

KENDİLİĞİNDEN YERLEŐEN BETON



Dr. Kâzım TÜRK

Harran Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Yapı Bilim Dalı

Tanımı - PCI

Kendi ağırlığı altında sık donatılı veya kompleks yapı elemanlarının içinden akabilen ve segregasyon veya aşırı terleme olmadan vibrasyona gerek duymaksızın boşlukları yeterince doldurabilen yüksek derecede işlenebilir betondur.

Gelişim Süreci

1983 İlk olarak Japonya'da dikkate alındı

1986 İlk olarak Tokyo Üniv. tarafından önerilen çözüm

1988 İlk olarak Japonya'da uygulama örnekleri

1995 A.B.D.'de yoğun araştırma

1997 KYB ile ilgili RILEM Komitesi

2002 – 2008 Kuzey Amerika'da Konferanslar

2011 Dünyada yaygınlaşıyor.

KYB'nin Üç Anahtar Özelliđi

- **Doldurma Yeteneđi:** KYB'nin yüksek derecede akma yeteneğine sahip olması ve vibrasyona gerek kalmadan kalıp içinde ve tüm donatıların etrafında kendiliğinden-yerleşmek ve kendiliğinden-seviyelenmek için kendi ağırlığı altında plastikliğini korumasıdır.
- **Geçme Yeteneđi:** KYB'nin engeller arkasında agregaların bloklaması ve betonun akışında durma olmaksızın relatif olarak dar açıklıklar ve sık donatı içinden serbestçe geçebilmesidir.
- **Ayrışma Direnci:** KYB'nin henüz ayrıışmadan ve önemli derecede azaltılmış terleme ile akabilirliğidir.

Niçin KYB ?

- Çok İyi Yüzey Görünümü için



- Izgara Donatı Durumu Dökümü için



KYB'nin Faydaları

- Daha iyi yerleşme ve donatıya yapışma
- Görkemli şekillenmiş yüzeyler
- Artan Verimlilik
- Daha iyi tesis alanı kullanımı
- Azalan işçilik maliyeti
- Vibrasyon kullanılmamasından dolayı iyileştirilmiş çevre şartları

KYB Tasarım Yöntemleri

- **Yüksek miktarda ince malzeme yöntemi**
 - Normal Miktarda süperakışkanlaştırıcı dozajı
 - Yüksek miktarda ince taneli malzeme
- **Viskozite ayarlayan katkı yöntemi**
 - Yüksek dozda süperakışkanlaştırıcı
 - Viskozite ayarlayan katkı
- **Kombinasyon yöntemi**
 - Bir miktar ince taneli malzeme
 - KYB katkıları, bazen viskozite ayarlayan katkı

KYB Karışım Oranlarının Geleneksel Sıkıştırılan Beton ile Karşılaştırılması

- Karışımındaki kaba agrega miktarı daha azdır
- Toz hamuru muhtevası çok fazladır
- Su/toz oranı düşüktür
- Süper akışkanlaştırıcı miktarı fazladır
- Bazen viskozite ayarlayan bir katkı kullanılır

KYB ile Geleneksel Akıcı Beton

Akıcı Beton

- işlenebilirlik ölçümü çökme testi ile yapılır (20 ile 220 mm çökme)
- yerleştirme esnasında uygun yerleşmeyi sağlamak için vibrasyona ihtiyaç vardır
- kendiliğinden az seviyelenir
- yüksek çökmelerde ayrışabilir ve karışım kohezyonunu kaybedebilir

KYB

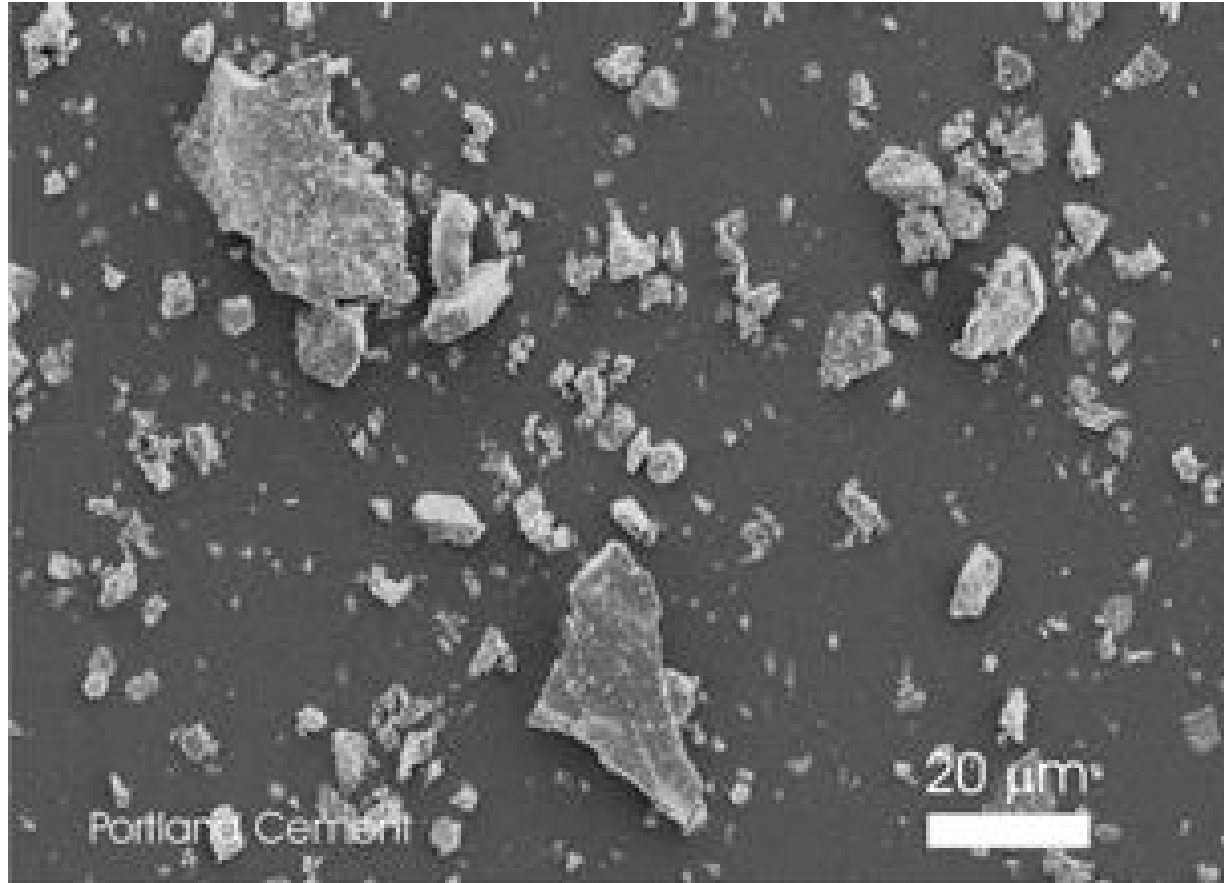
- işlenebilirlik ölçümü çökme-yayıma testi ile yapılır (650 ile 800 mm yayılma)
- uygun yerleşmeyi sağlamak için vibrasyona gerek kalmaz
- kendiliğinden seviyelenir
- ayrışmaz, karışım kohezyonu iyidir

EFNARC'a göre KYB Karışım Oranları

Muhteva	Kütlesel oran(kg/m³)	Hacimsel oran(litre/m³)
toz	380 - 600	–
toz hamuru	–	300 - 380
Su	150 - 210	150 - 210
Kaba agregası	750 - 1000	270 - 360
İnce agregası	Toplam agregası ağırlığınının 48 – 55%'i	
Su/toz oranı (hacim olarak)		0.85 – 1.10

Bileşenlerin Seçimi

1.Çimento

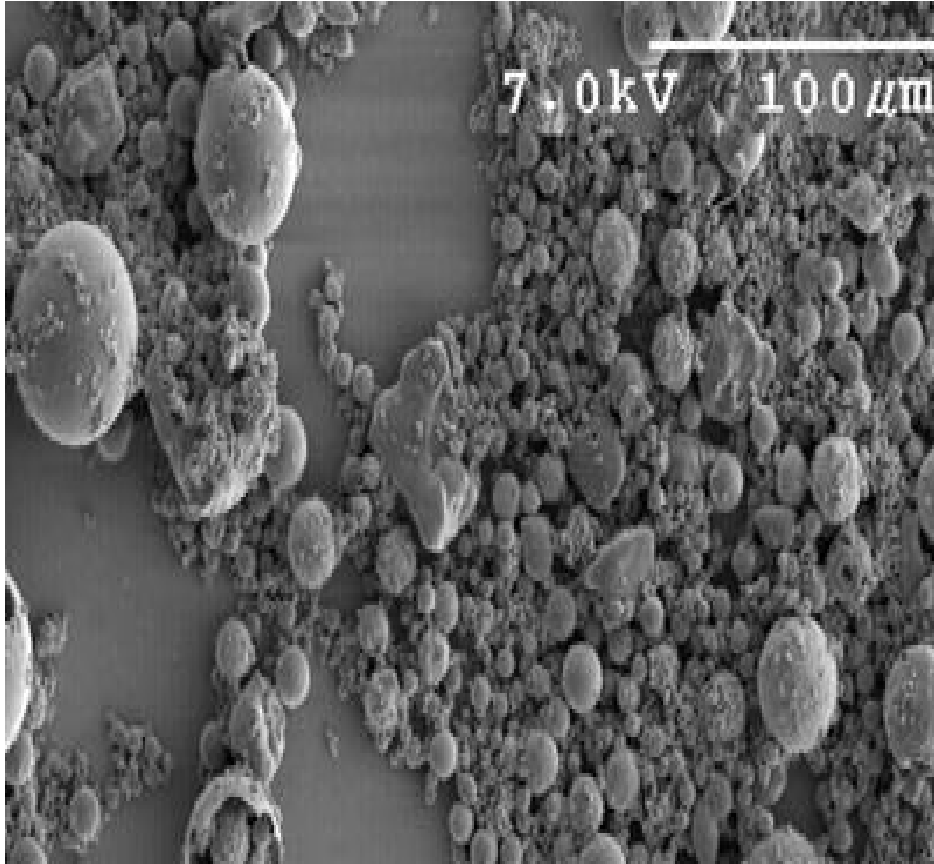


1. Çimento

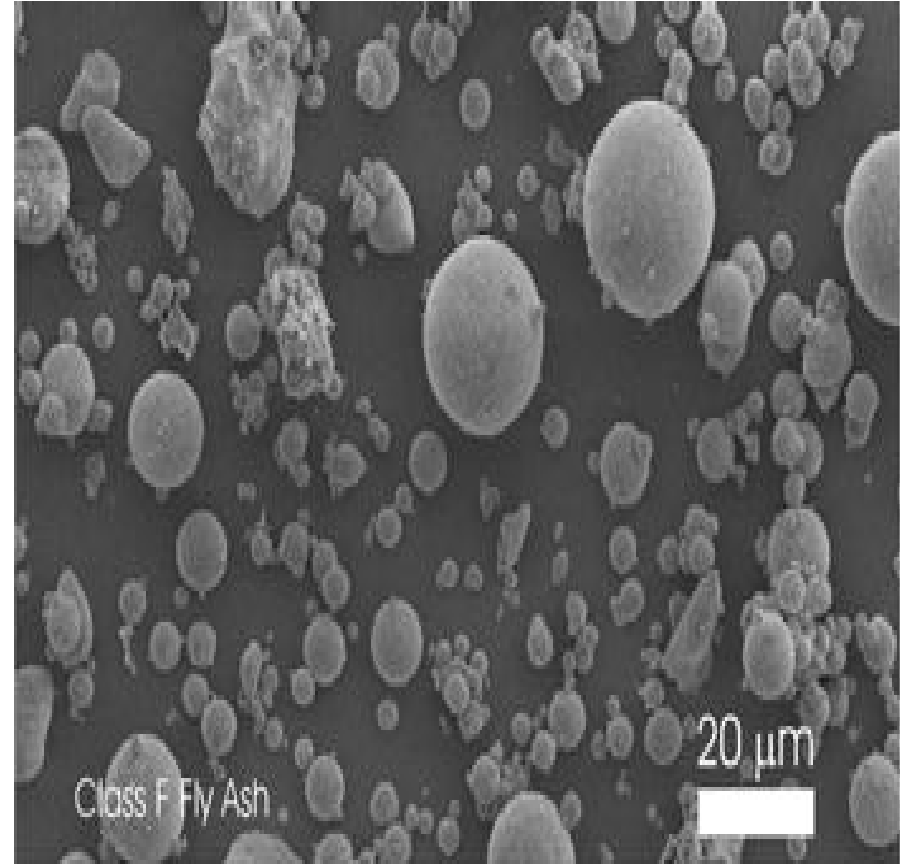
1. C_3A oranı % 10'un altında olan imento kullanılmalı (Aksi halde, hızlı etrenjit oluşumu ve hidrasyon ısısı artışından kaynaklanan su buharlaşması nedenleriyle işlenebilirlik kaybı).
2. KYB' de imento dozajının belirlenmesinde temel kriter dayanım sınıfıdır. Puzolanik filler (uçucu kül, yüksek fırın cürufu, silis dumanı vb.) kullanılması halinde daha düşük imento dozajları yeterli olacaktır. Dayanım ve dayanıklılık açısından imento dozajının 350 - 450 kg/m^3 arasında seçilmesi tavsiye edilmektedir.

2. Mineral Katkılar (Toz Maddeler)

C Sınıfı Uçucu Kül



F Sınıfı Uçucu Kül



2. Mineral Katkılar (Toz Maddeler)

- 1.KYB' lerde toz maddeler, 0.125 mm' den daha küçük her türlü inorganik madde olarak tanımlanabilir.
- 2.Toz maddeler KYB' de viskozite arttırmak amacıyla kullanılırlar.
- 3.Toz madde kullanımı, karışımın katı iskeletini zenginleştirir ve malzemeyi daha kompakt hale getirir.

2. Mineral Katkılar

Tablo 3 EFNARC' a göre mineral katkı sınıflandırılması

Tip I	Etkisiz ya da yarı etkisiz	<ul style="list-style-type: none">– Mineral filler (kireçtaşı tozu, dolomit, vb.)– Pigmentler
Tip II	Puzzolanik	<ul style="list-style-type: none">– TS EN 450'ye uygun uçucu kül– TS EN 13263'e uygun silis dumanı
	Hidrolik	<ul style="list-style-type: none">– Standartlara uygun Yüksek fırın cürufu

3. Agregga



3. Agregas

1. Taze betonun kendiliğinden sıkışabilirliğini etkileyen en önemli parametre olan iri agrega/kum oranı mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır.
2. Geleneksel betona göre daha çok kum ve daha az iri agrega kullanımı donatılar arasında geçiş yeteneğini de artırır.
3. Kum oranı toplam hacmin % 45 - 48'i arasında tutulmalı.
4. KYB' de en büyük agrega çapı 20 mm olmalı.

Kimyasal Katkı



Kimyasal Katkı

KYB üretiminde *yüksek işlenebilirlik* ve *ayrışmaya karşı yüksek direnç* sağlamak gibi birbirinin tersi iki koşul bir arada sağlanmalıdır. Bu da ancak etkili bir kimyasal akışkanlaştırıcı kullanımıyla mümkün olabilir.

KYB tasarımında akışkanlaştırıcılardan beklenenler, üç grupta toplanabilir:

1. Su azaltmada ve akışkanlık sağlamada etkinlik.
2. Diğer kimyasal katkılarla uyumluluk ve priz ayarlayıcı özellikleri sağlama.
3. İşlenebilirlik ihtiyacını sağlama (istenen sürede akışkanlığını koruma).

Kimyasal Katkı

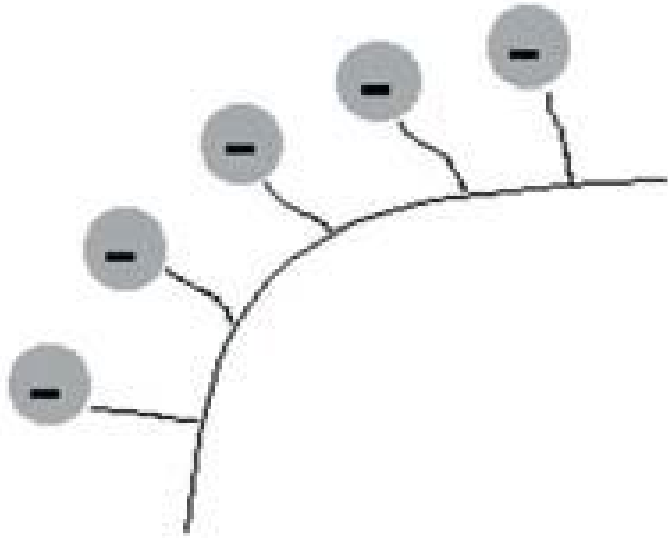
Polikarboksilat bazlı akışkanlaştırıcılar yumuşak çimento granulleri tarafından çekilir ve karıştırma sırasında çimentonun etrafına sarılırlar. Bu oluşum, çimento partiküllerinin yüzeydeki negatif yüklerini artırır ve **elektrostatik itmeye** neden olur. Çimento granullerinin çok miktarda dağılımı bunun sonucudur.

Ayrıca, bu tip akışkanlaştırıcıların molekülleri uzun kenarlı zincirlere sahiptir. Bunlar **sterik (fiziksel itki)** bir engel oluşturur. Bu da çimento partiküllerinin birbirine olan uzaklığını koruma yeteneğini artırır, böylece, mükemmel bir dağılım etkisini mümkün kılar.

Kimyasal Katkı

Elektrostatik İtme

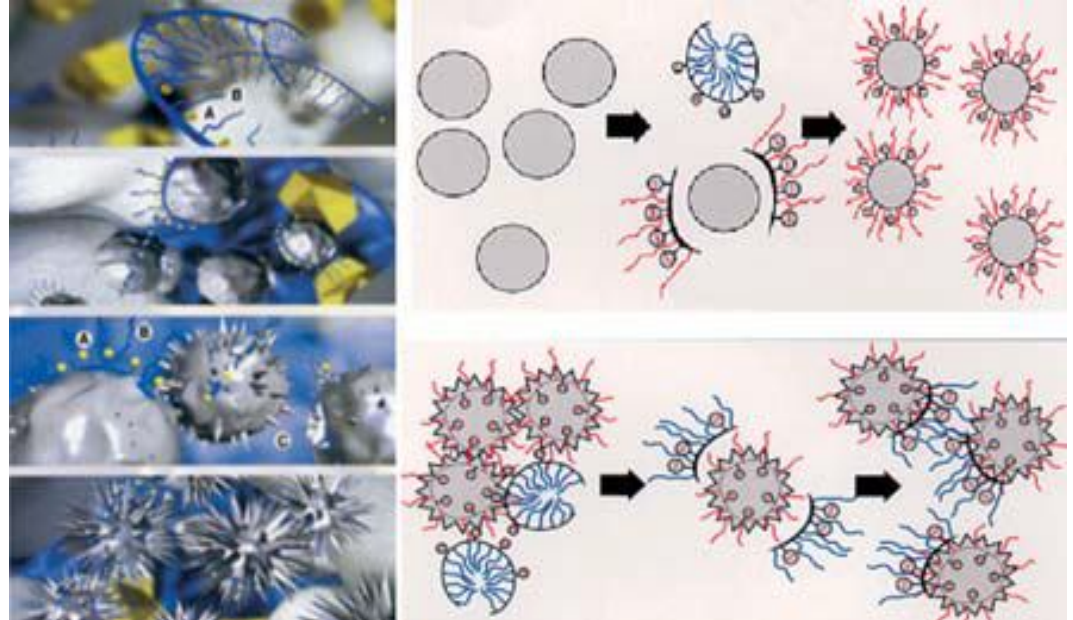
- Çimentoya elektriksel bağıllık
- Tanelerin birbirini itmesi



Elektrostatik İtme

Fiziksel İtme

- Molekülün hacmi teması önler
- Katkı daha uzun süre tepkimeye girer



Fiziksel (Sterik) İtme

Kimyasal Katkı

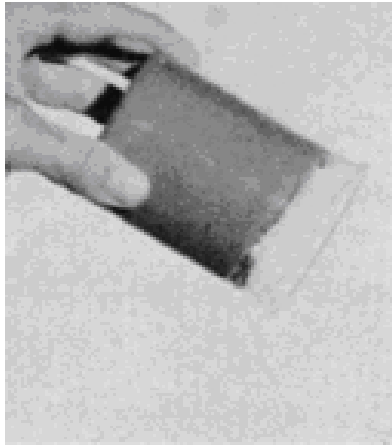
Şekil 3' de görülen çimento hamuru karışımlarının tümünün S/Ç oranları eşittir.

a) Kimyasal katkısız

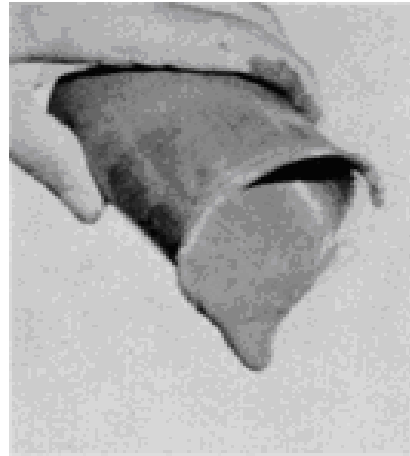
b) Toplam bağlayıcının % 0.4 Lignosülfonat bazlı katkı

c) Toplam bağlayıcının % 0.8 Melamin formaldehit bazlı katkı

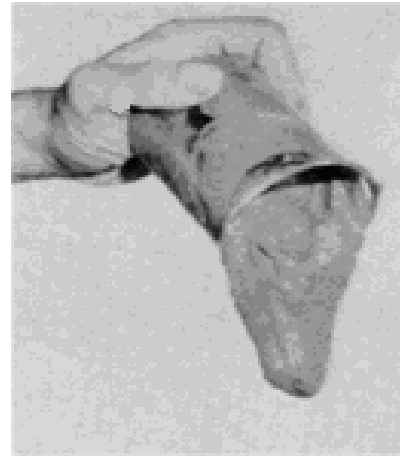
d) Toplam bağlayıcının % 0.8 Polikarboksilat bazlı katkı



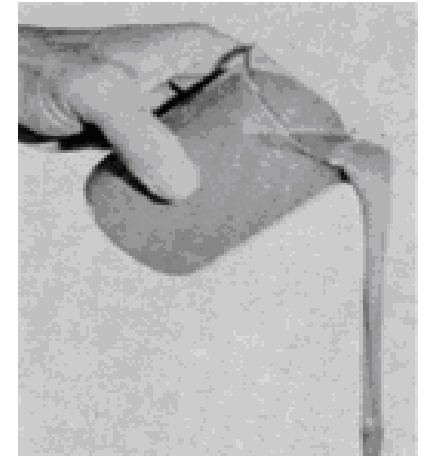
a)



b)



c)



d)

Şekil 3 Kimyasal katkı tipinin akışkanlık artırıcı etkisi.

KYB Karışım Tasarımı

(Katkı: Hiperakışkanlaştırıcı)

KYB	Hava	Su	Ç	Minr. Katkı veya Filler	Kum	Çakıl
GB	Hava	Su	Ç	Kum	Çakıl	

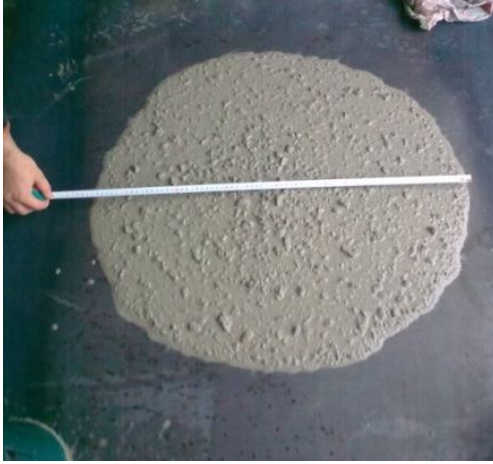
KYB İşlenebilirlik Deney Yöntemleri

- 1. Çökme-yayılma ve T_{50} Deneyi:** Taze betonun akıcılığını tanımlar. Deney boyunca yapılan gözlemler ve T_{50} ölçümü, viskozite ve ayrışma (segregasyon) direnciyle ilgili bilgi de verir.
- 2. V-hunisi:** Taze betonun doldurma yeteneğini tanımlar.
- 3. L-kutusu:** Taze betonun donatılar arasından geçme ve seviyelenme kabiliyetini tanımlar.

KYB İşlenebilirlik Deney Yöntemleri

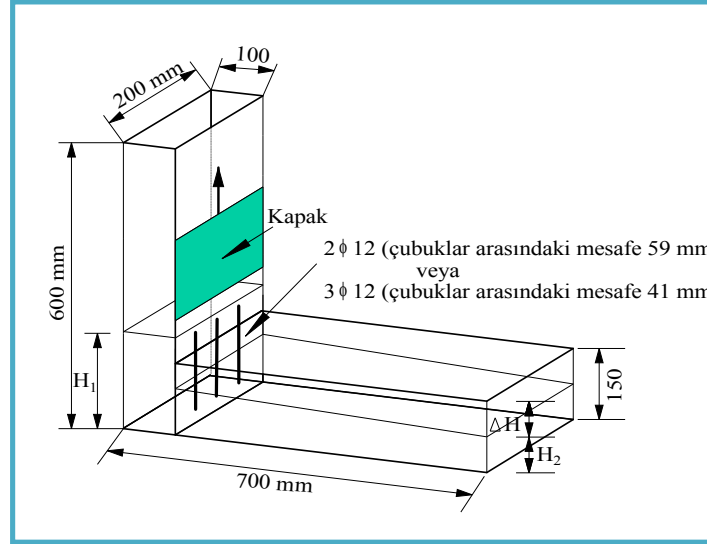
Çökme-Yayıma (Slump-Flow) Sınıfları:

- **SF1 (550-650 mm):** Üstten serbest olarak dökülen donatısız veya çok az donatılı beton yapılar, bir pompa püskürtme sistemi yardımıyla dökülen betonlar ve yatay doğrultudaki akışı önleyecek kadar küçük kesitli betonlar için uygundur.
- **SF2 (660-750 mm):** Birçok KYB uygulamaları için (duvarlar, kolonlar, kirişler ve temeller gibi) uygundur.
- **SF3 (760-850 mm):** Betondaki maksimum agrega dane çapı 16 mm'den daha az olan çok komplike yapılar için uygundur.



Çökme-Yayıma - T_{50} Deneyi
650-800 mm - >2 sn

DOLDURMA KABİLİYETİ



L Kutusu Testi
 $H_2/H_1 \geq 0.80$

GEÇME KABİLİYETİ

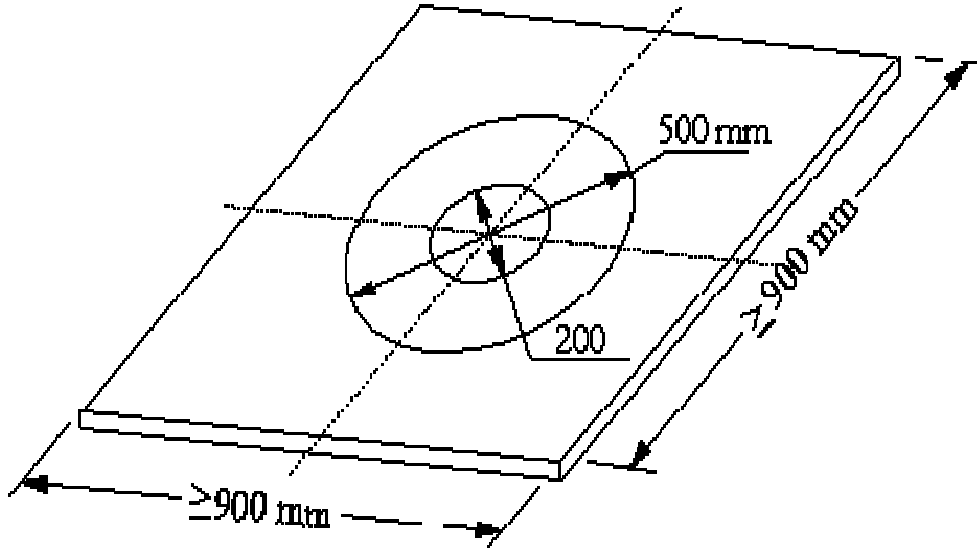


V-Hunisi Testi
9-25 sn

AKMA KABİLİYETİ

KYB İşlenebilirlik DeneY Yöntemleri

Çökme-Yayıma Deneyi:



Koni sallanmadan ve şişlenmeden doldurulur. Beton, koninin üstünden taşmayacak şekilde düz bir cisimle silinip düzeltilir. Koninin dolu bir şekilde 30 sn' den fazla olmayan bir süre kalması sağlanır. bu zaman esnasında tabladan taşan beton varsa temizlenir ve tablanın fazla sulu olmadan, nemli olması sağlanır.

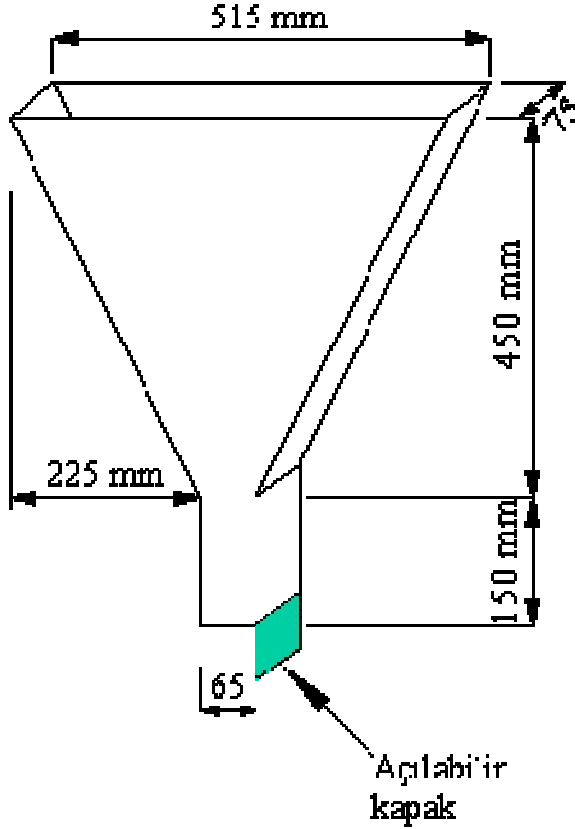
Akan betona müdahale olmadan, bir hareketle düşey olarak koni kaldırılır. T_{50} istenmişse, tabla ile temasın son bulunduğu anda süreölçer çalıştırılır ve betonun 500 mm' ye varması için geçen zaman 0,1 sn hassasiyetle kaydedilir.

KYB İşlenebilirlik Deney Yöntemleri



KYB İşlenebilirlik DeneY Yöntemleri

V-hunisi Deneyi:

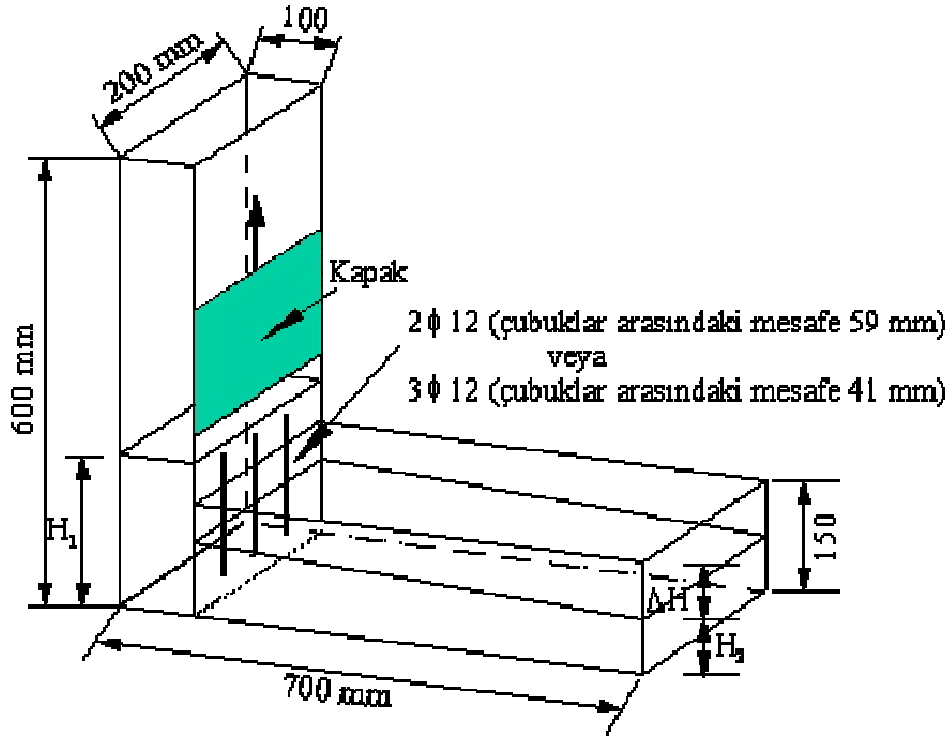


1. Huni ve alt kapağı temizlenerek, kapağı da kapsayacak şekilde tüm iç yüzey nemlendirilir. Kapak kapatılır ve beton numunesi huninin içine çalkalanmadan, şişenmeden doldurulur.
2. Bir silme tahtasıyla beton yüzeyi düzeltilir. Kapak açıldığında geçen betonun dolması için huninin altına bir hazne yerleştirilir.
3. Huninin dolması üzerinden (10 ± 2) sn geçtikten sonra kapak aniden açılır.
4. Kapağın açılmasından ve düşey olarak dolmanın gözlemlendiği ilk andan itibaren 0,1 sn hassasiyetle zaman ölçülür.

KYB İşlenebilirlik DeneY Yöntemleri



KYB İşlenebilirlik Denei Yöntemleri



1. L-kutusu, pürüzsüz, düz ve çimento hamurundan kolayca etkilenmeyecek veya pasla maruz kalmayacak bir yüzeye sahip ve rijit yapılı olmalıdır.
2. Temizlenmenin kolay olması için düşey kısmının çıkarılabilir olması gerekir.
3. Kapağın kapatılması ile üst seviyeye kadar tam doldurulduğunda, düşey huninin hacmi (12,6~12,8) litre olmalıdır.
4. Daha sonra kapak açılarak seviyelenme H_2/H_1 oranıyla belirlenmelidir.

KYB İşlenebilirlik DeneY Yöntemleri





**DİKKATLE DİNLEDİĞİNİZ
İÇİN TEŞEKKÜRLER**