

TS EN 197-1:2012 Standardı'ndaki Değişiklikler

Yasin ENGİN¹
Muhittin TARHAN²

Giriş

TS EN 197-1 Standardı genel çimento sınıflarının bileşimini, özelliklerini ve uygunluk kriterlerini içeren tanımlayıcı bir standarddır. Bu standard 2011 yılının Kasım ayında Avrupa'da, 2012 yılının Şubat ayında ise Türkiye'de revize edildi. TS EN 197-1:2012 olarak yürürlüğe giren yeni çimento standardında hem çimento üreticileri hem beton ve prekast üreticileri hem de uygulayıcılar açısından önemli değişiklikler bulunmaktadır. Bu yazıda standardın genelinden ziyade yapılan değişiklikler hakkında bilgi vermek amaçlanmıştır.

TS EN 197-1:2012 Standardı'ndaki Başlıca Değişiklikler

Standarddaki en önemli değişiklik sülfata dayanıklı, erken dayanımlı, düşük hidrasyon ısılı ve bunların kombinasyonundan oluşan yeni çimento sınıflarının ilave edilmesidir. Bunun dışında standard kapsamında bazı kriterlerde ve sınır değerlerde değişiklikler olmuştur.

A) Yeni Çimento Sınıfları

Standard, önceki versiyonunda olduğu gibi Tablo-1'de belirtilen genel çimento tiplerini içermektedir. Ancak bu tabloda 2 adet değişiklik yapılmıştır:

$$C_3A = 2,65 A - 1,69 F$$

A: Alüminyum oksit (Al_2O_3) %

F: Demir oksit (Fe_2O_3) %

Amendments on the TS EN 197-1:2012 Standard

TS EN 197-1 is a definitive standard containing the compound, characteristics, and compliance criteria of the general cement classes. This standard was revised in November 2011 in Europe and in February in Turkey. In the new cement standard that became in force as TS EN 197-1:2012, significant changes took place for the cement producers, concrete and precast producers as well as the implementers. It is aimed in this essay to inform about the amendments made rather than the generality of the standard.

1. CEM II/A-M sınıfı için klinker yüzdesi 80-88 olmuştur. Daha önce bu değer 80-94'tü.
2. CEM V/B sınıfı için yüksek fırın cürufu yüzdesi 31-49 ve puzolan-silissi uçucu kül yüzdesi 31-49 olmuştur. Daha önce bu değerler 31-50 idi.

Bu değişikliklerin dışında esas olarak standarda 7 adet sülfata dayanıklı genel çimento sınıfı, 3 adet düşük erken dayanımlı yüksek fırın cürufu çimento sınıfı ve 2 adet sülfata dayanıklı düşük erken dayanımlı yüksek fırın cürufu çimento sınıfı dahil edilmiştir. Bu değişiklikler sonucu "TS 10157 - Sülfata Dayanıklı Çimento Standardı" yürürlükten kaldırılmıştır.

A.1) Sülfata Dayanıklı Genel Çimento Sınıfları (SR çimentoları)

Sülfata dayanıklı çimentoların adlandırılmasında SR (sulfate resisting), SR 0, SR 3, SR 5 kısaltmaları kullanılmaktadır. Bu çimento sınıfları ve içerikleri Tablo 2'de gösterilmiştir. Sülfata dayanıklı çimento sınıflarında C_3A ($3CaO \cdot Al_2O_3$) içeriğinin yüzdesi sınırlandırılmıştır. Bu sınırlara uyan çimentolar sülfat etkisinin olduğu yerlerde kullanılabilir. Çimentoların C_3A içeriği ile ilgili sınır değerler Tablo 3'te belirtilmiştir. CEM I-SR

tipi çimentolar en fazla kütlece % 5 oranında C_3A içerebilmektedir. CEM IV-SR tipi çimentolarda ise bu değer %9'un altında olmalıdır. CEM III-SR tipi çimentolarda ise C_3A içeriği ile ilgili bir sınırlama yoktur. C_3A içeriği klinker fazında ölçülmektedir ve aşağıdaki formülasyon kullanılmaktadır:

Örnek: CEM I 42.5 R tipi bir çimentoda %4 Al_2O_3 ve %3.5 Fe_2O_3 var ise:
 $C_3A = 2,65 \times 4 - 1,69 \times 3,5 = 4,7$
Bu çimento CEM I 42.5 R - SR 5 sınıfındadır.

¹ İnşaat Mühendisi, Akçansa Çimento San. ve Tic. A.Ş. yasin.engin@akcansa.com.tr

² İnşaat Y.Mühendisi, Akçansa Çimento San. ve Tic. A.Ş., muhittin.tarhan@akcansa.com.tr

Tablo 1: Genel Çimentolar Sınıfına ait 27 adet çimento

Çimento Türü	Adı	Notasyon	Ana Bileşenler (Kütlece % olarak)										Minör İlave Bileşenler	
			Klinker K	Yüksek Fırın Cürufu S	Silis Dumanı D	Doğal Puzolan P	Endüstriyel Puzolan Q	Silisi Uçucu Kül V	Kalkersi Uçucu Kül W	Pişmiş Şist T	Kalker (Kireç Taşı) L	Kalker (Kireç Taşı) LL		
CEM I	Portland Çimento	CEM I	95-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
CEM II	Portland Cürüflü Çimento	CEM II/A-S	80-94	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-S	65-79	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Portland Silis Dumanlı Çimento	CEM II/A-D	90-94	-	6-10	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Portland Puzolanlı Çimento	CEM II/A-P	80-94	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-P	65-79	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/A-Q	80-94	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-Q	65-79	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	0-5
	Portland Uçucu Küllü Çimento	CEM II/A-V	80-94	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-V	65-79	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/A-W	80-94	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-W	65-79	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	0-5
	Portland Pişmiş Şistli Çimento	CEM II/A-T	80-94	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	0-5
		CEM II/B-T	65-79	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	0-5
	Portland Kalkerli Çimento	CEM II/A-L	80-94	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	0-5
		CEM II/B-L	65-79	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	0-5
		CEM II/A-LL	80-94	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	0-5
		CEM II/B-LL	65-79	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	0-5
	Portland Kompoze Çimento	CEM II/A-M	80-94	12-20										0-5
		CEM II/B-M	65-79	21-35										0-5
	CEM III	Yüksek Fırın Cürüflü Çimento	CEM III/A	35-64	36-65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CEM III/B			20-34	66-80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
CEM III/C			5-19	81-95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
CEM IV	Puzolanik Çimento	CEM IV/A	65-89	-	11-35						-	-	-	0-5
		CEM IV/B	45-64	-	36-55						-	-	-	0-5
CEM V	Kompoze Çimento	CEM V/A	40-64	18-30	-	18-30				-	-	-	-	0-5
		CEM V/B	20-38	31-49	-	31-49				-	-	-	-	0-5



Yürürlükten kaldırılan "TS 10157 - Sülfata Dayanıklı Çimento Standardı"nda çimento adlandırılmasında SDÇ kısaltması kullanılmaktaydı, ancak bu standardın yürürlükten kaldırılmasıyla bu kısaltma da iptal olmuştur. TS 10157'de sülfata dayanıklı çimentoda iki ana şart aranmaktaydı:

1. $C_3A \leq \%5$
2. $2C_3A + C_4AF \leq \%25$

Resim 1: Kolonlarda sülfat atağı sonucu hasar

C₃A'nın özellikleri ve önemi

Çimento ve suyun arasında gerçekleşen ve "hidratasyon" olarak adlandırılan reaksiyonda ilk çözünen bileşen C₃A (3CaO. Al₂O₃)'dır. Bu çözünme sonucu büyük miktarda ısı açığa çıkar. Klinkerin öğütülmesi sırasında katılan alçıtaşı, C₃A'nın hidratasyon hızını dengeler. Alçıtaşı ilave edilmemiş C₃A'lı bir çimento hızla katılaşır. C₃A yüzdesi düşük çimentolar özellikle sülfat ihtiva eden su ve zemine karşı dayanıklıdır. Eğer C₃A oranı yüksek ise dış ortamdan betona nüfuz eden sülfatlar C₃A ile tepkimeye girmekte ve bunun sonucunda ciddi hasarlar görülebilmektedir. (Bknz. Resim1)

Tablo 2: Sülfata Dayanıklı Genel Çimento Sınıfları

Tipler			İçerik (kütlece yüzde ^a)				
			Ana bileşenler				Minör ilave bileşenler
			Klinker K	Yük. Fırın Cürufu S	Doğal Puzolan P	Silissi Uçucu Kül V	
CEM I	Sülfata dirençli Portland çimentosu	CEM I-SR 0 CEM I-SR 3 CEM I-SR 5	95-100	-	-	-	0-5
CEM III	Sülfata dirençli yüksek fırın cürufu çimento	CEM III/B-SR	20-34	66-80	-	-	0-5
		CEM III/C-SR	5-19	81-95	-	-	0-5
CEM IV	Sülfata ^b dirençli puzolanik çimento	CEM IV/A-SR	65-79	-	21-35		0-5
		CEM IV/B-SR	45-64	-	36-55		0-5

a Tablodaki değerler ana ve minör ilave bileşenlerin toplamını göstermektedir.
b Sülfata dirençli puzolanik çimento olan CEM IV/A-SR ve CEM IV/B-SR tipi çimentolarda klinker dışındaki ana bileşenler belirtilmelidir.

Tablo 3: Karakteristik Değerler Olarak Sülfata Dayanıklı Genel Çimento Sınıfları için Şartlar

1	2	3	4	5
Özellik	Test referansı	Çimento tipi	Dayanım sınıfı	Gereklilikler ^a
Sülfat içeriği(SO ₃)	EN 196-2	CEM I-SR 0 CEM I-SR 3 CEM I-SR 5 ^b CEM IV/A-SR CEM IV/B-SR	32,5 N 32,5 R 42,5 N 42,5 R 52,5 N 52,5 R	≤ 3,0 % ≤ 3,5 %
C ₃ A (klinkerde _c)	EN 196-2 ^d	CEM I-SR 0	Tümü	= 0%
		CEM I-SR 3		≤ 3,0 %
		CEM I-SR 5		≤ 5,0 %
	- ^e	CEM IV/A-SR CEM IV/B-SR		≤ 9,0 %
Puzolanik özellik	EN 196-5	CEM IV/A-SR CEM IV/B-SR	Tümü	8 günde test sağlanmalıdır.

a: Özellikler çimento kütlelerinin yüzdesi cinsinden verilir.

b: Özel uygulamalarda CEM I-SR 5 çimentosu daha fazla sülfat içeriği için üretilebilir. Böyle durumlarda en yüksek sülfat miktarı teslim belgesinde (etiket olarak) belirtilmelidir.

c: CEN/TC 51 nihai çimentoda, klinkerdeki C₃A değerinin belirlenmesine ilişkin deney yöntemini geliştirme aşamasındadır.

d: Bazı durumlarda CEM I sınıfı çimento için klinkerdeki C₃A değerinin hesaplanmasında çimentonun kimyasal analizinin kullanılmasına izin verilebilir. C₃A değeri C₃A =2,65A-1,69F denklemi ile hesaplanır.

e: Deney yöntemi belirleninceye kadar klinkerdeki C₃A miktarı "Fabrika Üretim Kontrolü" nün bir parçası olarak klinkerin analizi temeline göre değerlendirilecektir.

A.2) Düşük Erken Dayanımlı Yüksek Fırın Cürufllu Çimento Sınıfları

Standard 3 adet düşük erken dayanımlı yüksek fırın cürufllu çimento sınıfı (CEM III tipi çimentolar) içermektedir. Bu çimentoların erken dayanım kriterleri Tablo 4'te görüldüğü gibi genel çimento tiplerinden farklıdır. Bu çimentoların adlandırılmasında L (low) kısaltması kullanılmaktadır.

Örnek:

CEM III/A 32.5 L : Kütlece % 36-65 arası yüksek fırın cürufu içeren 32.5 MPa dayanım sınıfında düşük erken dayanımlı yüksek fırın cürufllu çimentodur.

A.3) Sülfata Dayanımlı Düşük Erken Dayanımlı Yüksek Fırın Cürufllu Çimento Sınıfları

Sülfata dayanıklı çimentoların özelliklerini taşıyan düşük erken dayanımlı yüksek fırın cürufllu çimentolar sülfata dayanıklı düşük erken dayanımlı yüksek fırın cürufllu çimento olarak adlandırılacaktır. Bu kapsamda 2 adet çimento sınıfı(CEM III/B ve CEM III/C) mevcuttur.

Örnek:

CEM III/C 32.5 L - SR: Kütlece % 81-95 arası yüksek fırın cürufu içeren 32.5 MPa düşük erken dayanım sınıfında sülfata dayanıklı yüksek fırın cürufllu çimentodur.

Tablo 4: Karakteristik Değerlerle Verilen Mekanik ve Fiziksel Özellikler

Dayanım Sınıfı	Basınç Dayanımı, MPa			Priz Başlama Süresi	Genleşme
	Erken Dayanım		Standard Dayanım		
	2 gün	7 gün	28 gün	dakika	mm
32,5 L ^a	-	≥12,0	≥32,5	≤52,5	≥75
32,5 N	-	≥16,0			
32,5 R	≥10,0	-			
42,5 L ^a	-	≥16,0	≥42,5	≤62,5	≥60
42,5 N	≥10,0	-			
42,5 R	≥20,0	-			
52,5 L ^a	≥10,0	-	≥52,5		≥45
52,5 N	≥20,0	-			
52,5 R	≥30,0	-			

a Sadece CEM III tipi çimentolar için geçerlidir.

A.4) Düşük Hidratasyon Isılı Genel Çimento Sınıfları

Düşük hidratasyon isılı genel çimentoların hidratasyon ısı değeri 270J/g'ı geçmemelidir. Hidratasyon ısı TS EN 196-8 veya TS EN 196-9 Standardları'na göre belirlenir. Düşük hidratasyon isılı çimentoların adlandırılmasına LH (low heat) kısaltması kullanılır.

Örnek:

CEM III/B 32.5 N - LH: Kütlece % 66-80 arası yüksek fırın cürufu içeren 32.5 MPa normal erken dayanım sınıfında düşük hidratasyon isılı çimentodur.

B) Diğer Değişiklikler

B.1) Uçucu Kül: Standardın eski versiyonunda uçucu kül kızdırma kaybı kütlece en fazla % 7 ile sınırlandırılmaktaydı. TS EN 197-1:2012'de ise bu değer % 9 olmuştur. Uçucu külden kızdırma kaybı değeri için 3 sınıf mevcuttur:

1. % 0-5
2. % 2-7
3. % 4-9

Üst limit değeri üretici tarafından belirtilmek zorundadır.

B.2) Silis Dumanı: Silisyum(Si) elementi kütlece % 0.4 değerinin üzerinde olmamalıdır. Standardın önceki versiyonunda böyle bir sınırlama mevcut değildi.

B.3) Katkılar: Organik katkıların kuru bazdaki kütlesi, çimento kütlesinin **%0,2**'ini geçmemelidir. Standardın önceki versiyonunda bu değer % 0,5 idi.

Sonuç

TS EN 197-1:2012 Standardı'na ilave edilen yeni çimento sınıfları ile bazı eksiklikler giderilmiş oldu. Özellikle sülfata dayanıklı genel çimento sınıfları ile daha geniş bir ürün yelpazesi sunulmuş oldu. Önceden sadece SDÇ olarak isimlendirilen tek bir çimento sınıfı mevcutken, bu standard ile birlikte 7 adet sülfata dayanıklı çimento sınıfı tanımlanmıştır. Bu ürünler içerisinde yüksek fırın cürufu çimentolar öne çıkmaktadır. Yüksek fırın cürufu çimentolarda C₃A içeriği ile ilgili bir sınırlama olmaması bu çimentoların performans açısından üstünlüğünü göstermektedir. Standarddaki önemli bir değişiklikte yüksek fırın cürufu çimentolar için düşük erken dayanım sınıflarının ilave edilmesidir. Bu değişiklik, hem üreticiler için önemli bir kolaylık sağlayacaktır hem de kullanım aşamasında yaşanan bazı sıkıntıları giderecektir.

Kaynaklar

1. TS EN 197-1:2012 - Çimento- Bölüm 1: Genel Çimentolar- Bileşim, Özellikler ve Uygunluk Kriterleri
2. TS EN 197-1:2002 - Çimento- Bölüm 1: Genel Çimentolar- Bileşim, Özellikler ve Uygunluk Kriterleri
3. TS 10157 - Çimento - Sülfata Dayanıklı Çimento - Bileşim, Özellikler ve Uygunluk Kriterleri