beton yıkım atıkları dâhil olmak üzere çeşitli diğer ikincil malzemeleri kullanan çimento ve beton endüstrisi tarafından onlarca yıldır uygulanmaktadır.

Klinker oranını çimentoda veya doğrudan betonda azaltmak için genellikle kömürle çalışan elektrik santrallerinin atığı uçucu kül ve demir cevheri üretiminden gelen öğütülmüş granüle yüksek fırın cürufu (GGBS) gibi endüstriyel yan ürünlerin kullanılması yaygındır.

Benzer şekilde belediye atıkları da dâhil olmak üzere endüstriyel yan ürünler ve atık maddelerden elde edilen alternatif yakıtlar, çimento fırınında kömür ve petrokok gibi geleneksel fosil yakıtların kısmi ikamesi olarak kullanılabilir. Birlikte işleme, daha fazla karbon yoğun yakıtların kullanımını azaltır ve aynı zamanda çöp sahasına gönderilmek üzere olan malzemeleri kullanarak döngüsel ekonomiye katkıda bulunur. Ek olarak, kullanılmış lastikler gibi bazı alternatif yakıtlar, klinker üretiminde gerekli olan elementleri içerir (hurda lastiklerin içindeki demir teller gibi) ve ham madde tüketimini azaltmaya yardımcı olur.

Doğal bir kaynak olan agregaların mevcudiyeti ülkeden ülkeye ve bölgeden bölgeye değişir. İyi bir planlama sonucunda mevcut kaynaklar erişilebilir olacaktır ancak mümkün olduğunca geri dönüştürülmüş malzeme kullanımına odaklanılmalıdır. Ayrıca, gelişmekte olan birçok ülke artan miktarda inşaat ve yıkım atıkları ile karşı karşıyadır. Bu nedenle, geri dönüştürülmüş agregaların kullanımı son yıllarda üzerinde çokça durulan bir konudur.

Geri dönüştürülmüş beton agregalarının kullanımı, döngüsel ekonominin açık ve bariz bir örneğidir ve doğal kaynakların kullanımını ve atık depolamayı azaltmayı içeren faydaları vardır. Beton endüstrisinin sürdürülebilirliğe katkıda bulunması için önemli bir fırsat sağlar.

BETON İLE İLGİLİ STANDARTLAR

No	TS No	Standart Adı	Son Güncel Tarih
1	TS EN 206 +A2	Beton - Özellik, performans, imalat ve uygunluk	12.04.2021
2	TS 13515	TS EN 206'nın uygulanmasına yönelik tamamlayıcı standart	30.09.2021
3	TS EN 12350-1	Beton - Taze beton deneyleri - Bölüm 1: Numune alma ve yaygın kullanılan aygıtlar	30.09.2019
4	TS EN 12350-2	Beton - Taze beton deneyleri - Bölüm 2: Çökme (slump) deneyi	30.09.2019
5	TS EN 12350-3	Beton - Taze beton deneyleri - Bölüm 3: Vebe deneyi	30.09.2019
6	TS EN 12350-4	Beton - Taze beton deneyleri - Bölüm 4: Sıkıştırılabilirlik derecesi	30.09.2019
7	TS EN 12350-5	Beton - Taze beton deneyleri - Bölüm 5: Yayılma tablası deneyi	30.09.2019
8	TS EN 12350-6	Beton - Taze beton deneyleri - Bölüm 6: Yoğunluk	30.09.2019
9	TS EN 12350-7/AC	Beton - Taze beton deneyleri - Bölüm 7: Hava içeriğinin tayini - Basınç yöntemi	2.03.2022
10	TS EN 12350-8	Beton - Taze beton deneyleri - Bölüm 8: Kendiliğinden yerleşen beton - Çökme yayılma deneyi	30.09.2019
11	TS EN 12350-9	Beton - Taze beton deneyleri - Bölüm 9: Kendiliğinden yerleşen beton - V hunisi deneyi	12.04.2011
12	TS EN 12350-10	Beton - Taze beton deneyleri - Bölüm 10: Kendiliğinden yerleşen beton - L kutusu deneyi	12.04.2011
13	TS EN 12350-11	Beton - Taze beton deneyleri - Bölüm 11: Kendiliğinden yerleşen beton - Elekte ayrışma deneyi	12.04.2011
14	TS EN 12350-12	Beton - Taze beton deneyleri - Bölüm 12: Kendiliğinden yerleşen beton - J halkası deneyi	12.04.2011
15	TS EN 12390-1	Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 1: Deney numunesi ve kalıplarının şekil, boyut ve diğer özellikleri	30.09.2021
16	TS EN 12390-2	Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 2: Dayanım deneylerinde kullanılacak deney numunelerinin hazırlanması ve küre tabii tutulması	30.09.2019
17	TS EN 12390-3	Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 3: Deney numunelerinin basınç dayanımının tayini	30.09.2019
18	TS EN 12390-4	Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 4: Basınç dayanımı - Deney makinelerinin özellikleri	16.12.2019
19	TS EN 12390-5	Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 5: Deney numunelerinin eğilme dayanımının tayini	30.09.2019
20	TS EN 12390-6	Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 6: Deney numunelerinin yarmada çekme dayanımının tayini	24.06.2010
21	TS EN 12390-7	Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 7: Sertleşmiş betonun yoğunluğunun tayini	15.02.2021
22	TS EN 12390-8	Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 8: Basınç altında su işleme derinliğinin tayini	30.09.2019
23	TS EN 12390-9	Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 9: Buz çözücü tuz içinde donma-çözülme direncinin tayini - Yüzeysel hasarın tespiti yoluyla	20.03.2017
24	TS EN 12390-10	Sertleşmiş betonun test edilmesi - Bölüm 10: Betonun atmosferik seviyelerde betonun karbonasyon direncinin belirlenmesi karbon dioksit	3.02.2020
25	TS EN 12390-11	Sertleşmiş beton deneyleri-Beton klorür direncinin tayini, tek yönlü yayılım	27.08.2015
26	TS EN 12390-12	Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 12 : Betonun karbonatlaşmaya direncinin tayini - Hızlandırılmış katbonatlaşma yöntemi	09.11.2020
27	TS EN 12390-13	Sertleşmiş Beton Deneyleri-Bölüm 13: Basınç altında sekant elastisite modülü tayini	30.09.2021
28	TS EN 12390-14	Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 14 : Sertleşme sürecindeki ısı yayılımının tayini için yarı adyabatik yöntem	19.11.2018
29	TS EN 12390-15	Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 15 : Sertleşme sürecindeki ısı yayılımının tayini için adyabatik yöntem	30.09.2019
30	TS EN 12390-16	Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 16: Betonda büzülme tayini	16.12.2019
31	TS EN 12390-17	Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 17: Betonda, basınç etkisiyle oluşan sünmenin tayini	16.12.2019
32	TS EN 12390-18	Sertleşmiş beton testi - Bölüm 18: Klorür taşıma katsayısının belirlenmesi	12.04.2021
33	TS 706 EN 12620+A1	Beton agregaları	28.04.2009
34	TS EN 1097-1	Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler- Bölüm 1: Aşınmaya karşı direncin tayini (mikro-Deval)	12.04.2011
35	TS EN 1097-2	Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler - Bölüm 2 : Parçalanma direncinin tayini için yöntemler	2.07.2020

No	TS No	Standart Adı	Son Güncel Tarih
36	TS EN 1097-3	Agregaların fiziksel ve mekanik özellikleri için deneyler bölüm 3: Gevşek yığın yoğunluğunun ve boşluk hacminin tayini	12.04.1999
37	TS EN 1097-4	Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler - Bölüm 4: Kuru sıkılaştırılmış dolgu malzemesinin (taşunu) boşluklarının tayini	9.04.2009
38	TS EN 1097-5	Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler - Bölüm 5: Hava dolaşımı etüvde kurutma ile su içeriğinin tayini	9.04.2009
39	TS EN 1097-6	Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler - Bölüm 6: Tane yoğunluğunun ve su emme oranının tayini	2.03.2022
40	TS EN 1097-7	Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler - Bölüm 7: Dolgu malzemesi tane yoğunluğunun tayini - Piknometre yöntemi	9.04.2009
41	TS EN 1097-8	Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler - Bölüm 8: Taş parlatma değerinin tayini	2.07.2020
42	TS EN 1097-9	Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler - Bölüm 9: Çivili lastiklerden kaynaklanan aşınmaya karşı direncin tayini - Nordik deneyi	29.04.2014
43	TS EN 1097-10	Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler - Bölüm 10: Su emme yüksekliğinin tayini	30.10.2014
44	TS EN 1097-11	Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler - Bölüm 11: Hafif agregaların sıkıştırılabilirliğini ve sınırlı basma dayanımının tayini	18.12.2013
45	TS EN 933-1	Agregaların geometrik özellikleri için deneyler - Bölüm 1: Tane büyüklüğü dağılımının tayini - Eleme yöntemi	12.04.2012
46	TS EN 933-2	Agregaların geometrik özellikleri için deneyler Bölüm 2: Tane boyutu dağılım tayini-Deney elekleri, elek göz açıklıklarını anma büyüklükleri	09.11.2020
47	TS EN 933-3	Agregaların geometrik özellikleri için deneyler - Bölüm 3: Tane şekli tayini - Yassılık endeksi	12.04.2012
48	TS EN 933-4	Agregaların geometrik özellikleri için deneyler - Bölüm 4: Tane şeklinin tayini - Şekil endeksi	09.04.2009
49	TS EN 933-5/A1	Agregaların geometrik özellikleri için deneyler - Bölüm 5: İri agregalarda ezilmiş ve kırılmış yüzeylerin yüzdesinin tayini	07.12.2006
50	TS EN 933-6	Agregaların geometrik özellikleri için deneyler - Bölüm 6: Yüzey karakteristiklerinin tayini - Agregaların akış katsayısının tayini	30.10.2014
51	TS EN 933-7	Agregaların geometrik özellikleri için deneyler - Kısım 7: İri agregalarda kavkı içeriğinin tayini - Kavkı yüzdesi	11.04.2000
52	TS EN 933-8+A1	Agregaların geometrik özellikleri için deneyler - Bölüm 8: İnce tanelerin tayini- Kum eşdeğeri tayini	23.10.2015
53	TS EN 933-9	Agregaların geometrik özellikleri için deneyler - Bölüm 9: İnce tanelerin tayini - Metilen mavisi deneyi	02.03.2022
54	TS EN 933-10	Agregaların geometrik özellikleri için deneyler - Bölüm 10: İnce malzeme tayini - İnce dolgu malzemelerinin tane büyüklüğüne göre sınıflandırılması (hava jetiyle eleme)	19.01.2010
55	TS EN 933-11	Agregaların geometrik özellikleri için deneyler - Bölüm 11: Geri kazanılmış iri agregada bileşenleri için sınıflandırma deneyleri	19.01.2010
56	TS EN 1008	Beton-Karma suyu-Numune alma, deneyler ve beton endüstrisindeki işlemlerden geri kazanılan su dahil, suyun, beton karma suyu olarak uygunluğunun tayini kuralları	24.04.2003
57	TS EN 197-1	Çimento - Bölüm 1: Genel çimentolar - Bileşim, özellikler ve uygunluk kriterleri	12.04.2012
58	TS EN 197-2	Çimento- Bölüm 2: Uygunluk değerlendirmesi	2.07.2020
59	TS EN 197-5	Çimento - Bölüm 5: Portland-kompozit çimento CEM II/CM ve Kompozit çimento CEM VI	30.09.2021
60	TS EN 196-1	Çimento deney metotları - Bölüm 1: Dayanım tayini	11.07.2016
61	TS EN 196-2	Çimento deney yöntemleri - Bölüm 2: Çimentonun kimyasal analizi	18.12.2013
62	TS EN 196-3	Çimento deney yöntemleri - Bölüm 3: Priz süreleri ve genleşme tayini	9.01.2017
63	TS EN 196-4	Çimento deney metotları - Bölüm 4: Bileşen miktarının tayini	22.05.2008
64	TS EN 196-5	Çimento deney yöntemleri - Bölüm 5: Puzolanik çimentolarda puzolanik özellik deneyi	8.03.2012
65	TS EN 196-6	Çimento deney yöntemleri - Bölüm 6: İncelik tayini	3.02.2020
66	TS EN 196-7	Çimento deney yöntemleri - Bölüm 7: Çimentodan numune alma ve numune hazırlama yöntemleri	4.02.2010
67	TS EN 196-8	Çimento deney yöntemleri - Bölüm 8: Hidratasyon ısı - Çözelti yöntemi	13.01.2011
68	TS EN 196-9	Çimento deney yöntemleri - Bölüm 9: Hidratasyon ısı - Yarı adyabatik yöntem	14.07.2011
69	TS EN 196-10	Çimento deney yöntemleri - Bölüm 10: Çimentonun suda çözünebilir krom (VI) muhtevasının tayini	11.07.2016
70	TS EN 196-11	Çimento deney yöntemleri - Bölüm 11: Hidratasyon ısı - İzotermal kondüksiyon kolorimetre yöntemi	16.12.2019
71	TS EN 934-1	Kimyasal katkılar - Beton, harç ve şerbet için - Bölüm 1: Katkılara ait ortak gerekler	29.04.2010
72	TS EN 934-2+A1	Kimyasal katkılar - Beton, harç ve şerbet için - Bölüm 2: Beton kimyasal katkıları - Tarifler, gerekler, uygunluk, işaretleme ve etiketleme	10.04.2013

No	TS No	Standart Adı	Son Güncel Tarih
73	TS EN 934-3+A1	Kimyasal katkılar - Beton, harç ve şerbet için - Bölüm 3: Kâgir harcı için kimyasal katkılar - Tarifler, gerekler, uygunluk, işaretleme ve etiketleme	10.04.2013
74	TS EN 934-4	Kimyasal katkılar - Beton, harç ve şerbet için - Bölüm 4: Öngerme tendonları için şerbette kullanılan kimyasal katkılar - Tarifler, gerekler, uygunluk, işaretleme ve etiketleme	13.01.2011
75	TS EN 934-5	Kimyasal katkılar - Beton, harç ve şerbet için - Bölüm 5: Püskürtme beton katkıları - Tarifler, gerekler, uygunluk, işaretleme ve etiketleme	18.06.2014
76	TS EN 934-6	Kimyasal katkılar - Beton, harç ve şerbet için - Bölüm 6: Numune alma, performans sürekliliğinin değerlendirilmesi ve doğrulanması	29.04.2019
77	TS EN 450-1	Uçucu Kül - Betonda kullanılan - Bölüm 1: Tarif, özellikler ve uygunluk kriterleri	10.04.2013
78	TS EN 450-2	Uçucu kül - Betonda kullanılan - Bölüm 2: Uygunluk değerlendirmesi	20.03.2008
79	TS EN 13263-1+A1	Silis dumanı - Betonda kullanılan - Bölüm 1: Tarifler, gerekler ve uygunluk kriterleri	13.01.2011
80	TS EN 13263-2+A1	Silis dumanı - Betonda kullanılan - Bölüm 1: Tarifler, gerekler ve uygunluk kriterleri	19.01.2010
81	TS EN 15167-1	Öğütülmüş yüksek fırın curufu - Beton, harç ve şerbette kullanım için - Bölüm 1: Tarifler, özellikler ve uygunluk kriterleri	21.12.2006
82	TS EN 15167-2	Öğütülmüş yüksek fırın curufu - Beton, harç ve şerbette kullanım için - Bölüm 2: Uygunluk değerlendirmesi	21.12.2006
83	TS EN 13055	Hafif agregalar	11.07.2016
84	TS EN 14889-1	Lifler – Betonda kullanım için – Bölüm 1: Çelik lifler – Tarifler, özellikler ve uygunluk	21.12.2006
85	TS EN 14889-2	Lifler – Betonda kullanım için – Bölüm 2: Polimer lifler – Tarifler, özellikler ve uygunluk	21.12.2006
86	TS EN 12878	Çimento ve/veya kireç esaslı inşaat malzemelerinin renklendirilmesi için pigmentler - Özellikler ve deney yöntemleri	24.12.2014
87	TS EN 13791	Beton basınç dayanımının, yapılar ve öndökümlü beton bileşenlerde yerinde tayini	30.09.2019
88	TS EN 12504-1	Beton - Yapıda beton deneyleri - Bölüm 1: Karot numuneler - Karot alma, muayene ve basınç dayanımının tayini	15.02.2021
89	TS EN 12504-2	Yapılarda beton deneyleri - Bölüm 2: Tahribatsız muayene - Geri sıçrama sayısının belirlenmesi	30.09.2021
90	TS EN 12504-3	Yapılarda beton deneyleri - Bölüm 3: Çekip çıkarma yükünün tayini	27.12.2012
91	TS EN 12504-4	Beton deneyleri - Bölüm 4: Ultrasonik atımlı dalga hızının tayini	30.09.2021
92	TS 500	Betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları	22.02.2000
93	TS 1247	Beton yapım, döküm ve bakım kuralları (Normal hava koşullarında)	19.11.2018
94	TS 1248	Betonun hazırlanması, dökümü ve bakım kuralları - Anormal hava şartlarında	8.03.2012



www.thbb.org

www.thbbakademi.org

