



# **Cam Elyaf Takviyeli Beton (GRC) için Kılavuz Test Yöntemleri.**

**Uluslararası  
Cam Elyaf Takviyeli Beton  
Derneği (GRCA)**

**Ekim 2017**

Uluslararası Cam Elyaf Takviyeli Beton Derneği (GRCA), Cam Elyaf Takviyeli Beton sektörüyle bağlantılı diğer derneklerle de ilişki kurmaktadır. Detaylı bilgi ve GRCA Üyelerinin tam listesi, Uluslararası Cam Elyaf Takviyeli Beton Derneği (GRCA) web sitesinde mevcuttur: [www.grca.org.uk](http://www.grca.org.uk).

GRCA üyeliği řu kişi ve şirketlere açıktır:

- Cam Elyaf Takviyeli Beton ürünleri üreten veya geliřtiren řirketler,
- Sektörde sistem veya malzeme tedarik edenler,
- Mesleki ortaklıklar veya danışmanlar,
- Diğer ilgili taraflar.

Üye Ortaklık, Cam Elyaf Takviyeli Beton üretimiyle uğraşmayan, küçük şirketler hariç olmak üzere tüm gerçek kişilere açıktır.

### **Cam Elyaf Takviyeli Beton Malzeme Test Yöntemleri**

Yayımlayan: Uluslararası Cam Elyaf Takviyeli Beton Derneği (GRCA).

Sürümün yayımlanma tarihi: Ekim 2017

© Uluslararası Cam Elyaf Takviyeli Beton Derneği (GRCA)

### **Uluslararası Cam Elyaf Takviyeli Beton Derneği**

PO Box 1454,  
NORTHAMPTON  
NN2 1DZ  
Birleşik Krallık

Tel: +44 (0) 330 111 GRCA  
+44 (0) 330 111 4722

Web: [www.grca.org.uk](http://www.grca.org.uk)

E-posta: [info@grca.org.uk](mailto:info@grca.org.uk)

Bu dokümanda yer alan tüm tavsiyeler genel kılavuz niteliğindedir ve herhangi bir rapor veya şartname için kullanılmadan önce mevcut kullanım koşullarına göre gözden geçirilmelidir. Uluslararası Cam Elyaf Takviyeli Beton Derneği (GRCA) bu dokümanın hazırlanmasında her tür özeni göstermişse de, Uluslararası Cam Elyaf Takviyeli Beton Derneği (GRCA), üyeleri, çalışan taraflar veya temsilciler bu dokümandaki hata, eksiklik veya ihmallerden ötürü hiçbir sorumluluk kabul etmez.

Tüm hakları saklıdır. Bu yayının hiçbir bölümü, Uluslararası Cam Elyaf Takviyeli Beton Derneği'nin (GRCA) önceden yazılı izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi, kayıt veya başka ortamlar dahil hiçbir ortamda saklanamaz, çoğaltılamaz veya aktarılamaz.

# GRCA "CAM ELYAF TAKVİYELİ BETON MALZEME TEST YÖNTEMLERİ"

## İÇİNDEKİLER

	SAYFA
GİRİŞ	4
1. BÖLÜM: KÜRLENMEMİŞ CAM ELYAF TAKVİYELİ BETONDAKİ ELYAF İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ	5
1.1 Kapsam	
1.2 Tanımlar	
1.3 Donanımlar	
1.4 Test Numunesi	
1.5 Prosedür	
1.6 Hesaplama	
1.7 Test Raporu	
2. BÖLÜM: CAM ELYAF TAKVİYELİ BETON MALZEMEDE KURU VE ISLAK KÜTLE YOĞUNLUĞUNU, SU ABSORBSİYONUNU VE GÖRÜNÜR POROZİTEYİ BELİRLEME	8
2.1 Kapsam	
2.2 Donanımlar	
2.3 Test Numunesi	
2.4 Prosedür	
2.5 Sonuçların Hesaplanması ve İfade Edilmesi	
2.6 Test Raporu	
3. BÖLÜM: CAM ELYAF TAKVİYELİ BETONUN BÜKÜLME ÖZELLİKLERİNİ BELİRLEME	10
3.1 Kapsam	
3.2 Tanımlar	
3.3 Donanımlar	
3.4 Test Numunesi	
3.5 Test Numunesi Sayısı	
3.6 Prosedür	
3.7 Sonuçların Hesaplanması ve İfade Edilmesi	
3.8 Bu Standarda Uygun Olmayan Testler	
3.9 Test Raporu	
4. BÖLÜM: CAM ELYAF TAKVİYELİ BETON PÜSKÜRTME EKİPMANI	15
4.1 Torba Testi	
4.2 Kova Testi	
5. BÖLÜM: BULAMAÇ AKIŞI ÖLÇÜMÜ - KIVAM TESTİ	19

## GİRİŞ

Cam Elyaf Takviyeli Beton, 1970'li yılların başlarında dikkat çekmeye başlayan önemli bir inşaat malzemesidir.

GRCA "Cam Elyaf Takviyeli Beton Malzeme Test Yöntemleri" belgesi, bir malzeme olarak Cam Elyaf Takviyeli Beton kullanıldığında uygulanması gereken prosedürleri tanımlar. Bahsedilen yöntemler normalde Kalite Kontrol çalışmalarında kullanılan yöntemlerdir ve GRCA gerektiğinde farklı malzeme özelliklerini de içeren başka standart test prosedürleri hazırlamayı planlamaktadır. Cam Elyaf Takviyeli Betonun bileşenleri üzerinde yapılan testler bu standardın kapsamına girmez. Ayrıca, Cam Elyaf Takviyeli Beton kullanılan bazı ürün veya uygulamalarda da, nihai ürünler üzerinde farklı testler yapılmalıdır. Bu testler de bu belgenin kapsamına girmez.

GRCA Teknik Grubu, belgeyi hazırlarken başka ülkelerdeki Cam Elyaf Takviyeli Beton standartları hazırlayan kuruluşlarla da iletişim kurarak bu ülkelerde uygulanan prosedürlerin Birleşik Krallık'ta uygulanan prosedürlerden çok farklı olmamasını sağlamaya çalışmıştır.

## **BÖLÜM 1 - KÜRLENMEMİŞ CAM ELYAF TAKVİYELİ BETON MALZEMENİN CAM**

### **ÖZELLİKLERİNİ BELİRLEME**

#### **1.1 Kapsam**

Bu Standart, kürlenmemiş ve yeşil haldeki Cam Elyaf Takviyeli Beton malzemede bulunan elyaf içeriğini (ağırlıkça) belirlemeye yönelik bir yöntemi açıklar.

#### **1.2 Tanımlar**

Bu GRCA Standardı kapsamında şu tanımlar geçerlidir.

##### **1.2.1 Yeşil Hal**

Malzeme kompozisyonunu değiştirebilecek tüm fiziksel proseslerin hakim olduğu ancak yine de cam elyafın akan su hareketiyle malzeme matrisinden ayrıştırılabildiği bir Cam Elyaf Takviyeli Beton üretim aşaması.

Genellikle, ortam koşulları altında, üretimden sonra 2 saat sürer.

#### **1.3 Donanımlar**

1.3.1 0,1 gramlık artışlarla 1000 gram malzemeyi tartabilen bir laboratuvar terazisi.

1.3.2 Cebri hava sirkülasyonu ve havalandırmayla donatılmış, en az 300 °C sıcaklığa ulaşabilecek bir laboratuvar fırını.

VEYA

Havalandırmayla donatılmış,  $\pm 20$  °C toleransla 500 °C sıcaklığa ulaşabilecek bir laboratuvar mufla fırını.

1.3.3 3 mm paslanmaz çelik örgüden üretilmiş örgü sepetler (175 mm uzunluk x 100 mm genişlik x 25 mm derinlik).

#### **1.4 Test Numunesi**

Üretim süreci ve kalınlık bakımından asıl ürünü doğru temsil edebilmesi için, test numunesi nihai üründen veya bu mümkün değilse buna uygun hazırlanmış bir test panelinden alınmalıdır.

Test numunesi, numunenin temiz ve belirgin kesilmiş kenarlara sahip olmasını sağlayacak keskin bir bıçak veya başka bir alet kullanılarak, yeşil haldeki üründen kesilip alınmalıdır.

1.4.1 Test numunelerinin boyutları.

Nominal numune boyutu 150 mm x 50 mm olmalıdır.

#### 1.4.2 Test numunelerinin sayısı.

Ürün veya test paneli için ortalama cam içeriği değerlerinin elde edilebilmesi amacıyla, üründen veya test panelinden en az 3 test numunesi alınmalıdır. Numuneler, ürünün veya test panelinin toplam alanını olabildiğince temsil edecek şekilde seçilmelidir.

### 1.5 Prosedür

Ürün veya test panelinden alınan numuneyi kestikten hemen sonra testi gerçekleştirin. Kuruyken ağırlığı hesaplanmış örgü sepeti ( $M_1$ ) yerleştirin ve toplam kütleyi ( $M_2$ ) kaydedin. Sepeti bir akan suyun altında tutun ve Cam Elyaf Takviyeli Betonun ellerinizle ovuşturarak parçalayın (elyaf kaybı olmamasına dikkat edilmelidir).

Cam elyaf dışındaki tüm çimento ve diğer katı partiküller temizlendikten sonra sepeti ve içindekileri 300°C'den yüksek sıcaklıkta bir laboratuvar fırınında (yaklaşık 1 saat boyunca) veya 520°C'den yüksek sıcaklıkta bir mufla fırınında (yaklaşık 5 dakika boyunca), sabit ağırlığa ulaşana kadar ısıtarak kurutun. Sepeti ve içindekileri fırından çıkardıktan sonra, oda sıcaklığına kadar soğumalarını bekleyin (tercihen kurutma ünitesi kullanılmalıdır).

Camın temiz olduğunu kontrol edin ve gerekiyorsa cam elyafı elinizle ovuşturup tepsiyi çalkalayarak kalan artık kumu giderin.

Kütleyi ( $M_3$ ) kaydedin.

### 1.6 Sonuçların Hesaplanması ve İfade Edilmesi

#### 1.6.1 Cam İçeriği (ağırlıkça)

Cam içeriği (ağırlıkça) şu formül kullanılarak hesaplanır.

$$\text{Cam içeriği (\%w/w)} = \frac{(M_3 - M_1) \times 100}{(M_2 - M_1)}$$

burada;  $M_1$  = Sepetin kütlesi (gram)  
 $M_2$  = Sepetin kütlesi + numune (gram)  
 $M_3$  = Sepetin kütlesi + kuru cam (gram)

### 1.7 Test Raporu

Test raporu, bu standartla ilgili bir referans ve aşağıdaki bilgileri (gerekli olanlar) içermelidir:

1.7.1 Ürün veya test panelinin tanımlayıcı işareti, test tarihi ve test edilen malzemeyle ilgili diğer veriler.

1.7.2 Numune olarak alınan test numunelerinin sayısı.

1.7.3 Test edilen ürün veya panelden alınmış tüm sonuçlardaki cam oranının aritmetik ortalaması ve sonuçların genel aralığı.

## **BÖLÜM 2 CAM ELYAF TAKVİYELİ BETON MALZEMEDE**

### **KURU VE ISLAK KÜT YOĞUNLUĞUNU, SU ABSORBSİYONUNU VE GÖRÜNÜR POROZİTEYİ**

#### **ÖZELLİKLERİNİ BELİRLEME**

##### **2.1 Kapsam**

Bu standart, Cam Elyaf Takviyeli Beton malzemenin kuru ve ıslak kütle yoğunluğunu, su absorpsiyonunu ve görünür porozitesini belirlemeye yönelik tek bir yöntemi açıklar.

##### **2.2 Donanımlar**

- 2.2.1 0,1 gramlık artışlarla 1000 gram malzemeyi tartabilen bir laboratuvar terazisi. Terazi, suda asılı bir test numunesinin ağırlığını hesaplayabilmelidir.
- 2.2.2 Test numunesini suda asılı tutmak için uygun tipte bir tutucu.
- 2.2.3 Cebri hava sirkülasyonu ile donatılmış,  $\pm 5$  °C toleransla 110 °C sıcaklığa ulaşabilecek bir laboratuvar fırını.
- 2.2.4 100 mm x 100 mm ebatlarında birkaç test parçasını tutabilecek kapasitede bir kurutma ünitesi.

##### **2.3 Test Numunesi**

Üretim süreci, kütleme veya kalınlık bakımından asıl ürünü doğru temsil edebilmesi için, test numunesi nihai üründen veya bu mümkün değilse buna uygun hazırlanmış bir test panelinden alınacaktır.

- 2.3.1 Test numunesinin boyutları. Numune boyutu en az 50 mm x 50 mm (nominal boyutlar) ve tercihen 100 mm x 100 mm olmalıdır.

Test numuneleri, silikon karbür bir testere veya başka bir uygun donanım kullanılarak, kürlenmiş nihai üründen veya kürlenmiş test panelinden alınmalıdır.

- 2.3.2 Numune sayısı. Ürün veya test levhası için ortalama değerlerin elde edilebilmesi amacıyla, üründen veya test levhasından en az iki test numunesi alınmalıdır. Test numuneleri birbirine bitişik kısımlardan alınmamalıdır. Numunede görünür çatlak, yarılma veya kırık kenarlar bulunmamalıdır.

##### **2.4 Prosedür**

Numuneyi, sabit bir ağırlık elde edilene kadar temiz suyun içine daldırın. [Yaklaşık 7 gün tutulmalıdır]. Suda asılı numunenin kütlelerini belirleyin ( $M_1$ ). Numuneyi sudan alın, yüzeydeki suyu kağıt havluyla hızlıca giderin ve hemen havadaki numune ağırlığını hesaplayın ( $M_2$ ).

Numuneyi bir fırının içinde 110 °C (± 5 °C) sıcaklıkla sabit ağırlığa ulaşana kadar ısıtın [yaklaşık 7 gün sürer]. Numuneyi fırından alın, kurutma ünitesinin içinde oda sıcaklığına kadar soğutun ve ağırlığını hesaplayın (M<sub>3</sub>).

## 2.5 Sonuçların Hesaplanması ve İfade Edilmesi

Özellikler aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanır.

### 2.5.1 Kuru Kütle Yoğunluğu

$$\text{Kuru kütle yoğunluğu (kg / m}^3\text{)} = \frac{M_3}{M_2 - M_1} \times 1000$$

### 2.5.2 Islak Kütle Yoğunluğu

$$\text{Islak kütle yoğunluğu (kg / m}^3\text{)} = \frac{M_2}{M_2 - M_1} \times 1000$$

### 2.5.3 Su Absorbsiyonu

$$\text{Su Absorbsiyonu (ağırlıkça \%)} = \frac{M_2 - M_3}{M_3} \times 100$$

### 2.5.4 Görünür Porozite

$$\text{Görünür Porozite (hacmen \%)} = \frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} \times 100$$

## 2.6 Test Raporu

Test raporu, bu standartla ilgili bir referans ve aşağıdaki bilgileri içermelidir:

- 2.6.1 Ürün veya test panelinin tanımlayıcı işareti, test tarihi ve test edilen malzemeyle ilgili diğer veriler.
- 2.6.2 Numune olarak alınan test numunesi sayısı.
- 2.6.3 Test edilen ürün veya panelden alınmış tüm sonuçlardaki su/katı madde oranının aritmetik ortalaması ve sonuçların genel aralığı.



## **BÖLÜM 3 - CAM ELYAF TAKVİYELİ BETON MALZEMENİN BÜKÜLME**

### **ÖZELLİKLERİNİ BELİRLEME**

#### **3.1 Kapsam**

Bu Standart, levhalardan kesilmiş veya doğrudan kalıplanmış dikdörtgen çubuklar halindeki Cam Elyaf Takviyeli Beton malzemenin Orantısallık Limitini (LOP) ve Kopma Katsayısını (MOR) belirlemeye yönelik bir yöntemi açıklar.

NOT - Bu dört noktadan yükleme yöntemi, test numunesinin ortadaki üçte birlik kısmına saf bükülme kuvvetleri uygular ve gerilimin sadece merkezde yoğunlaştığı üç noktadan yükleme yöntemi yerine tercih edilir.

Bu prosedür, yük defleksiyon eğrisinin otomatik kaydedildiği tipik bir üniversal burulma testi makinesinin kullanılmasıyla bağlantılıdır.

#### **3.2 Tanımlar**

##### **3.2.1 Orantısallık Limiti (LOP)**

Yük/defleksiyon eğrisinin ilk bölümü doğrusallıktan sapınca ortaya çıkan eğilme gerilmesi. (Bkz. Şek. 1).

##### **3.2.2 kopma Katsayısı [MOR]**

Yük maksimum seviyeye ulaşınca ortaya çıkan eğilme gerilmesi. (Bkz. Şek. 1).

#### **3.3 Donanımlar**

3.3.1 Standart test makinesi düzgün üretilip kalibre edilmiş olmalıdır. Makine, belirtilen yüklere dair hata payının  $\pm$  %1'i, belirtilen defleksiyonlar için hata payının ise %2'yi aşmayacağı sabit bir piston kafası hızıyla çalıştırılabilir. Makine, BS EN ISO 7500 2004 gerekliliklerini karşılamalıdır.

3.3.2 Bükülme testi donatısı (Şek. 2'de şematik olarak gösterilmiştir). Destekler ve yükleme tekerlekleri en az test numunesi kadar geniş olmalı ve numuneye uygulanan kuvvetlerin numune yüzeyine dik olarak ve dış merkezlilik olmadan uygulanacağı biçimde tasarlanmalıdır. Yükleme tekerleklerinin yarıçapı en az 6 mm olmalıdır.

Destekler arasındaki mesafe (L) ayarlanabilmelidir.

#### **3.4 Test Numunesi**

Üretim süreci, kütleme veya kalınlık bakımından asıl ürünü doğru temsil edebilmesi için, test numunesi nihai üründen veya bu mümkün değilse buna uygun hazırlanmış bir test panelinden alınmalıdır.

Test numuneleri, silikon karbür bir testere veya su soğutmalı başka bir uygun donanım kullanılarak, kürlenmiş nihai üründen veya kürlenmiş test panelinden alınmalıdır.

Numuneler paralel kenarlı dikdörtgen ve numunenin kalıp veya makinedeki yüzeyine dik olmalıdır.

#### 3.4.1 Test Numunelerinin Boyutları

Numune uzunluğu, Tablo 1'de numune kalınlığı için verilen ana açıklıktan 25 mm'den az ve 50 mm'den çok olmamalıdır.  
[Tipik olarak, kalınlık 8-10 mm'dir ve 12,5 mm'den fazla değildir].

'b' genişliği 50 mm ( $\pm 2$  mm) olmalıdır.

#### 3.4.2 Eşyönsüz (Anizotropik) Malzemeler

Cam Elyaf Takviyeli Betonun levha düzleminde eşyönsüzlük sergilediği biliniyorsa ve en yüksek mukavemetin olduğu yön üretim prosedürü sayesinde biliniyorsa, hem uzunlukları o yöne paralel olan test numuneleri (Bölüm 5'e göre) hem de uzunlukları o yöne göre normal olan test numuneleri (Bölüm 5'e göre) alınmalıdır.

En yüksek mukavemetin bulunduğu yön, testten önce levha üzerinde işaretlenmelidir.

### 3.5 Test Numunelerinin Sayısı

3.5.1 En az 4 test numunesi kullanılmalıdır. Bunların iki tanesi numunenin kalıp veya makinedeki yüzeyi büyük burgularla, iki tanesi ise küçük burgularla temas halinde test edilmelidir.

### 3.6 Prosedür

#### 3.6.1 Test Koşulları

Test numuneleri 4 ila 24 saat boyunca oda sıcaklığında suya daldırılarak ıslak bir şekilde koşullandırılıp ıslak test edilmeli ya da 4 ila 24 saat boyunca oda sıcaklığında kuru bir şekilde koşullandırılıp kuru test edilmelidir.

Islak test yapılıyorsa test işlemi numuneler sudan çıkarıldıktan sonraki 5 dakika içinde gerçekleştirilmelidir. Yüzey suyu havluyla giderilebilir.

#### 3.6.2 Test Prosedürü

3.6.2.1 Test tezgahının küçük ve büyük burgularını Tablo 1'de gösterildiği gibi ayarlayın (ayrıca bkz. Şekil 2). Yükleme burguları ve destekleri, silindirik yüzeyin eksenleri birbirine paralel olacak biçimde hizalanmalıdır.

3.6.2.2 Test numunesini iki paralel desteğe simetrik olarak yerleştirin ve test numunesi uzunluğunun her iki desteğe de doğru mesafede olduğunu ve numunenin burguların dışına sarkan kısımlarının eşit uzunlukta olduğunu kontrol edin.

- 3.6.2.3 Test makinesini, piston kafası Tablo 1'de gösterildiği gibi hızlanacak biçimde ayarlayın.
- 3.6.2.4 Yükü sabit bir piston kafası hızıyla yükleyin ve yük/defleksiyon eğrisini sürekli kaydedin. LOP yükünün tam ölçek yük aralığının en az %30'unda meydana geleceği bir yük aralığı seçilmelidir.
- 3.6.2.5 \* Yük/defleksiyon eğrisinin doğrusallıktan saptığı yükü ( $W_1$ ) (LOP yükü) ve elde edilen maksimum yükü ( $W_2$ ) (MOR yükü) kaydedin.  
\* Günümüzdeki test makinelerinin çoğunda otomatiktir.
- 3.6.2.6 Başarısız olan test parçasını ayırın ve başarısız olunan bölgeye en yakın 0,1 mm'lik 3 noktada numune kalınlığını ölçün. Ortalama değeri alın. En yakın 0,1 mm'lik noktada numune genişliğini ölçün. Bu ölçümler, numunenin test sırasında genişlemiş olabileceği noktaların seçilmemesine özen gösterilerek, başarısız olan bölgede veya bu bölgeye yakın bir yerde yapılmalıdır.

### 3.7 Sonuçların Hesaplanması ve İfade Edilmesi\*

#### 3.7.1 Orantısallık Limiti (LOP)

Orantısallık Limiti, şu denklem kullanılarak MPa cinsinden hesaplanır:

$$LOP = W_1L / bd^2$$

Burada  $W_1$  = LOP yükü; yani, yük/defleksiyon eğrisinin doğrusallıktan sapma gösterdiği yük. (Newton)

$L$  = Ana açıklık (mm)

$b$  = Genişlik (mm)

$d$  = Kalınlık (mm)

#### 3.7.2 Kopma Katsayısı (MOR)

Kopma Katsayısı, şu denklem kullanılarak MPa cinsinden hesaplanır:

$$MOR = W_2L / bd^2$$

Burada;  $W_2$  = MOR yükü (Newton)

$L$  = Ana açıklık (mm)

$b$  = Genişlik (mm)

$d$  = Kalınlık (mm)

#### 3.7.3 Yönlülük Oranı

Eşyönlü bir malzeme test ediliyorsa, LOP ve MOR için her yönden ortalama değerlerin oranı Yönlülük Oranı olarak verilecektir.

\* LOP ve MOR değerlerinin yanı sıra LOP kırılma deformasyonu, MOR kırılma deformasyonu ve Young modülü değerlerini de otomatik hesaplayan entegre yazılımlı özel bir test donanımı da satın alınabilir.

### 3.8 Test Raporu

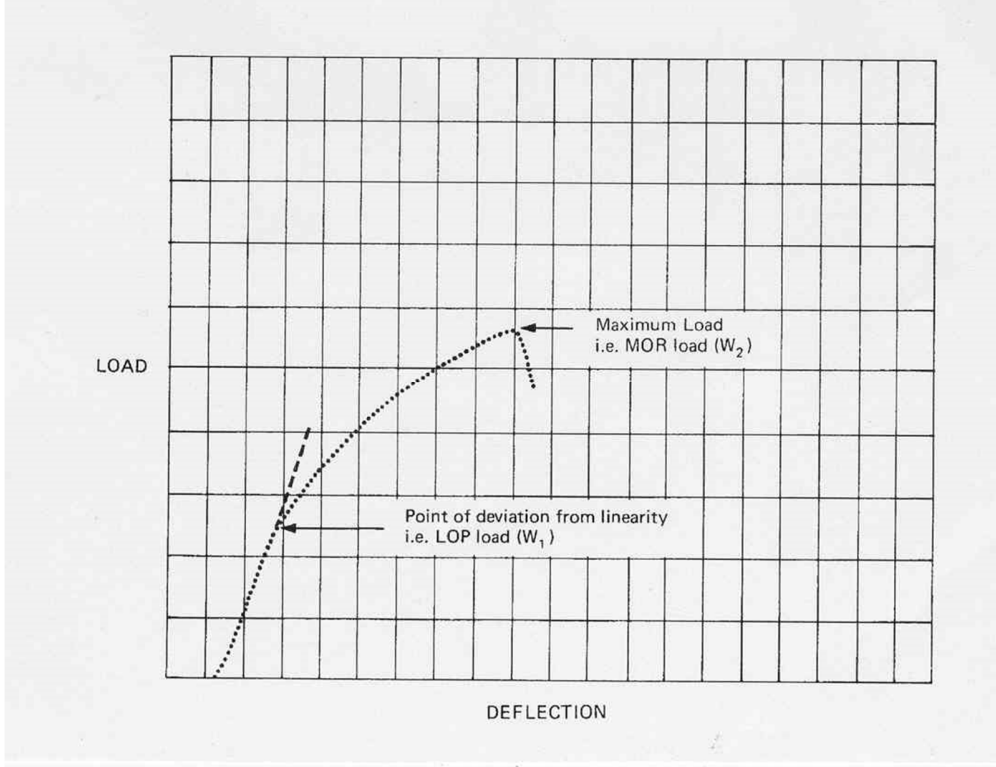
Test raporu, bu standartla ilgili bir referans içermelidir. Rapor ayrıca aşağıdaki bilgilere de yer vermelidir (gerektiği gibi).

- 3.8.1 Ürün veya test panelinin tanımlayıcı işareti, test tarihi, polimer olup olmaması, test işleminin ıslak veya kuru olması (bkz. 3.6.1) ve malzemeyle ilgili diğer veriler.
- 3.8.2 Numune olarak alınan test numunelerinin sayısı.
- 3.8.3 Anizotropik (eşyönlü) malzeme test ediliyorsa, numunelerin alındığı yön.
- 3.8.4 Test edilen her numune için LOP ve MOR değerleri.
- 3.8.5 LOP ve MOR değerlerinin minimum ve aritmetik ortalama değerleri:
  - (a) Numunelerin ana açıklık destekleriyle temas eden kalıp yüzü.
  - (b) Numunelerin ana açıklık destekleriyle temas eden mala yüzü.
- 3.8.6 Test edilen tüm numunelerin hesaplanan LOP ve MOR değerlerinin minimum ve aritmetik ortalama değerleri.

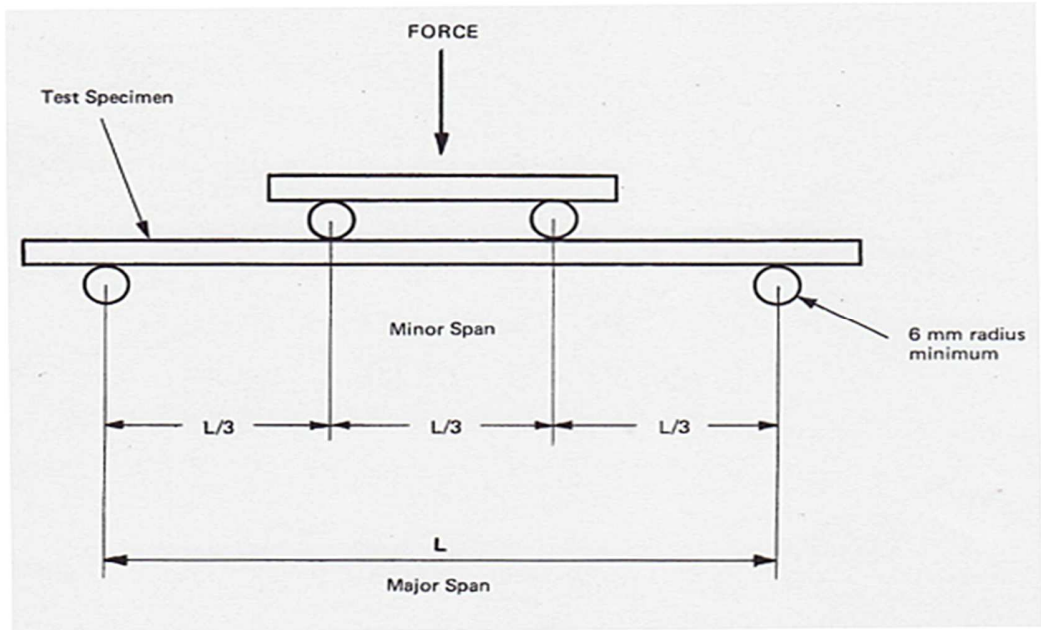
Tablo 1: Muhtelif numune kalınlıkları için küçük ve büyük aralık ile piston kafası hızları

<b>Nominal Numune Kalınlığı (mm)</b>	<b>Ana Açıklık (mm)</b>	<b>Küçük Açıklık (mm)</b>	<b>Piston Kafası Hızı (mm/dak)</b>
Maks. 6,7	135	45,0	1,5 – 3,0
6,8 – 10,0	200	66,7	1,5 – 3,0
10,1 – 12,5	250	83,3	1,5 – 3,0
12,6 – 15,0	300	100,0	3,0 – 5,0
15,1 – 17,5	350	116,7	3,0 – 5,0
17,6 – 20,0	400	133,3	3,0 – 5,0

Şek. 1 - Tıpkı Yık Defleksiyon Eğrisi



Şek. 2 - Cam Elyaf Takviyeli Beton Diyagramı Yükleme için Test Donatısı Diyagramı



## **BÖLÜM 4 - CAM ELYAF TAKVİYELİ BETON PÜSKÜRTME DONANIMININ KALİBRASYONU**

Cam Elyaf Takviyeli Beton kompozitlerin mukavemeti, tüm elle püskürtme işlemlerinde genellikle nihai ürün ağırlığının %5'i kadar olan cam elyaf içeriğine bağlıdır.

Püskürtme işlemine geçilmeden önce, bulamaç püskürtme ve cam bırakma ağızları Torba ve Kova testleri aracılığıyla kalibre edilmelidir.

Tipik bir 12 kg/dakika bulamaç çıkışı için cam bırakıcı çıkışı yaklaşık 630 gr/dakika olmalıdır.

(Bazı şartnamelerde, izin verilen minimum cam içeriği %5'tir. Bu tür durumlarda, hedef cam içeriği olarak %5,3 alınması önerilir).

### **4.1 Torba Testi**

Elyaf dağıtıcıdan doğru miktarda parçalanmış elyaf dağıtıldığını teyit etmeye yönelik bir testtir.

#### **4.1.1 Donanımlar**

4.1.1.1 0,1 gramlık artışlarla 1000 gram malzemeyi tartabilen bir laboratuvar terazisi.

4.1.1.2 Yaklaşık 600 mm x 1000 mm boyutlarda plastik torba.

#### **4.1.2 Yöntem**

Gerçek çalışma koşulları altında gerçekleştirilmelidir.

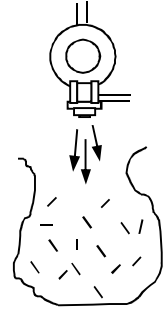
4.1.2.1 Boş torbayı tartın (W gram).

4.1.2.2 Elyafı torbanın içinde 15 saniye parçalayın.

4.1.2.3 Torbayı ve elyafı tartın (G gram).

4.1.2.4 Cam çıkışı =  $(G - W) \times 4$  gr/dakika.

4.1.2.5 Cam bırakıcıya giden hava basıncını gerekli çıkış elde edilene kadar ayarlayın ve bu basıncı not edin.



### **4.2 Kova Testi**

Bulamaç püskürtme çıkışını ölçmek için kullanılır.

#### **4.2.1 Donanımlar**

4.2.1.1 50 gramlık artışlarla 12 kg malzemeyi tartabilen bir laboratuvar terazisi.

4.2.1.2 Minimum 10 litre kapasiteli plastik kova.

#### 4.2.2 Yöntem

Gerçek çalışma koşulları altında gerçekleştirilmelidir.

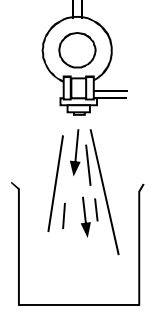
4.2.2.1 Boş kovayı tartın (W gram).

4.2.2.2 Bulamacı 30 saniye boyunca kovaya püskürtün.

4.2.2.3 Kovanın ve bulamacın ağırlığını hesaplayın (S gram).

4.2.2.4 Bulamaç çıkışı =  $(G - W) \times 2$  kg/dakika.

4.2.2.5 Gereken çıkış elde edilene kadar pompa çıkışını ayarlayın ve bu pompa ayarını not edin.



(Temiz Cam Elyaf Takviyeli Betonun elyaf içeriğini ölçmeye ve donanımı kalibre etmeye dair alternatif bir yöntem, BS EN 1170 - 3 - Püskürtmeli Cam Elyaf Takviyeli Betonun Elyaf İçeriğini Ölçme dokümanında açıklanmıştır.)

16. sayfadan devam eder

Tablo 2: Torba ve Kova Kalibrasyon Tablosu (%5 cam içeriği için)

Cam Çıkışı:	gr / 15 sn	kg / dak	Bulamaç Çıkışı:	kg / dak	kg / 30 sn
	130,0	0,52		9,88	4,940
	132,5	0,53		10,07	5,035
	135,0	0,54		10,26	5,130
	137,5	0,55		10,45	5,225
	140,0	0,56		10,64	5,320
	142,5	0,57		10,83	5,415
	145,0	0,58		11,02	5,510
	147,5	0,59		11,21	5,605
	150,0	0,60		11,40	5,700
	152,5	0,61		11,59	5,795
	155,0	0,62		11,78	5,890
	<b>158,0</b>	<b>0,632</b>	<b>Eşmerkezli Tabancalar için Tipik Çıkış Değerleri</b>	<b>12,00</b>	<b>6,000</b>
	160,0	0,64		12,16	6,080
	162,5	0,65		12,35	6,175
	165,0	0,66		12,54	6,270
	167,5	0,67		12,73	6,365
	170,0	0,68		12,92	6,460
	172,5	0,69		13,11	6,555
	175,0	0,70		13,30	6,650
	177,5	0,71		13,49	6,745
	180,0	0,72		13,68	6,840
	182,5	0,73		13,87	6,935
	185,0	0,74		14,06	7,030
	187,5	0,75		14,25	7,125
	190,0	0,76		14,44	7,220
	192,5	0,77		14,63	7,315
	195,0	0,78		14,82	7,410
	197,5	0,79		15,01	7,505
	200,0	0,80		15,20	7,600
	202,5	0,81		15,39	7,695
	205,0	0,82		15,58	7,790
	207,5	0,83		15,77	7,885
	210,0	0,84		15,96	7,980
	212,5	0,85		16,15	8,075



*Hesaplanan Örnekler:*

a) **Cam Çıkışı**

$$\frac{\text{Bulamaç Çıkışı (kg/dak)} \times \text{Cam İçeriği (\%)}}{100 - \text{Cam İçeriği, \%}} \text{ kg/dak}$$

**Cam Çıkışı Hesaplama Örneği**

Cam içeriğinin %5 olması gerekiyorsa ve Bulamaç Çıkışı 12,6 kg/dakika ise, gerekli Cam Çıkışı şöyle olmalıdır:

$$= \frac{12,6 \times 5}{95} = 0,663 \text{ kg/dak} = 166 \text{ gr} / 15 \text{ saniye.}$$

b) **Bulamaç Çıkışı**

$$\frac{\text{Cam Çıkışı (kg/dak)} \times [100 - \text{Cam İçeriği (\%)}]}{\text{Cam İçeriği, \%}} \text{ kg/dak}$$

**Bulamaç Çıkışı Hesaplama Örneği**

Cam çıkışı 0,7 kg/dakika ise ve Cam İçeriğinin %5 olması gerekiyorsa, gereken Bulamaç Çıkışı şöyle olmalıdır:

$$= \frac{0,7 \times 95}{5} = 13,3 \text{ kg/dakika.}$$

1. Torba Testinden gelen parçalanmış elyaflar ıskartaya çıkarılır ve ön karışım için kullanılamaz.
2. Bulamaç ise yeniden pompa hunisine gönderilebilir.
3. Karışımda kasten veya yanlışlıkla bir değişiklik yapılan her durumda Torba ve Kova Testi gerçekleştirilmelidir.

**PROSEDÜR**

1. Cam bırakıcının hava basıncı göstergesini gereken seviyeye ayarlayın.
2. Cam elyaf için Torba Testi gerçekleştirin.
3. Önceki sayfada bulunan Tabloda gösterilen Gerekli Bulamaç Çıkışı değerine bakın.
4. Kova Testini kullanarak Bulamaç Çıkışını belirleyin.

**Not:**

Aynı hava basıncı geçerliken cam bırakıcının sağladığı çıkış miktarı azalır, hava motoruna veya hava motoru filtresine bakım yapılması gerekiyor veya hava motorunu besleyen yağ haznesi kuru çalışıyor demektir.

## BÖLÜM 5 - BULAMAÇ AKIŞINI ÖLÇME - KIVAM TESTİ

Not. Bu test polimer karışımlar için her zaman uygun değildir.

Daha ziyade, karışımın püskürtülebilirliğini kontrol etmeye yöneliktir. Test hızla ve kolayca yapılabilir.

### 5.1 Donanım

Açık Uçlu Sert Plastik Tüp İç çap: 57 mm,  
Dış Çap: 65 mm, Uzunluk: 55 mm.

Sert Plastik Hedef Levhası: 65, 85, 108, 125, 145, 165, 185, 205 ve 225 mm çapında eş merkezli delikler açılmış, sırasıyla 0-8 numaralı, 30 cm x 30 cm ebatlarında.

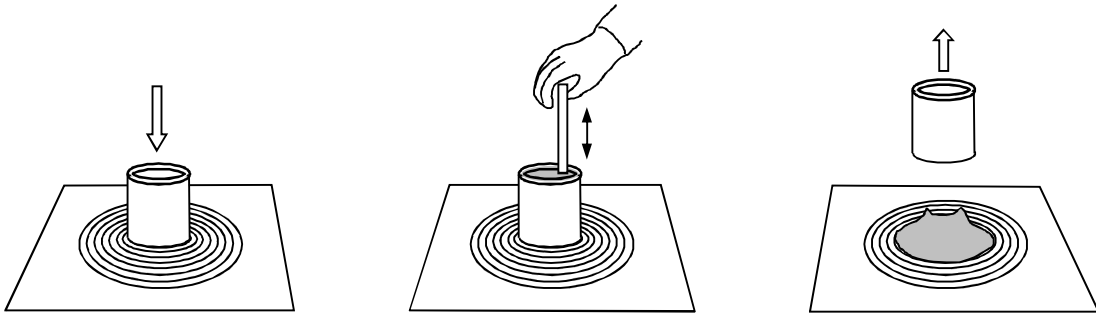
### 5.2 Yöntem

Plastik tüp Pleksiglas hedef levhasının üzerine yerleştirilir ve bulamaçla doldurulur. Gerekirse, karışım hafifçe sıkıştırılarak hava kabarcıkları çıkarılır. Bulamacın tepesi bir spatula kenarıyla düzleştirilmelidir.

Tüp yavaş ve kesintisiz bir hareketle levhanın üzerinde dikey olarak yukarı doğru kaldırılarak bulamacın hedef plakasındaki eşmerkezli delikler üzerine akması sağlanır. Bulamacın kapattığı deliklerin sayısına göre slamp miktarı hesaplanır. Standart formüllerde genellikle 2-3 delik sayısı veriliyorsa da bunlar daha ziyade üreticinin ihtiyaç duyulan karışımı elde edebilmesi için gereken değerlerdir.

Karışımın tutarlılığı püskürtme özelliklerini ve dolayısıyla atomizasyonda kullanılacak basınçları etkileyebilir.

Sabit bir slampın korunması, karışımın püskürtülebilirliğinin sabit olacağı anlamına gelir. Bu durum püskürtmeyi kolaylaştıracak ve sıkıştırmayı daha etkili hale getirecektir.



Karışımın tutarlılığı ve kalitesi şunlardan etkilenebilir:

Çimentonun yaşı ve türü: Soğuk çimento - düşük mukavemet  
Sıcak çimento - hatalı ayarlar

Kumun sınıfı: Doğru sınıfta, temiz ve kuru bir kum kullanın

(Kirli veya ıslak kum işlenebilirliği ve mukavemeti etkileyebilir.  
Çok ince bir içerik hem su ihtiyacını hem de kil partikülü varlığını artırır).

Su sıcaklığı: Çok soğuk - Ürünün oturmasını geciktirebilir

Çok sıcak - karışımın "çok hızlı" oturmasına neden olabilir

Süper akışkanlaştırıcılar: En iyi slump değerlerini elde edebilmek için, çimentoya en uygun süper akışkanlaştırıcıları seçin.

Polimer: Tedarikçisinin tavsiye ettiği koşullarda saklayın.

Karıştırma süresi: Karıştırıcıya bir akımölçer bağlayarak formülü karıştırmak için gereken gücü daha yakından izleyebilir ve bu sayede daha tutarlı viskoziteye sahip karışımlar elde edebilirsiniz.

Püskürtme sırasında tutarlılıkta görülebilecek her tür değişiklik derhal yönetime bildirilmeli ve bulamaç çıkışı ile kalitesi üzerinde gerekli kontroller yapılmalıdır.

Not: Karıştırıcıda "yanlış ürün oturması" yaşanırsa karıştırma işlemini 30 saniye duraklatın ve ardından 30 saniye boyunca tekrar karıştırın.

## **DIĞER YAYINLAR**

**GRCA "Cam Elyaf Takviyeli Betonun Üretim, Kütleme ve Test İşlemleri Hakkında Spesifikasyon"**

**GRCA "Cam Elyaf Takviyeli Beton Şartname Hazırlayıcıları için Kılavuz"**

**GRCA "Cam Elyaf Takviyeli Beton Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi"**

**GRCA "Onaylı Üretici Listesi (AMS) Yönetmelikleri"**

**Diğer GRCA Yayınları: Yayınların güncel listesi için bkz. [www.grca.org.uk](http://www.grca.org.uk).**

### **The Concrete Bookshop**

Tel: 07004 607777 (sadece Birleşik Krallık) veya +44 (0)1276 607140

E-posta: [enquiries@concretebookshop.com](mailto:enquiries@concretebookshop.com)

Web: [www.concretebookshop.com](http://www.concretebookshop.com)

**Ayrıca, Uluslararası Cam Elyaf Takviyeli Beton Derneği (GRCA) geçmiş GRCA kongrelerinin ve bazıları ücretsiz indirilebilecek Cam Elyaf Takviyeli Beton yayınlarının bir veritabanını tutmaktadır. Web: [www.grca.org.uk](http://www.grca.org.uk).**

**NBS Spesifikasyonu H40 Mayıs 2002** Cam Elyaf Takviyeli Beton cephe kaplama bileşenleri.

### **Avrupa Standartları**

**BS EN 1169: 1999:** *Prekast beton ürünler - Cam Elyaf Takviyeli Beton ürünlerin fabrika üretimi denetimlerine yönelik genel kurallar*

**BS EN 1170: 1998:** *Bölüm 1-8 Prekast beton ürünler: Cam Elyaf Takviyeli Beton test yöntemleri.*

*Bölüm 1. Harç elastikliğini ölçme - Kıvam Testi yöntemi.*

*Bölüm 2. Yeni Cam Elyaf Takviyeli Betondaki elyaf içeriğini ölçme - Çalkalama Testi.*

*Bölüm 3. Püskürtülmüş Cam Elyaf Takviyeli Betondaki elyaf içeriğini ölçme.*

*Bölüm 4. Eğilme dayanımını ölçme - Basitleştirilmiş Eğilme Testi yöntemi.*

*Bölüm 5. Eğilme dayanımını ölçme - Komple Eğilme Testi yöntemi.*

*Bölüm 6. Daldırmayla su absorpsiyonunu belirleme ve kuru yoğunluğu belirleme*

*Bölüm 7. Nem içeriği nedeniyle görülen aşırı boyutsal sapmaların ölçülmesi.*

*Bölüm 8. Döngüsel "hava etkisiyle aşınma" testi*

**BS EN 14649: 2005** *Prekast beton ürünler — Çimento ve betondaki cam elyafların mukavemetinin korunmasına yönelik test yöntemi (SIC TEST).*

**BS EN 15422: 2008** *Prekast Beton Ürünler - Harç ve betonların güçlendirilmesine yönelik cam elyaf spesifikasyonları.*

**BS EN 1169: 1999.** *Prekast beton ürünler - Cam Elyaf Takviyeli Betonun fabrika üretimi denetimlerine yönelik genel kurallar.*