

KÜTLE BETONU VE RADYE TEMELLERDE BETON VE DONATI

Abdurrahman GÜNER, Prof. Dr.

İnşaat Mühendisliği Bölümü

Mühendislik Fakültesi

İstanbul Üniversitesi

İMO İstanbul Şubesi, 2012 İlkbahar-Yaz Dönemi Meslek İçi Eğitim Seminerleri

Bakırköy, 2012-06-12 Salı 17:00-19:30

Kadıköy, 2012-06-13 Çarşamba 17:00-19:30

Harbiye, 2012-06-14 Perşembe 17:00-19:30

KÜTLE BETONU NEDİR? (1)

Boyutları, biçimi, beton bileşimi ve bulunduğu çevre koşulları sebebiyle oluşacak hacim değişiklikleri sonucu **istenmeyen çatlakların oluşabileceği** beton kütesidir.

KÜTLE BETONU NEDİR? (2)

ACI Committee 116 (ACI 116R):

“Çatlak oluşumunu bir en aza indirmek için, bağlayıcının hidrasyonundan oluşan ısı ve buna bağlı hacim değişikliğine karşı önlem alınmasını gerektirecek büyüklükte herhangi bir hacme sahip yerinde-dökme-beton ”

HANGİ BETONLAR KÜTLE BETONUDUR? (1)

- Orta ve yüksek miktarlarda bağlayıcı içeren betonlar (275 – 375 kgBağlayıcı/m³Beton)
- Kalın ve büyük boyutlu radye temeller (~ 2.40 m × 25.00 m × 25.00 m)
- Kalınlık ≥ 0.90 m olan temel ayakları
(“Design and Control of Concrete Mixtures”, Kosmatka, Kerkhoff, and Panarese, PCA 2002.)

HANGİ BETONLAR KÜTLE BETONUDUR? (2)

- Barajlar (düşük (< 200 kgBağlayıcı/ m^3 Beton) bağlayıcı içerikli olsalar da boyutlar büyük olduğundan)

HANGİ BETONLAR KÜTLE BETONUDUR? (3)

- Beton barajlarda yaklaşık bağlayıcı içerikleri:
 - Kemer barajlarda: 150 - 250 kg/m³
 - Ağırılık barajlarında: 100 - 150 kg/m³
- Barajlarda bağlayıcı türleri ve puzolanik katkıları
 - Tip IP, Tip II + P → CEM II /P /Q /V, CEM III CEM IV CEM V /B P Q V (silissi katkılı çimentolar)

HANGİ BETONLAR KÜTLE BETONU? (4)

- Isıl hacim değişikliğinin çatlak oluşumuna yol açtığı bütün beton içeren yapılar/yapı öğeleri \rightarrow Sıcaklığın uzaklıkla değişimi, (sıcaklık gradyanı)

$$\Delta T / \Delta x \geq 20 \text{ } ^\circ\text{C} / 0.20 \text{ m} \rightarrow 100 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{m}$$

olan bütün beton elemanlar.

GEREKLİ TEDBİRLER ALINMAZSA \rightarrow

FİZİKSEL OLAY – AŞAMA 1.1

- Hidratasyon sebebiyle kütle içerisinde sıcaklığın yükselmesi, 80 °C - 90 °C
- İlk sıcaklık ve hidratasyon ısı yüksek olması durumunda kütle içerisinde **sıcaklığın suyun kaynama sıcaklığına erişmesi,**
- **İç buhar basıncının boşluk ve çatlaklar oluşturması, donatı-beton arayüz bağının hasar görmesi,**

FİZİKSEL OLAY – AŞAMA 1.2

- Beton kütlesinin dış yüzeyinde soğuma ve iç ve dış katmanlar arasında sıcaklık farkı oluşması,
- Soğuyup büzülen dış katmanlarda çekme gerilmelerinin dayanımı veya çekmede şekil değiştirme sınırının aşılması →▶
- DIŞ KATMANLARDA GENİŞ ÇATLAKLAR OLUŞMASI,

FİZİKSEL OLAY – AŞAMA 2.1

- **Soğumanın kütle içerisinde devam etmesi, kütle içerisinde sıcaklığın azalması,**
- **Beton kütlelerinin iç katmanlarında, dış katmanlar ve donatı tarafından kısıtlanmış ısı büzülme sonucu, iç ve dış katmanlar arasında kayma gerilmeleri/ şekil değiştirmeleri oluşması,**

FİZİKSEL OLAY – AŞAMA 2.2

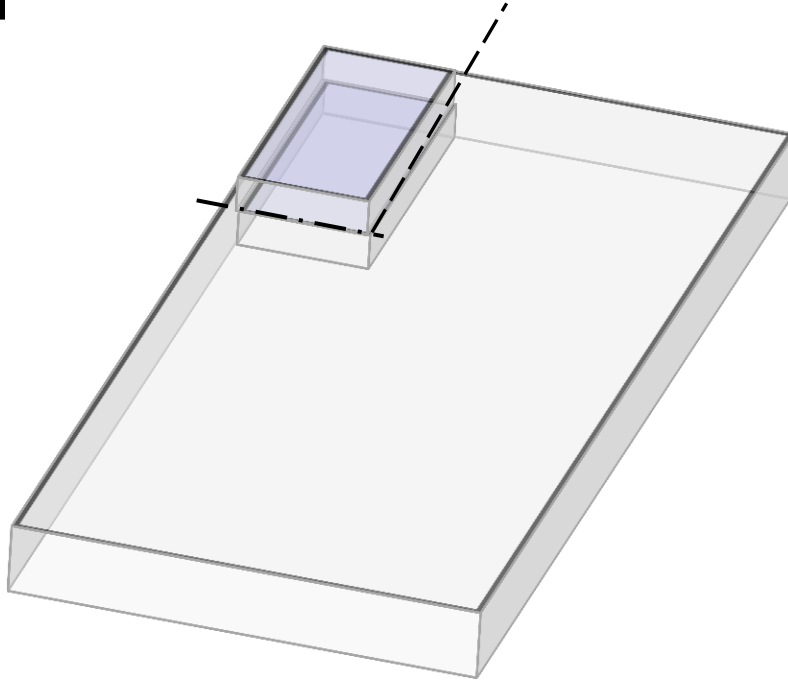
- **Soğuyup büzülen iç katmanlarda çekme gerilmelerinin dayanımı veya çekmede şekil değiştirme sınırını aşması →▶**
- **İÇ KATMANLARDA GENİŞ ÇATLAKLAR OLUŞMASI**

FİZİKSEL OLAY – AŞAMA 3

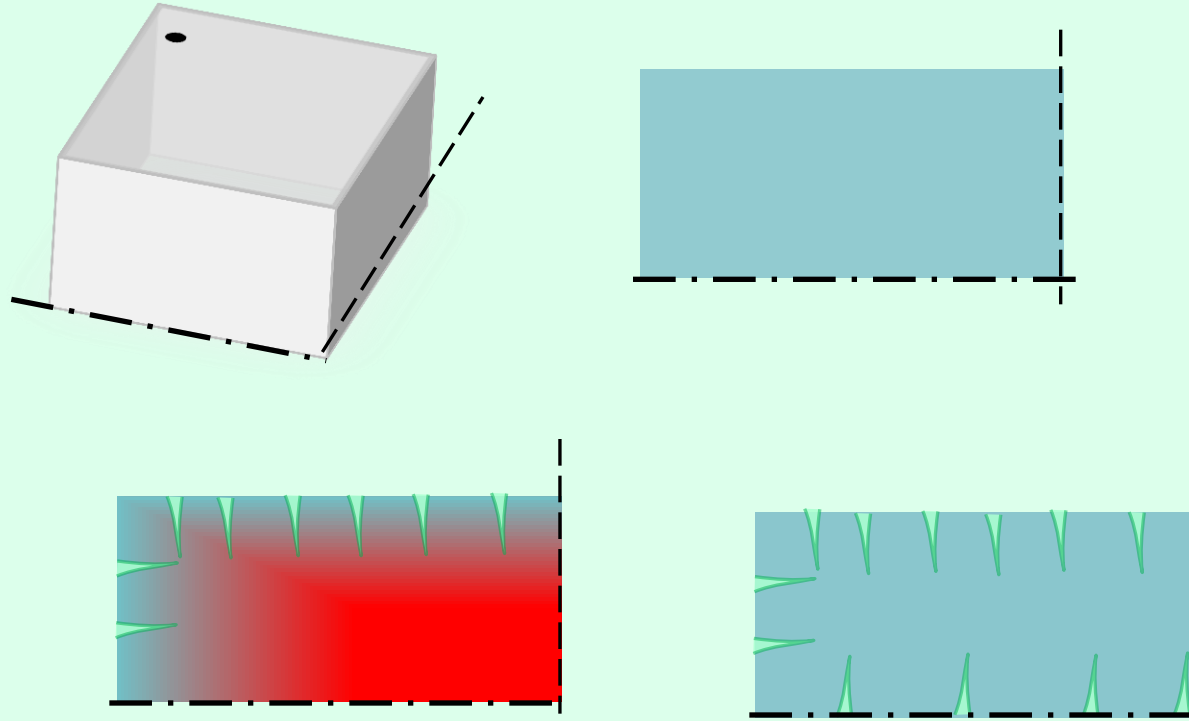
- Sıcaklık değişimine (gradyanına) paralel ve dik doğrultuda çatlakların yaygınlaşması ve genişlemesi,
- Donatı-beton bağının giderek azalması
- Dış zararlı ortam etkilerinin betonun iç katmanlarına ulaşmasının hızlanması,
- **ÇATLAKLARIN/BOŞLUKLARIN ZARALI ETKİSİ**
→ **HIZLI DAYANIKLILIK VE DAYANIM KAYBI.**

RADYE TEMELLER

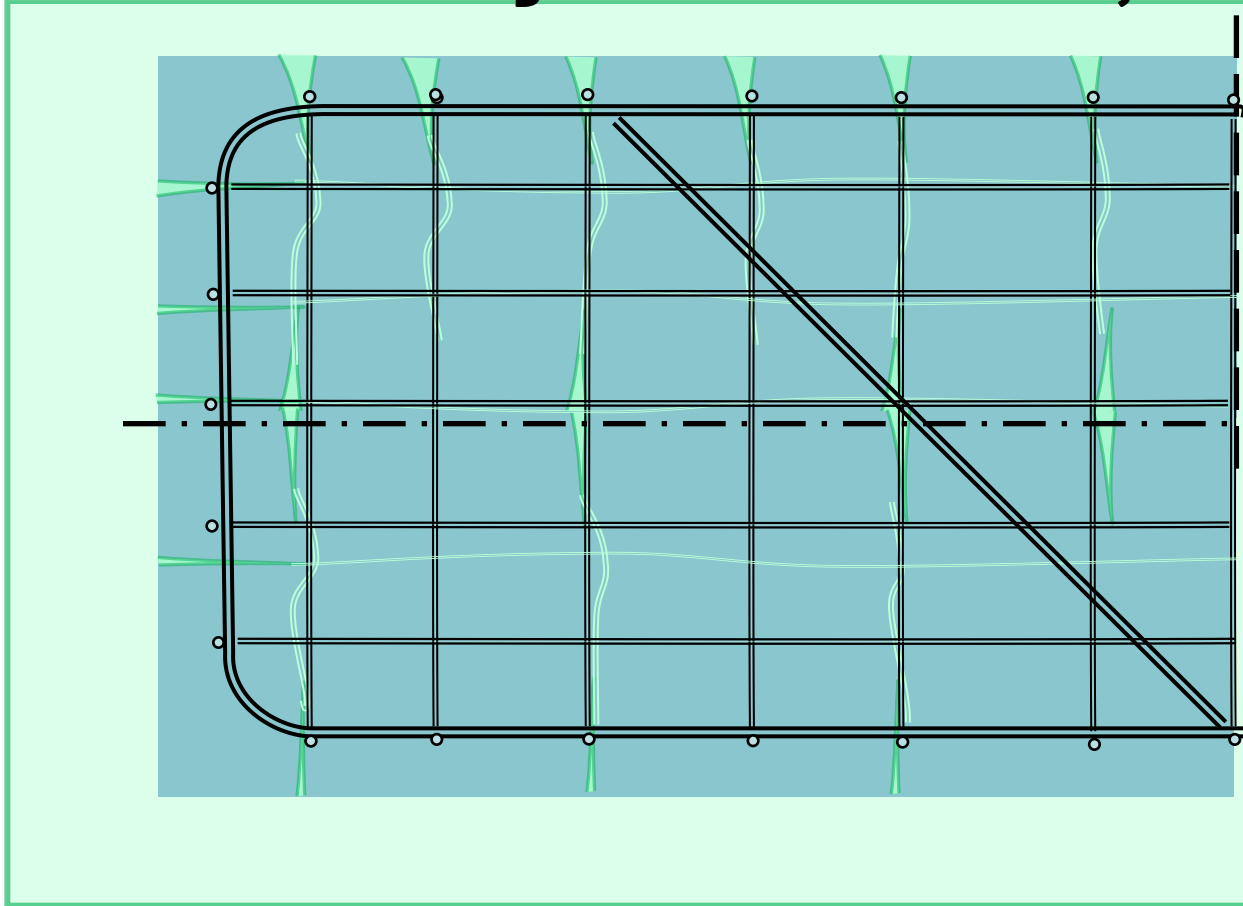
- **TİPİK BOYUTLAR:**
- **Kalınlık ~3 m En ~30 m Boy ~35 m**



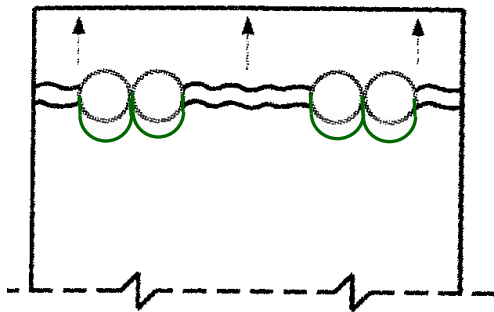
BETON KÜTLESİ İÇERİSİNDE SICAKLIK DAĞILIMI VE ÇATLAK OLUŞUMU (1)



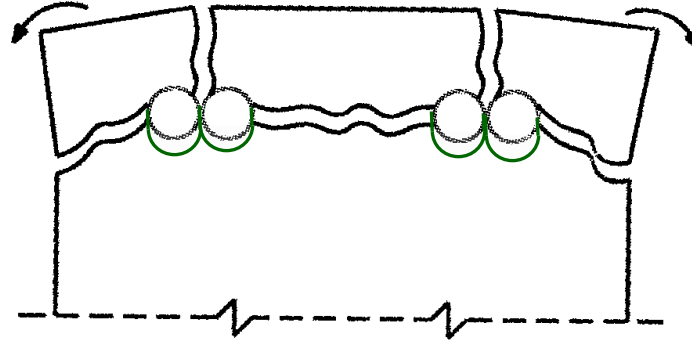
BETON KÜTLESİ İÇERİSİNDE SICAKLIK DAĞILIMI VE ÇATLAK OLUŞUMU (2)



BETONDA BÜZÜLME SONUCU DONATININ OLUŞTURDUĞU ÇATLAK

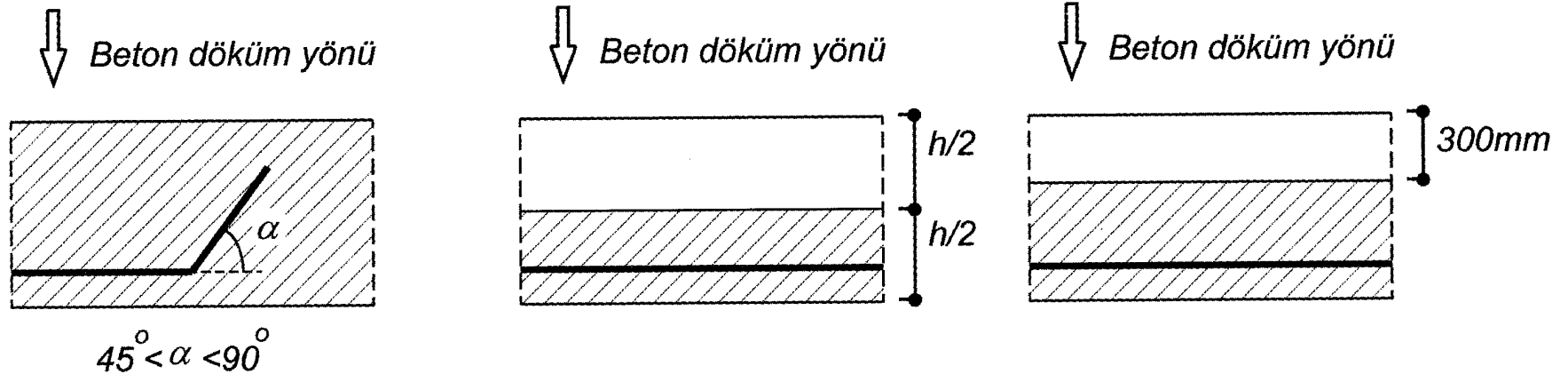


yanal yarıлма



V-yarıлма

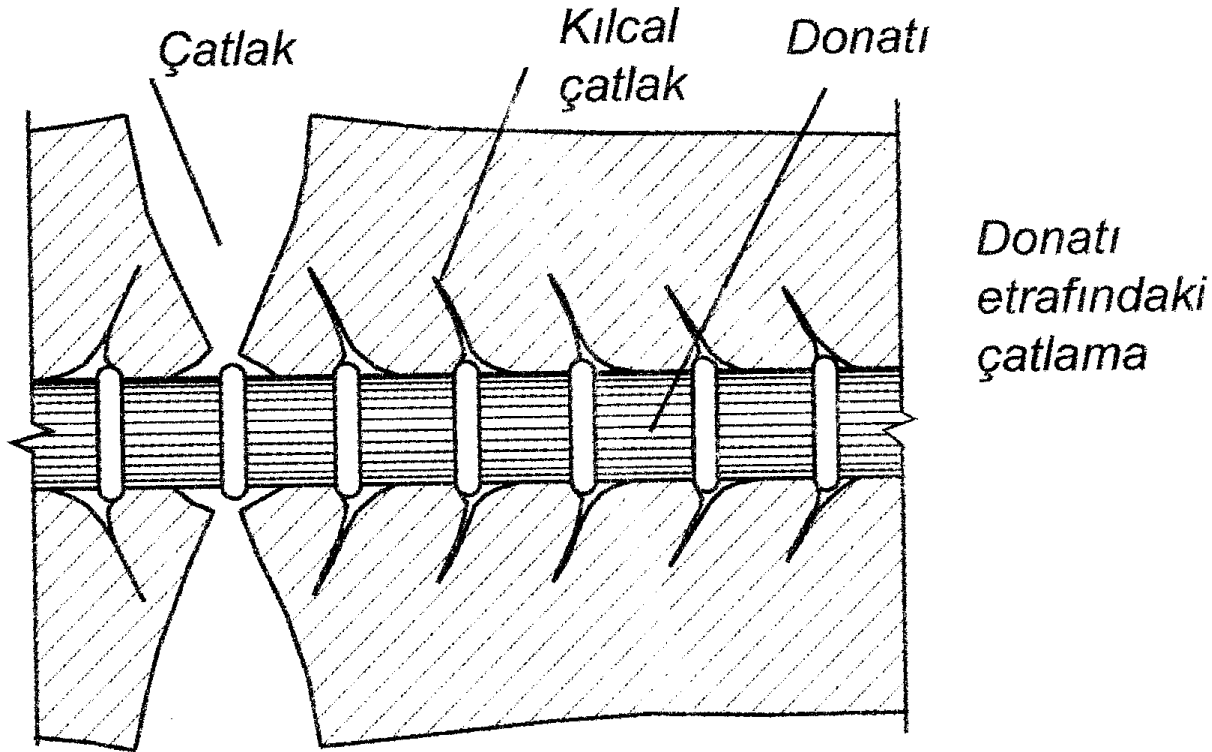
BETON-DONATI KENETLENMESİ ÜST KATMANLARDA FAZLA ZARAR GÖRÜR



Aderansı iyi olan Konum II bölgeleri

Şekil 3.31. Donatının beton elemanının içindeki yerine bağlı olarak aderansı iyi kabul edilen Konum II bölgeleri

BETONDA ISIL BÜZÜLME SONUCU BETON-DONATI KENETLENMESİ AZALMASI



Eksenel çekme altındaki beton içindeki donatı etrafındaki çatlama durumu

BETONDA GENLEME FARKI HASARLARI

- Çatlak oluşumu →
 - Etkin elastisite modülü azalır ↘
 - Dayanım azalır ↘
 - Donatı-beton bağ dayanımı, kenetlenme azalır ↘
 - Dayanıklılık azalır ↘
 - Donatı korozyon (paslanma) tehlikesi artar ↗

KÜTLE BETONU İÇEREN YAPILARIN TASARIMINDA TEMEL İLKELER: ÖNCELİKLER

- 1. Dayanıklılık (öncelikli)**
- 2. Ekonomi**
- 3. Dayanım**

ÇARE: SICAKLIK VE SICAKLIK FARKININ DENETİM ALTINDA TUTULMASI (1)

- **(1) Bağlayıcı madde türü ve içeriğinin** uygun seçilmesi,
- **(2) Bileşenlere ön-soğutma** uygulanması yoluyla **başlangıçta beton sıcaklığının düşürülmesi** (sıcak havada su ve agregaların soğutulması, su yerine buz rendesi (kar) katılması),

ÇARE: SICAKLIK VE SICAKLIK FARKININ DENETİM ALTINDA TUTULMASI (2)

- (3) Beton kütlesi içerisine gömülü soğutma borularından (serpantinlerden) soğutma suyu/sıvısı geçirilerek kütle içerisinde sıcaklığın yükselmesinin önlenmesi.

ÇARE: SICAKLIK VE SICAKLIK FARKININ DENETİM ALTINDA TUTULMASI (3)

- (4) Beton kütlesinin dış yüzeyine ısı yalıtımı uygulanması (özellikle soğuk havada döküm yapılması başlangıç sıcaklığını düşürmek bakımından yararlıdır, ancak kütle içerisinde sıcaklık gradyanının kısıtlanması için dış yüzeye ısı yalıtımı uygulanması gerekir)

ÇARE: SICAKLIK VE SICAKLIK FARKININ DENETİM ALTINDA TUTULMASI (4)

- (5) İnşaat yönetiminde iyi tertibat, zamanlama ve nitelik yönetimi yoluyla betonun tasarım, üretim, taşıma, bakım aşamalarında ilgili **fen ve sanat (iyi mühendislik) kurallarının sıcaklık farklarını en aza indirecek şekilde uygulanması.**

MALZEMELERİN ÖZELİKLERİ

<u>Özelik</u>	<u>Beton</u>	<u>Çelik</u>	<u>EPS*</u>	<u>Hava</u>
Isıl iletkenlik, W/(m·K)	1.70- <u>1.99</u>	60-80	0.03-0.05	0.024
Özgül ısı, kJ/(kg·K)	0.75- <u>0.92</u>	0.46	1.28±0.05	~1.0
Yoğunluk, kg/m ³	2400-<u>2500</u>	7850	20±0.02	~1.2

* Yalıtım amaçlı EPS (Genleştirilmiş Polistiren).

Bir uçları sıcak beton katmanı içerisinde olan donatı çubukları ısıyı yüzeye ileterek iç bölgelerin soğumasını sağlarken yüzeye yakın katmanda sıcaklık gradyanının yükselmesine de yol açabilir.

ZARARLI / YANLIŞ İŐLEMLER

- Sıcak beton kütlesini sulamak ve göllendirmek genelde ısı çatlakların daha fazla oluşmasına yol açabilir.
- Çatlaklar yüksek bağlayıcı içerikli harç veya bulamaçla doldurularak oluşacak yapısal sorunlar giderilemez.

SONUÇLAR 1

BÜYÜK KÜTLELİ BETON ELEMANLARDA ISIL ÇATLAKLARI AZALTMAK İÇİN:

- Kütle içerisinde sıcaklık $\leq 70-75^{\circ}\text{C}$ ve
- Sıcaklık gradyanı $\leq 0.10-0.15^{\circ}\text{C/m}$ sağlamak
- Beton kütesinin dış yüzeyine buharlaşma ve sıcaklık azalmasını önleyici yalıtım uygulamak

SONUÇLAR 2

- Hidratasyon ısı ve ısı oluşum hızı düşük bağlayıcı madde (çimento+mineral katkı) kullanmak, (CEM II – CEM V .../B /C çimentoları veya CEM I + Puzolanik mineral bileşen)
- Bağlayıcı içeriğini (çimento dozajını) azaltmak (uygun tane büyüklüğü dağılımına sahip agrega karışımı kullanmak)

$$C \leq 275 \text{ kgBağlayıcı/m}^3\text{Beton}$$

SONUÇLAR 3

- Betonun yerleştirme başlangıcında sıcaklığını düşük $T_0 \approx 10^\circ\text{C} - 18^\circ\text{C}$ olmasını sağlamak (buz rendesi ve agregayı soğutmak için sıvı azot kullanmak)
- Beton kütesinin içerisine yerleştirilmiş borulardan uygun sıcaklıkta soğutucu sıvı (su) dolaştırarak kütle içerisinde sıcaklığın yükselmesini önlemek

SONUÇLAR 4

- **YAPIMDA NİTELİK GÜVENCESİ İÇİN**

Şantiyede, işe uygun ölçekli,

- proje yönetimi örgütü

- proje yönetimi ile bütünleşmiş bir nitelik yönetim sistemi ve

- **BÜTÜNSEL NİTELİK YÖNETİM ÖRGÜTÜ**
kurmak.

SONUÇLAR 5

- **TOPLAM MALİYETİN / KAYIPLARIN binanın faydalı ömrü (örnek olarak 50 – 60 yıl) boyunca**

EN AZ OLABİLMESİ İÇİN

- **Yapım sırasında tasarımda belirtilenler gerçekleştirilmelidir.**
- **Denetimler her aşamada, titizlikle yapmak.**

YARARLANILAN KAYNAKLAR

1. CELEP, Z., “Betonarme Yapılar”, 5inci Baskı Beta Dağıtım, İstanbul, 2009.
2. ----- “Deprem Bölgelerinde Yapılacak BinalarHakkında Yönetmelik”, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Âfet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara 08.03.2007.
3. ----- “TS EN 206 – 1/Nisan 2002 (A2 25.04.2006) Beton: 1 Özellik Performans, İmalât ve Uygunluk”, TSE, Ankara.
4. “TS 500 /Şubat 2000 Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları”, TSE, Ankara, T2 Nisan 2002.
5. NEVILLE, A. M. “Properties of Concrete”, 4th & Final ed., Longman, Malaysia, 1995 rep. 1996, 844 pp.
6. -----“Advanced Concrete Technology 2 Concrete Properties”, Edited by NEWMAN J. / CHOO B. S., Elsevier Butterworth-Heinemann, Great Britain, 2003.
7. MEHTA, K. P. / MONTEIRO, P. J. M. “Concrete – Microstructure, Properties and Materials”, 3rd ed., McGraw-Hill, 1993
8. ACI Committee 207, “207.1R-96 Mass Concrete” American Concrete Institute,
9. ACI Committee 207, “ACI 116R-90 Cement and Concrete Terminology
10. BEAVER W., “Liquid nitrogen for concrete cooling”. Concrete international, Sept 2004,pp. 93-95.
11. _____, “TS 1248/Mart 2012 Betonun Hazırlanması, Dökümü Ve Bakım Kuralları - Anormal Hava Şartlarında”, TSE, Mart 2012, Ankara. 37 S.