

Libya Devleti

Libya Ulusal Standartlar ve Metroloji Merkezi



**Normal Portland Çimentosu ve Hızlı Sertleşen
Portland Çimentosu**

İçindekiler

- Alan
- Kimyasal bileşim
- Test yöntemleri
- Mekanik özellikler
- Ambalajlar
- Numune alma
- Şekil (1) Blain cihazı, çimento yüzeyinin özgül alanını belirlemek için
- Şekil (2) Yoğunluk ile yoğunluk sabiti arasındaki ilişki
- Şekil (3) Test sıcaklığı ile sabit arasındaki ilişki
- Şekil (4) Vicat cihazı, çimento hamurunun tutunma testini yapmak ve sertleşme süresini belirlemek için
- Şekil (5) Le Chatelier cihazı, çimento hacmini ölçmek için
- Şekil (6) Standart karıştırma cetveli, 210 gram
- Şekil (7) Standart boyutlar, Portland hızlı sertleşen çimento harcı için çekme testi
- Şekil (8) Standart mikser
- Şekil (9) Test makinesinde çekme testi kalıbının tutma sapı

1.Alan

Bu standartlar, normal Portland çimentosu ve hızlı sertleşen Portland çimentosunun kimyasal bileşenleri ile örnek alma ve test etme yöntemlerinde uygulanması gereken gereksinimleri belirler.

2.Kimyasal Bileşim

Çimento, kimyasal bileşiminde aşağıdaki özelliklere sahiptir:

Kalsiyum Doyma Katsayısı (Kireç)

Kalsiyum doyması katsayısının değeri, aşağıdaki denklemle belirlenerek 66,2 ile 2 arasında olmalıdır:

Formül:

Kalsiyum doyması katsayısı = $2.8 \text{ Silisyum Dioksit} + \text{Aluminyum Oksit (Alümina)} + 65,2 \text{ Demir Oksit} + \text{Kalsiyum Oksit} - \text{Sülfür Trioksit}$

Her oksidin çimentodaki yüzde oranı belirtilmelidir, ancak içerdiği bileşiklerden yalnızca bu oranlar dikkate alınır.

Aluminyum Oksit ile Demir Oksit Oranı:

Aluminyum oksit ile demir oksit oranı, 66,2'den az olmamalıdır.

Sülfür Trioksit:

Sülfür oranı, sülfür trioksit olarak ifade edilirse, çimento ağırlığının:

- %25'ini geçmemelidir, eğer üçlü kalsiyum alüminat oranı %700 veya daha az ise.
- %30'unu geçmemelidir, eğer üçlü kalsiyum alüminat oranı %700'den fazla ise.

Üçlü kalsiyum alüminat oranı aşağıdaki denklemle hesaplanır:

Üçlü kalsiyum alüminat = $2,65 \text{ Aluminyum Oksit} - 69 * \text{Demir Oksit}$

Magnezyum Oksit:

Çimentodaki magnezyum oksit oranı, çimento ağırlığının %4,00'ini geçmemelidir.

Çözünmeyen Maddeler (1):

Çözünmeyen maddeler oranı, belirlenen testin yapılması durumunda çimento ağırlığının %25'ini geçmemelidir.

Yanma Kaybı:

Yanma kaybı, ılıman iklim bölgelerinde çimento ağırlığının %3,00'ünü geçmemelidir ve sıcak bölgelerde ise %4,00'ü geçmemelidir.

Serbest Kalsiyum Oksit (Serbest Lime):

Serbest kalsiyum oksit oranı, çimento ağırlığının %2'sini geçmemelidir.

İncelik:

3.Mekanik Özellikler

1: Elek testiyle yapılan incelik testinde, ölçü elek (Ar. mm) üzerinden geçen malzeme oranı şu şekilde olmalıdır:

- Normal Portland çimentosu için ağırlığın %10'u geçmemelidir.
- Hızlı sertleşen Portland çimentosu için ağırlığın %8'i geçmemelidir.
Bu test, **63.1** numaralı standartta belirtilen elek yöntemi ile yapılmalıdır.

2: Çimentonun özgül yüzeyi, **63.2** numaralı test yöntemiyle yapılan testte aşağıdaki değerleri karşılamalıdır:

- Normal Portland çimentosu için **2250 cm²/g**
- Hızlı sertleşen Portland çimentosu için **3250 cm²/g**
Bu test, Blain yöntemi ile yapılan özgül yüzey ölçümü ile belirlenir.

Sertleşme Zamanı :

Portland çimentosu, **45 dakika** içinde sertleşmeye başlamalı ve denemeden sonra **10 saat** içinde tamamen sertleşmelidir. Bu test, **60.4** numaralı test yöntemiyle, belirli kıvamda saf çimento hamuru kullanılarak yapılır.

Genleşme:

Çimentonun genleşme oranı, **65** numaralı test yöntemine göre **10 mm**'yi geçmemelidir.

Dayanım (Kuvvet):

Çimento Harcı Basınç Dayanımı:

Üç çimento harcı küpünün ortalama basınç dayanımı aşağıdaki değerlerden düşük olmamalıdır:

Normal Portland Çimentosu:

- En az **160 kg/cm²** 3 gün (72 + 1 saat) sonra.
- En az **240 kg/cm²** 7 gün (168 + 2 saat) sonra.
 - Basınç dayanımı, 3. günden sonraki değerden daha yüksek olmalıdır.

Hızlı Sertleşen Portland Çimentosu:

- En az **210 kg/cm²** 3 gün (72 + 1 saat) sonra.
- En az **285 kg/cm²** 7 gün (168 + 2 saat) sonra.
 - Basınç dayanımı, 3. günden sonraki değerden daha yüksek olmalıdır.

Bu testler, belirtilen test yöntemine göre yapılmalıdır.

Çimento Harcı Gerilme Dayanımı:

Hızlı sertleşen Portland çimentosu için gerilme dayanımı yalnızca isteğe bağlı olarak belirlenir. Bu durumda, 24 saat sonra altı kalıp için ortalama gerilme dayanımı en az **21 kg/cm²** olmalıdır.

4.Ambalajlar:

Her biri **70 kg** çimento içeren ambalajlarda aşağıdaki bilgiler yer almalıdır:

- "Normal Portland Çimentosu" veya "Hızlı Sertleşen Portland Çimentosu" ibaresi.
- Çimentonun net ağırlığı (kuru birimlerle).
- Üretici firmanın adı veya ticari markası.
- Üretim tarihi.
- "Libya üretimi" ibaresi.

5.Numune Alma:

Numuneler, alıcı ve satıcı veya görevlendirdikleri kişiler tarafından, çimentoyu teslim aldıktan sonra **yedi gün** içinde alınmalı ve **temiz, kuru, kapalı kaplarda** saklanmalıdır. Numunelerin test edilmesi, alındığı tarihten itibaren **dört hafta** içinde yapılmalıdır.

Bir sevkiyat, en fazla **300 torba** çimentodan oluşur ve bir numune, sevkiyattan farklı noktalardan düzenli olarak alınmış **eşit ağırlıklı 12 alt numune** içerir. Eğer sevkiyat, **12 torbadan** azsa, her torbadan **bir alt numune** alınması yeterlidir.

Silo içindeki çimento için, alt numuneler, yükleme veya boşaltma sırasında alınmalıdır. Alt numuneler karıştırıldıktan sonra homojen bir numune oluşturulmalı ve bu numuneden en az **10 kg** alınarak belirtilen testler yapılmalıdır.

Sıcak iklim bölgelerinde çimento kullanılması durumunda, testler **20°C**'den fazla ama **35°C**'yi geçmeyen sıcaklıklarda yapılabilir.

6.Test Yöntemleri

1 Kalsiyum, Magnezyum, Silikon ve Demir Oksitleri:

Kalsiyum, alüminyum, magnezyum, silikon ve demir oksitlerinin yüzde oranları, yaygın kimyasal analiz yöntemleri ile belirlenir.

2 Çözünmeyen Maddeler:

Çözünmeyen maddeler, hidroklorik asitte çözünmeyen çimento bileşiklerini ifade eder. Yüzde oranları aşağıdaki şekilde belirlenir:

Bir gram çimento tartılır ve yaklaşık **40 ml saf su** ile **400 ml'lik bir cam kab** içinde karıştırılır. Ardından, **10 ml konsantre hidroklorik asit** (spesifik ağırlık **1.16**) eklenir ve karışım iyice karıştırılır. Karışım daha sonra kaynatılmak üzere ısıtılır ve 10 dakika boyunca düşük ateşte kaynatılır, bu esnada karışıma saf su yavaşça eklenerek hacim korunur.

Sonra, karışım **Watman** marka **40 numara filtre kağıdı** veya eşdeğer bir kağıt ile süzülür. Kabın içi beş kez sıcak su ile yıkanır, ardından filtre kağıdındaki tortu yaklaşık **on kez sıcak suyla** yıkanır. Kalan tortu tekrar aynı kaba aktarılır ve filtre kağıdı yaklaşık **30 ml sıcak saf su** ile yıkanır. Üzerine **30 ml Na₂CO₃ (sodyum karbonat) çözeltisi** eklenir ve karışım 10 dakika boyunca kaynatılır. Hacim, su eklenerek korunmalıdır.

Karışım, aynı filtre kağıdı ile süzülür, tortu beş kez sıcak suyla yıkanır ve ardından iki kez sıcak hidroklorik asit çözeltisi (2 normal) ile yıkanır. Son olarak, tortu, **sıcak su ile** yıkanarak, çözüntüde **klorürlerden arındırılır**.

7. Çözünmeyen Maddeler, Çimentonun Ağırlığına Göre Yüzde Olarak İfade Edilir.

İncelik Testi:

Çimentonun inceliği, aşağıdaki iki yöntemden biriyle belirlenir:

1. Elek Yöntemi:

100 gram kuru çimento, **9.0 mm** ölçüsünde bir elek ile **15 dakika** el ile veya **5 dakika** mekanik titreşimli elek ile elenir. Sonrasında elek üzerindeki tutulan çimento, en yakın **grama** kadar tartılır. İncelik, elek üzerinde tutulan çimentonun ağırlığının, toplam ağırlığa oranı olarak ifade edilir. Elek testinde kullanılan eleğin, üzerine oturduğu ve kapağı sıkıca kapalı bir **kapsama** sahip olması gerekmektedir, böylece çimentonun kaybı engellenir. Ayrıca, elek, kap ve kapsama **tamamen temiz** olmalıdır.

(Blain) Yöntemi ile Özgül Yüzey Alanının Belirlenmesi:

Bu testte, **Blain cihazı** kullanılarak çimentonun özgül yüzey alanı belirlenir. Cihazın görseli **Şekil (1)**'de gösterilmektedir.

İşlem Yöntemi:

1. Numunenin yoğunluğu, bu testte belirtilen yöntemle belirlenir.
2. **Manometre sıvısı**, cihazın haznesine yerleştirilir ve sıvı yüzeyi, **iğnenin ucu ile aynı seviyeye** getirilir. Eğer manometre tüpü yoksa, delikli bariyer **geçiş hücresine** yerleştirilir.
3. **Watman (42 numara)** filtre kağıdı veya benzeri bir kağıt, delikli bariyerin üzerine yerleştirilir.

7 gram çimento, hassas bir teraziyle tartılır ve numune, **geçiş hücresine** özel bir **huni** yardımıyla dikkatlice boşaltılır. Numunenin kenarlara dökülmemesi sağlanmalı ve çimento başka bir **filtre kağıdı ile** kapatılır.

(E) Çimento, özel **piston** ile hücreye basılır, sonra piston çıkarılır ve numunenin **üst filtre kağıdına** dökülmemesi sağlanmalı. Eğer çimento, pistonun alt kısmına yapışır, test tekrarlanmalıdır.

(F) Hücresinin dış yüzeyi ince bir **vazelin tabakası** ile kaplanır. Manometre sıvısı **sürekli emme** ile **manometre tüpündeki üst işaretin yaklaşık 2 cm üzerinde** yükseltilir ve ardından musluk kapatılır.

(G) Manometre sıvısının, manometre tüpündeki üst işaretten alt işarete düşmesi için geçen süre, **en yakın saniyeye kadar** ölçülür. En az **üç kez** süre ölçülmeli ve sıcaklık da **en yakın dereceye kadar** belirlenmelidir.

(H) Test, sonuçların doğruluğunu kontrol etmek için tekrar yapılır. Eğer testler arasındaki fark, **saniye cinsinden** belirlenen sınır içerisindeyse, iki testin ortalaması alınır. Aksi takdirde, testler tekrarlanır ve en yakın iki testin ortalaması alınır.

Hesaplama Yöntemi:

(A) Çimentonun yoğunluğuna karşılık gelen **sabiti (T)**, **yoğunluk ve sabit yoğunluk arasındaki ilişkiyi** gösteren grafiklerden (Şekil 2) belirlenir.

(B) Test sıcaklığına karşılık gelen **sabiti (R)**, **sıcaklık ve sabit arasındaki ilişkiyi** gösteren grafiklerden (Şekil 3) belirlenir.

(C) Cihazın sabiti (C), cihazla birlikte verilir veya cihazın **standart yüzey alanına sahip tanecik tozu** kullanılarak belirlenir.

(D) Testte geçen sürenin **karekökü** hesaplanır, yani \sqrt{T} .

(E) Yüzey alanı (A), aşağıdaki ilişki ile hesaplanır:

2.Manometre Hücresinin ve Manometre Tüpünün Tam Temizliği:

Manometre sıvısının da tamamen temiz olması gerekmektedir. Manometre sıvısının seviyesinin doğru şekilde ayarlanması ve geçiş hücresinin doğru şekilde yerleştirilmesi çok önemlidir. Sıcaklık sabiti doğru olmalı, aksi takdirde yüzey alanı hesaplaması her sıcaklık değişiminde yeniden yapılmalıdır. Bu nedenle, cihazın yakınında herhangi bir **ışık kaynağı** veya **ısı radyasyon** kaynağı bulunmamalıdır.

3.Yoğunluk Belirleme:

Yoğunluk, normal yöntemle şu şekilde belirlenir:

Bir çimento örneği, bilinen ağırlığa sahip bir yoğunluk şişesine konur ve şişe, **yarısına kadar distile edilmiş saf kerosen (200-5240 m)** ile doldurulur. Şişe, vakum cihazıyla **yarım saat** boyunca boşaltılır, ardından tekrar kerosen ile doldurulur ve termostatlı ortamda sıcaklık sabitlendikten sonra şişe tartılır. Yoğunluk, **2 g/cm³** hassasiyetle hesaplanır.

4. Şekil Zamanı:

Tanım:

1. Başlangıç Sertleşme Süresi (Zaman Şekli Başlangıcı):

Bu, kuru çimentoya su eklenmesinden itibaren, **Vikatt Testi** cihazının iğnesinin çimento hamuruna, kalıbın tabanına yaklaşık **5 mm** derinliğe kadar girmesi için geçen süredir.

2. Son Sertleşme Süresi (Zaman Şekli Sonu):

Bu, kuru çimentoya su eklenmesinden itibaren, **Vikatt Testi** cihazının iğnesinin, çimento hamurunda iz bırakarak, iğnenin etrafındaki dairesel iz kaybolduğunda geçen süredir.

Vikatt Cihazı ile İlgili Teknik Özellikler:

Vikatt Cihazı (Şekil 2'de gösterildiği gibi), ana parçalarının aşağıdaki şartlara uygun olmalıdır:

İğne Ölçüleri:

1. **İğne (C):** Kare kesitli olup her bir kenarı ($1 \pm 0,1$) mm olmalıdır. Ya da yuvarlak kesitli olup çapı ($13 \pm 0,5$) mm olmalıdır. **Görünür uzunluğu ise (50 ± 1) mm**'dir.
2. **İğne (K):** C iğnesine benzer olup, görünür uzunluğu (30 ± 2) mm'dir ve ($5 \pm 0,1$) mm çapında kesici uçlu yuvarlak bir kaplama ile donatılmıştır.

Piston:

Görünür uzunluğu (50 ± 1) mm ve çapı ($10 \pm 0,5$) mm'dir.

Vikatt Kalıbı:

İç çapı ($80 \pm 1,3$) mm olan ve yüksekliği ($40 \pm 0,5$) mm olan uzunlamasına yarıklı bir silindirdir. Kalıp, geçirimsiz bir levhaya yerleştirilmiştir.

Ağırlıklar:

- **İğne (C), İğne (K) ve Piston (M)** her biri ($1 \pm 0,5$) gram olmalıdır.
- Vikatt cihazının hareketli kısmının, yani silindirik levha (**1**) ve çubuk (**B**) ile bir arada bulunan **iğnelerden** veya **pistondan** oluşan toplam ağırlığı (300 ± 1) gram olmalıdır.

Standart Çimento Hamurunun Hazırlanması:

Standart çimento hamuru, belirli bir su oranı ile çimentonun karıştırılması sonucu elde edilen ve karışımın, (4 ± 1) dakika süreyle karıştırılması sonucunda, **M pistonunun** hamura, kalıp tabanından **5-7 mm** derinliğe kadar nüfuz edebilmesini sağlayacak kıvama gelmesidir. Standart hamurun hazırlanması için, her biri **500 gram** olan çimento örnekleri alınır ve her birine farklı miktarlarda su eklenerek, her biri ayrı ayrı karıştırılır. Karıştırma süresi (4 ± 1) dakika olmalıdır ve karıştırma, geçirimli olmayan bir yüzey üzerinde yapılmalıdır.

Hazırlanan hamur hemen **Vikatt Cihazı** kalıbına aktarılır ve yüzeyi kalıp kenarıyla düzlenir. **M pistonunun** yavaşça yerleştirilmesi sağlanır ve sonra pistonu bırakılarak hamura nüfuz etmesi beklenir. Bu test yapılırken, ortam sıcaklığının (20 ± 2) °C arasında olması ve nem oranının **%90**'in altında olmaması gerektiği dikkate alınmalıdır.

Başlangıç Sertleşme Süresinin Belirlenmesi:

Standart çimento hamuru hazırlanır ve **Vikatt Cihazı** kalıbına aktarılır, yüzeyi kalıp kenarıyla düzlenir. **C iğnesi** hamura temas ettirilir ve bırakılır, iğnenin hamura nüfuz etmesi izlenir. İşlem, iğne, hamura **5-7 mm** derinliğe kadar nüfuz etmeyi durdurana kadar devam eder. Başlangıç sertleşme süresi, su eklenmeye başlandığı andan itibaren, iğnenin hamura belirtilen derinliğe kadar nüfuz etmeyi durdurduğu ana kadar geçen dakika sayısı ile ifade edilir.

Son Sertleşme Süresinin Belirlenmesi:

Doğu bölgesinde, C iğnesi yerine K iğnesi kullanılır ve aynı çimento hamuru ile aynı yöntemle test tekrarlanır.

5.Genleşme Testi:

Bu testin amacı, çimentonun belirli şartlar altında genişlemesini ölçmektir. Bu test için kullanılan cihaz, **Loosatli** cihazıdır (Şekil 5'te gösterilmiştir). Cihazın kalıbının iyi durumda olması gerektiği ve kalıp açılışındaki mesafenin **1 mm**'yi geçmemesi gerektiği dikkate alınmalıdır.

Test şu şekilde yapılır:

- Çimento Hamurunun Hazırlanması:** (Madde 1.3.4.60) gereğince bir çimento hamuru hazırlanır ve **Loosatli cihazının** silindiri, cihaz cam levhasının üzerine yerleştirilir. Bu işlem sırasında kalıp açıklığının, herhangi bir baskı olmadan, doğru şekilde hizalanmasına dikkat edilmelidir.
- Silindirin Yerleştirilmesi:** Silindirin üzerine başka bir cam levha yerleştirilir ve üzerine yaklaşık **100 gram** ağırlığında bir ağırlık konur.
- Testin Gerçekleştirilmesi:** Silindir ve cam levha, **(20 ± 1) °C** sıcaklığındaki suya daldırılır ve cihaz, 24 saat boyunca bu suda bekletilir.
- İlk Mesafe Ölçümü:** 24 saat sonra, cihazın uçlarındaki işaretçiler arasındaki mesafe ölçülür ve cihaz tekrar suya daldırılır.
- Sıcaklık Artışı:** Su yavaşça ısıtılır ve yaklaşık **25-30 dakika** içinde kaynama noktasına ulaşması sağlanır. Kaynama süresi 1 saat boyunca devam eder.
- Son Ölçüm:** Cihaz sudan çıkarılır ve soğumaya bırakılır. Ardından, cihazın uçlarındaki işaretçiler arasındaki mesafe tekrar ölçülür. Çimentonun genişlemesi, bu ölçümdeki fark ile milimetre cinsinden ifade edilir.

6. Basınç Dayanıklılığı Testi:

Bu testin amacı, çimentonun basınç dayanıklılığını belirlemektir. Bu, çimento harcı ile yapılmış küplerin basınç dayanıklılığı ile ölçülür ve bu küpler, standart bir titreşim makinesi ile titreştirilir.

Titreşim Makinesi Özellikleri:

Titreşim makinesi, aşağıdaki temel özelliklere sahip olmalıdır:

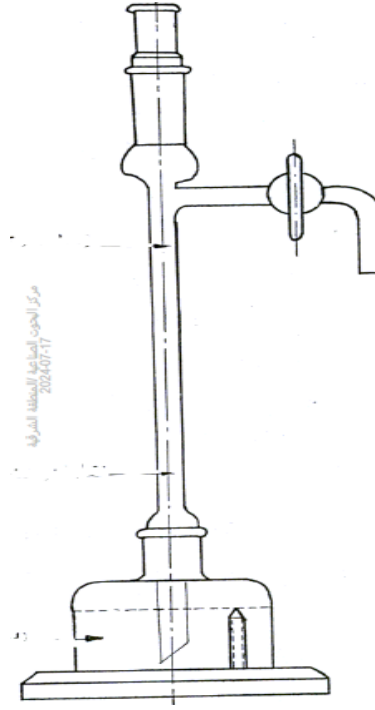
- Makinenin yaylar üzerinde yer alan parçasının ağırlığı: **29-30 kg**.
- Dönme ekseninin merkezi dışındaki dengesizlik momenti: **16,5 kg.cm**.
- Eksenin dönme hızı: **120,000 ± 400 devir/dakika**.
 - Yani, makinenin titreşim hızı, **120,000 ± 400 titreşim/dakika** olmalıdır.

Testin Uygulama Şekli:

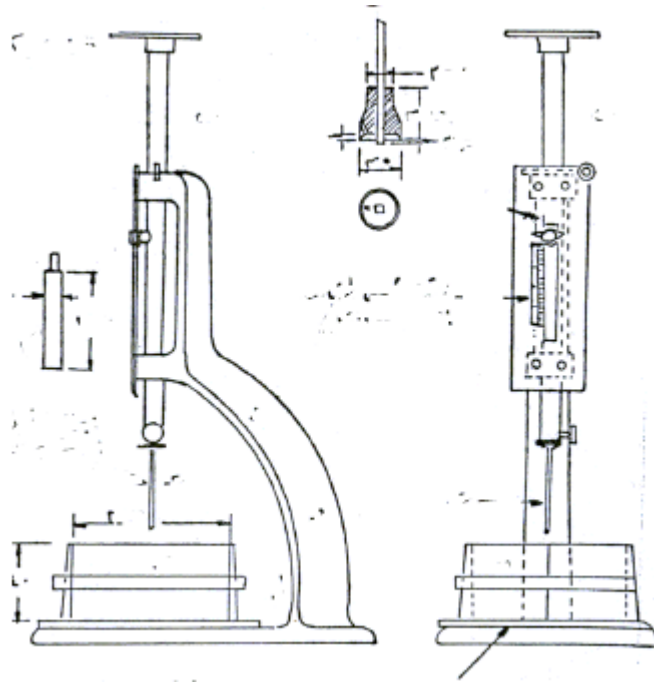
1. **Kalıpların Hazırlanması:** Küp şeklindeki kalıplar, her bir kenarı **7,07 cm** (yani her yüzeyin alanı **50 cm²**) olacak şekilde hazırlanır.
2. **Karışım Hazırlığı:** Her bir küp için ayrı ayrı, aşağıdaki malzemeler karıştırılır:
 - **180 gram çimento,**
 - **555 gram standart kum,**
 - **74 gram su.**

Standart Kum Özellikleri:

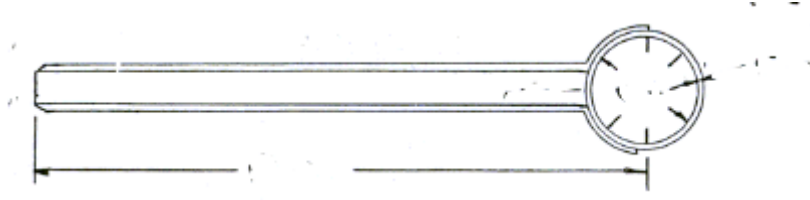
- Kum, **0.85 mm** boyutundaki elekten geçmelidir.
 - **6.0 mm** boyutundaki elekten geçiş oranı, ağırlığının **%10'undan** fazla olmamalıdır.
 - İçeriğinde **%90'dan** fazla silika bulunmalıdır.
 - Kum iyice yıkanmalı ve kurutulmalıdır.
 - Kumun, sıcak **tuzlu hidroklorik asit** ile işlendikten sonra ağırlık kaybı **%25'ten** fazla olmamalıdır. Bu test için, kum bir saat süreyle **100°C**'de kurutulur ve **2 gram** kum, bir porselen kabın içine alınır. Üzerine **20 ml** sıcak hidroklorik asit ve **20 ml** distile su eklenir. Karışım, bir saat boyunca ısıtılır, ardından süzülür ve sıcak su ile iyice yıkanır.
3. **Karışım Hazırlığı ve Karıştırma:** Çimento ve kum **1 dakika** süreyle karıştırılır, ardından su eklenir ve karıştırmaya **4 dakika** daha devam edilir.
 4. **Kalıba Dökme ve Titreşim:** Hazırlanan karışım hemen kalıba dökülür ve makine titreşiminde **2 dakika** boyunca, **120,000 ± 400** titreşim/dakika hızında titreştirilir.
 5. **İlk Kür:** Kalıptaki küpler, **24 saat + ½ saat** boyunca **20°C ± 1°C** sıcaklıkta ve **%90 nem** oranında bir ortamda bekletilir.
 6. **Kalıptan Çıkarma ve Suyu Daldırma:** Küpler, kalıplarından çıkarılır ve üzerinde işaretler bırakıldıktan sonra **20°C ± 1°C** sıcaklıkta suya batırılır.
 7. **Basınç Dayanıklılığı Testi:** Üç küp, **3 gün (72 ± 1 saat)** sonra ve diğer üç küp ise **7 gün (168 ± 2 saat)** sonra, **basınç dayanıklılığı testi** için, su içinde ıslakken **çelik levhalar arasında** basınç altında test edilir.



Şekil 1: Blain Geçirgenlik Cihazı



Şekil 2: Çimento standart hamurunu oluşturmak için gerekli su miktarını belirlemek ve çimentonun priz süresini ölçmek için kullanılan Vicat cihazı.



Şekil 3:Le Chatelier Vihazı