

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

YAPI MALZEMESİ BİLGİSİ

Prof.Dr. Zekai Celep

YAPI MALZEMESİ BİLGİSİ

1. **Beton**
Agrega (kum, çakıl ve kırma taş)
Çimento
Karışım suyu
Katkı malzemeleri
Hazırlanması
Yerleştirilmesi
Bakımı ve serleşmesi
2. **Beton çeliği**
3. **Çelik yapı elemanı**

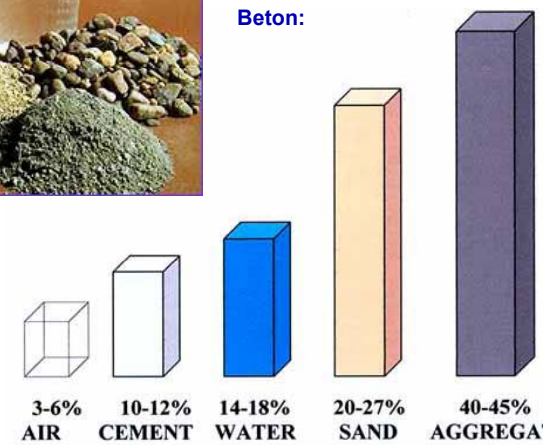
Beton agregası:

Agregalarda aranan en önemli özellikleri:

- Sert, dayanıklı ve boşluksuz olmaları,
- Zayıf taneler içermemeleri (deniz kabuğu, odun, kömür... gibi)
- Basınca ve aşınmaya mukavemetli olmaları,
- Toz, toprak ve betona zarar verebilecek maddeler içermemeleri,
- Yassı ve uzun taneler içermemeleri,
- Çimentoyla zararlı reaksiyona girmemeleridir.

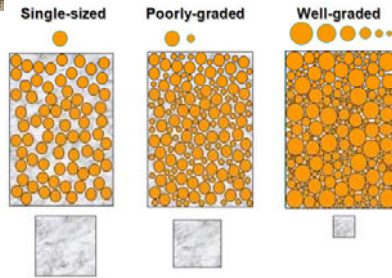


Beton:





Boşlukların dolması için değişik büyüklükteki agreganın bir araya getirilmesi gerekli:



06.11.2014

Çimento:

- Ana hammaddeleri: Kalkerle kil olan ve mineral parçaları (kum, çakıl, tuğla, briket ..vs.)
- Yapıştırma özelliğini yerine getirebilmesi için mutlaka suya ihtiyaç var.
- Su ile reaksiyona girerek sertleşir.
- Çimentonun üretiminde kırılmış kalker, kil ve gerekiyorsa demir cevheri ve / veya kum katılarak öğütülüp toz haline getirilir. Bu malzeme 1400-1500°C'de döner fırınlarda pişirilir. Meydana gelen ürüne "klinker" denir.
- Daha sonra klinkere bir miktar alçı taşı eklenip (%4-5 oranında) çok ince toz halinde öğütülerek Portland Çimentosu elde edilir.



6/69

Çimento:

- Katkılı çimento üretiminde; klinker ve alçı taşı dışında, çimento tipine göre tek veya birkaçı bir arada olmak üzere tras, yüksek fırın cürufu, uçucu kül, silis dumanı vb. katılır.
- Çimento birçok beton karışımında hacimce en küçük yeri işgal eden bileşendir; ancak beton bileşenleri içinde en önemlisidir.
- En çok kullanılan çimento tipleri Portland Kompoze Çimento, Katkılı Çimento, Cürüflü Çimento ve Sülfata Dayanıklı Çimento'dur, bunun dışında özel amaçlar için Beyaz Portland Çimentosu ve diğer bazı tip çimentolar kullanılmaktadır.
- Normal betonda agrega taneleri en sağlam unsur olduğundan, diğer iki unsur (çimento hamuru ve aderans) mukavemeti belirlemektedir. Çimento hamurunun mukavemeti önemli ölçüde su/çimento oranına da bağlıdır.

06.11.2014

7/69

Beton üretiminde kimyasal katkıları:

a. Su azaltıcılar (Akışkanlaştırıcılar)

Betonda aynı kıvamın veya işlenebilirliğin daha az su ile elde edilmesini sağlarlar. Taze betonda kullanılan su miktarı azaldıkça betonun dayanımı artar. Azalttığı su miktarı ile orantılı olarak normal ve süper olarak ayrılırlar.

b. Priz geciktiriciler

Taze betonun katılaşmaya başlama süresini uzatırlar. Uzun mesafeye taşınan betonlar veya sıcak hava dökümleri için yararlıdırlar.

c. Priz hızlandırıcılar

Priz geciktiricilerin aksine, bu katkılar betonun katılaşma süresini kısaltırlar. Bazı uygulamalarda, erken kalıp almada ve soğuk hava dökümlerinde don olayı başlamadan betonun katılaşmış olmasını sağlamak için kullanılırlar.

06.11.2014

8/69

Kimyasal katkılar:**f. Su geçirimsizlik katkıları**

Sınırlı miktarda hava sürükleyen katkılardır.

Ancak yerine yerleşmiş betonun su sızdırmazlığının sağlanması uygun yerleştirme tekniğinin iyi bir şekilde yapılmasına bağlıdır. Bazı betonlarda birden fazla katkı türü birlikte kullanılabilir. Ancak bu katkıların birbirlerinin etkilerini bozmadıkları denenmelidir. Kimyasal katkılar, yukarıda bahsedilen etkilerinden dolayı bütün inşaat sektöründe betonun ayrılmaz parçası olmuştur.

Mineral katkılar

Çimento gibi öğütülmüş toz halde silolarda depolanan cüruf , uçucu kül , silis dumanı, taş unu... vb. çeşitli maddelere 'Mineral Katkı' adı verilir. Mineral katkılar tek başına iken çimento gibi bağlayıcılık özelliği taşımazlar, fakat birlikte kullanıldıklarında çimentoya benzer görev yaparlar, dolayısıyla çimento ekonomisi sağlarlar. Mineral katkılardan yüksek dayanımlı beton üretiminde yararlanılır.

06.11.2014

9/69

Betonun karışım suyu:

Beton üretiminde kullanılan karışım suyu:

- Kuru haldeki çimento ve agregayı plastik, işlenebilir bir kütle haline getirmek.,
- Çimento ile kimyasal reaksiyon yaparak plastik kütlelerin sertleşmesini sağlamak.

Kıvam: Betonun işlenebilirliği

Kıvam katılan su miktarına bağlıdır. Beton mukavemeti, su/çimento oranına bağlıdır.

Şantiyeye teslimi yapılan taze betona daha fazla kıvam kazandırmak amacıyla fazladan su katmak betonun mukavemetini yok eder.

06.11.2014

10/69

Betonun karışım suyu:

- Genel olarak içilebilir nitelik taşıyan bütün sular betonda kullanıma uygundur.
- Ancak, betonda kullanılacak suyun içilebilir özellikte olması şart değildir. Birtakım ön deneyler yapılmak kaydıyla, içilemeyen sularla gayet kaliteli beton üretilebilir.
- Karışım suyu içinde bulunabilecek tuz, asit, yağ, şeker, lağım ve endüstriyel atıklar gibi bazı maddeler betonda istenmeyen etkiler oluşturabilir.
- Karışım suyunun analizlerle belirlenmesi ve kalitesinin belli aralıklarla denetlenmesi şarttır. Betonun bünyesinde çimento ile reaksiyona girmeyen fazla suyun bıraktığı boşluklar yalnız dayanımı düşürür.

06.11.2014

11/69

Hazır betonda aranan özellikler:**a. Taze betonda:**

- İşlenebilme özelliği, uygun kıvam
- Taze betonun sıcaklığı
- Agregası maksimum tane büyüklüğü,
- Homojenlik, kıvam kaybı, hava miktarı,
- Birim ağırlık

b. Sertleşmiş betonda:

- Dayanım (basınç, çekme, eğilme, yarıma mukavemetleri)
- Dış etkenlere karşı dayanıklılık (geçirimsizlik, aşınmaya dayanıklılık)
- Donma ve çözülme dayanıklılık
- Hafiflik veya ağırlık
- Isı, ses yalıtımı ve estetik (Brüt betonda dış görünüş)

06.11.2014

Ekonomi

12/69

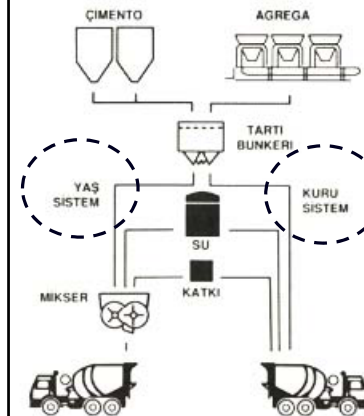
Betonun üretiminde "Hazır Beton Santrali"

- Hazır beton bileşenlerinin stoklanıp, kontrol altında karıştırılarak, hazır beton üretiminin gerçekleştirildiği ve transmikserlere dolunun yapıldığı tesislere "beton santrali" denir.
- Beton santralleri karışım şekillerine göre "yaş ve kuru karışım" olmak üzere ikiye, depolama şekillerine göre de "bunkerli" ve "yıldız tip" olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.
- Yıldız tip santralde, santralin önünde yıldız şeklindeki stoklama alanı vardır ve kova vasıtasıyla agregalar arkadaki karıştırma kazanına aktarılır.
- Bunkerli santralde ise agrega ve kumlar santralin önündeki bunkerlerde stok edilip, bantlı bir sistemle karıştırma kazanına taşınır.

06.11.2014

**Beton üretimi****Beton üretimi:**

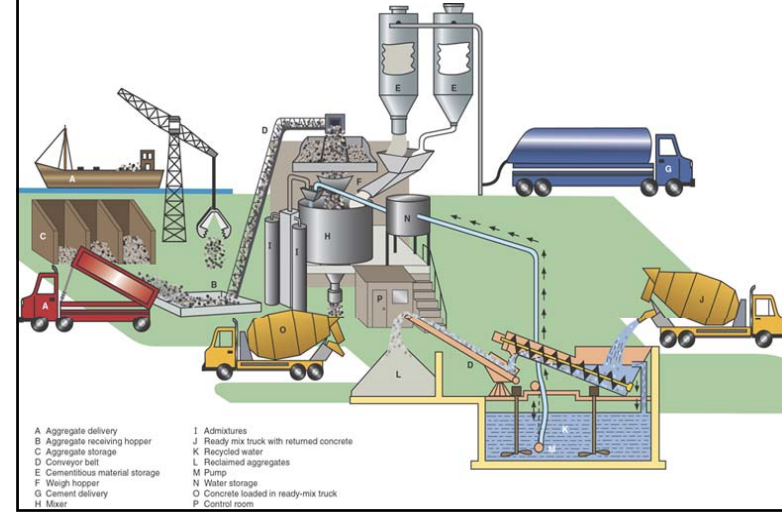
- Şantiyede hazırlanan beton
- Hazır beton

**Hazır beton:**

Bilgisayar kontrolüyle istenilen oranlarda bir araya getirilen malzemelerin, beton santralinde veya mikserde karıştırılmasıyla üretilen ve tüketiciye "taze beton" olarak teslim edilen betona "Hazır Beton" denir.

Hazır beton santrali:

- Hazır beton bileşenlerinin stoklanıp, kontrol altında karıştırılarak, hazır beton üretiminin gerçekleştirildiği ve transmikserlere dolumun yapıldığı tesislere "beton santrali" denir. Beton santralleri karışım şekillerine göre "yaş ve kuru karışım" olmak üzere ikiye, depolama şekillerine göre de "yıldız tip" ve "bunkerli" olmak üzere ikiye ayrılır.

**Hazır beton üretim tesisi:****Betonun üretiminde "Hazır Beton Santrali"****Üretim süreci:**

- Önce, hazır betonun üretiminde kullanılacak, doğru seçilmiş malzemelerin (çimento, agrega, su, katkı) kalitelerini ve birbirlerine uyumunu incelemek için laboratuvar deneyleri yapılır. Bu deneylerden geçen malzemelerde zamanla olumsuz değişiklikler meydana gelmesinin önlenmesi için sürekli kalite denetimi yapılmalıdır.
- Hazır betonun üretim süreci, santral operatörünün üretilen betonu tanımlayan formülün numarasını belirleyip, bilgisayar sistemini işletmesiyle başlar. İlk komuttan sonra, ayrı bölmelerde stoklanmış bulunan agrega, çimento ve su aynı anda tartılır. Daha sonra tartılmış agrega bant veya kovayla taşınarak mikser kazanına aktarılır. Bu sırada çimento, su ve formülde varsa kimyasal katkı maddesi de kazana aktarılır ve karıştırılır.



Betonun üretiminde “Hazır Beton Santrali”**Üretim süreci:**

- Bir harman betonun hacmi santraldan santrala değişmekle birlikte, genellikle 1 - 3 m³ 'tür. Santralda karışma süresi de harman hacmiyle orantılı olarak standartlar tarafından belirlenmiştir. Yeterince karıştırılmış olan harman, transmiksere boşaltılır, dolum tamamlanıncaya kadar aynı işlem devam eder.



06.11.2014

Betonun üretiminde “Hazır Beton Santrali”**Beton sınıfları:**

- Betonun basınç mukavemeti standart kür koşullarında saklanmış (20 °C ±2°C kirece doymun su içerisinde), 28 günlük silindir (15 cm çap, 30 cm yükseklik) veya küp (15 cm kenarlı) numuneler üzerinde ölçülür.
- Hazır betonda basınç dayanımı sınıfları, karşılığı silindir ve küp mukavemetleri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir. (EN 206)

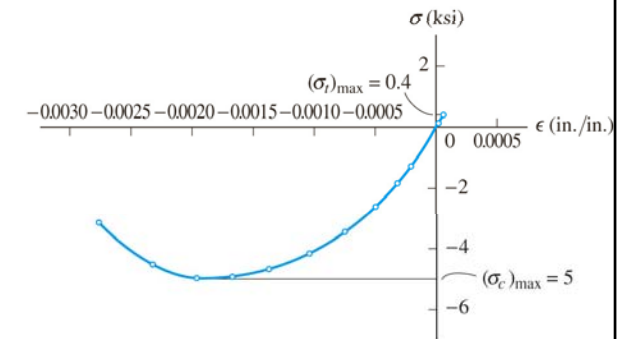


06.11.2014

Beton Sınıfı	Karakteristik Basınç Dayanımı f_{ck} MPa	Eşdeğer Küp Basınç Dayanımı MPa	Karakteristik Eksenel Basınç Dayanımı, f_{ctk} MPa	28 Günlük Elastisite Modülü E_c MPa
C16	16	20	1,4	27000
C18	18	22	1,5	27500
C20	20	25	1,6	28000
C25	25	30	1,8	30000
C30	30	37	1,9	32000
C35	35	45	2,1	33000
C40	40	50	2,2	34000
C45	45	55	2,3	36000
C50	50	60	2,5	37000

06.11.2014

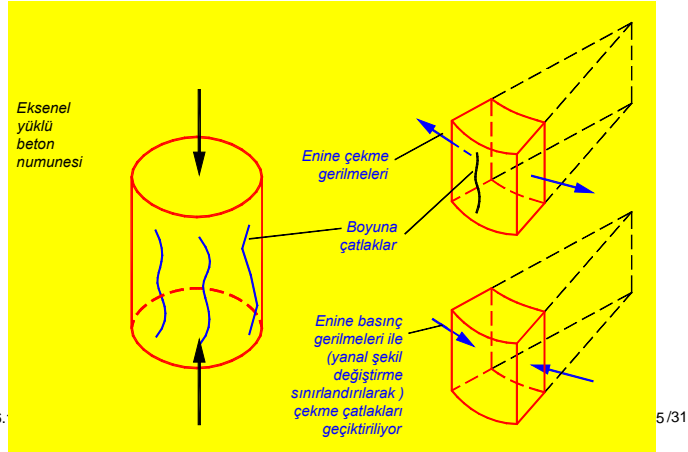
23/69

Betonun çekme ve basınç gerilmesi altındaki davranışı:

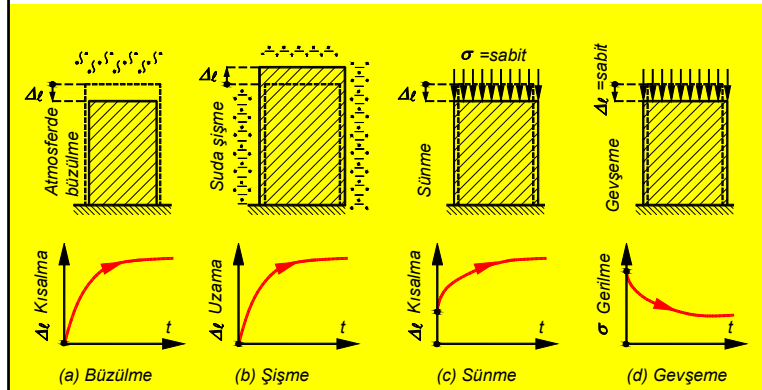
06.11.2014

 σ - ϵ diagram for typical concrete mix

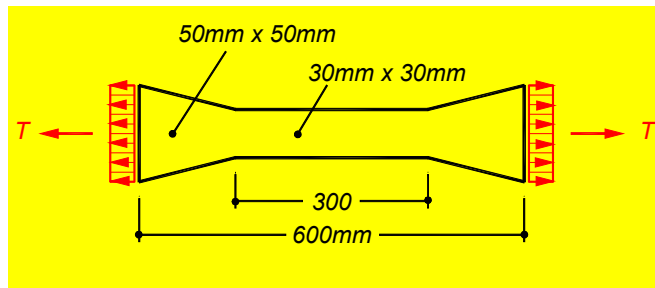
Betonun çekme ve basınç gerilmesi altındaki davranışı:



Betonun çekme ve basınç gerilmesi altındaki davranışı:



Betonda çekme deneyi:



06.11.2014

27/31

Kıvam sınıfları:

- Betonun işlenebilirlik özelliğini kıvamı belirler.
- Kıvam, betonun kullanım yerine (kalıp geometrisi, donatı sıklığı, eğim), betonu yerleştirme, sıkıştırma, mastarlama imkanlarına ve işçiliğine, şantiyede beton iletim imkanlarına (pompa, kova) bağlı olarak seçilir.
- Beton kıvamı çökme ve yayılma sınıflarına göre belirlenir.
- Çökme sınıfları S1, S2, S3, S4 ve S5 sembolleri ile tanımlanan bu kıvamlar çökme (slump) konisi deneyi ile ölçülür.
- Hazır betonda şantiye teslimi kıvam, taşıma süresi ve beton sıcaklığına bağlıdır. Taşıma süresi kıvamı etkiler. Süre uzadıkça ve hava sıcaklığı yükseldikçe santraldan şantiyeye kıvam kaybı artar. Kıvam kaybının betona su verilerek dengelenmesi mukavemeti düşürür.

06.11.2014

28/69

Kıvam için "slump" deneyi:

06.11.2014

Technicians performing a slump test on fresh concrete

Agrega en büyük (maksimum) tane büyüklüğü sınıfları:

- Agrega en büyük tane büyüklüğüne göre sınıflandırılır.
- Beton içinde kullanılacak en iri agregata tane büyüklüğünün kalıp en dar boyutu, döşeme derinliği, pas payı, en sık donatı aralığı gibi unsurlarla uyumlu biçimde, seçilir.
- Piyasada yaygın biçimde kullanılan hazır beton "2 No Agregalı" olmalıdır.

En Büyük Agregata Tane Büyüklüğü Sınıfı	Dmax. (mm)
D1 (1 No.lu)	12
D2 (2 No.lu)	22
D3 (3 No.lu)	32

06.11.2014

30/69

Hazır betonun dökümü:

Dökümden önce dikkat edilecek noktalar:

- Kalıplar sağlam, sızdırmaz, temiz
- Kalıp yağlanması ve yüzeyleri
- Donatıların gereğince döşenip, kontrolü
- Betonu işlemek için vibratör kullanımı
- Taze betonun bakımı için sulama ve örtme,
- Yer betonu dökülecekse, zemin döküme uygun hale getirilmesi,

06.11.2014

31/69

Betonun dökümü ve yerleştirilmesi:

- Betonun yerleştirilmesi pompalı ve pompasız olabilir.
- Yerleştirme yöntemi betonun kıvamını etkiler.
- Pompalanacak betonun, mikserden direkt kalıba dökülen betona kıyasla daha akıcı ve kolay işlenebilir olması aranır.

06.11.2014

32/69

İnşaat Mühendisliğine Giriş / Yapı Malzemesi

- Betonun rahat yerleştirilip, mastarlama yapılamamasından dolayı döküm yerine gelen betona fazladan su eklenmesi beton mukavemetini düşürür.
- Uygun kıvamda beton siparişi, akışkanlaştırıcı kimyasal katkıların kullanılması ve özellikle de şantiyede vibratör kullanımı ile rahat yerleştirme elde edilebilir.
- Beton mümkün olduğunca yerleştirileceği yere veya yakın bir bölgesine dökülmelidir.
- Beton homojen tabakalar halinde yerleştirilmelidir. Yerleştirme esnasında büyük yığınların ve eğimli tabakaların oluşturulmasına engel olunmalıdır.
- Beton kalıba 1.5 m den daha yüksekte dökülmemelidir.

06.11.2014

33/69

İnşaat Mühendisliğine Giriş / Yapı Malzemesi

- Betonun yerleştirme ve sıkıştırma hızları uyum içinde olmalıdır.
- Gecikme ve duraklamalara meydan verilmemeli, bunun sonucu oluşabilecek soğuk derzler için imkan verilmemelidir. Bu tür uygulamalarda muhtemel hava kabarcıklarına karşı kalıp yağlanmalıdır.
- Pompalı dökümlerde inşaata yaklaşım mesafesi, yatay ve düşey döküm erişim mesafeleri; inşaat, zemin ve pompa cinsine göre değişkendir. Pompanın kurulacağı zeminin altından geçen boru hattı veya üzeri kapatılmış boşluklar bildirilmelidir.
- Kolon betonlarında, pompa uç hortumu kalıp içine mümkün olduğu kadar sokulmalıdır; perde betonlarında, beton kalıp yüzeyine çarptırılmamalıdır. Betonun hızını keserek, ayrışma ve kalıp deformasyonuna engel olunmalıdır. Pompa uç hortumunu tutan elemanların bom altında durmamasına dikkat edilmelidir.

06.11.2014

34/69

İnşaat Mühendisliğine Giriş / Yapı Malzemesi

- **Soğuk havada beton dökümü:**
- Beton dökümü esnasında hava sıcaklığının +5 °C 'den düşük olması halinde, kaliteli beton elde edebilmek için yapım, döküm ve bakım işlerinde bir takım tedbirlerin alınması gerekir.
- Taze betonda priz esnasındaki donma tehlikesidir. Priz öncesinde ve sertleşme sonrası donmanın etkileri nispeten azdır. Taze betonun döküldüğü ortamın sıcaklığının düşmesi, priz süresini uzatır, kalıp alım süresi uzar, betonun mukavemeti düşer, agrega parçalanmaları görülebilir.
- Soğuk havalarda betonu korumada izlenecek yol, başlangıçta beton sıcaklığının belirli bir değerden aşağı düşmesini önlemektir.

06.11.2014

35/69

İnşaat Mühendisliğine Giriş

- **Pompa ile döküm:**



36/69

Pompa ile beton dökümü:

06

Bridge deck constructed with epoxy-coated reinforcing bars

37/69



Placement Today - Direct
From the Transit Mixer, or

Sıcak havada beton dökümü:

- Beton dökümü için en olumsuz ortam, aşırı sıcak, kuru ve rüzgarlı havalardır. Yeni yerleştirilmiş taze betonda, hızlı buharlaşma sonucu aşırı su kaybı olur. Bunun sonucunda çökme kaybı, priz hızlanması, hava boşlukları ve yüzeyde plastik rötre çatlakları meydana gelir. Bu da betonun dayanıklılığını olumsuz yönde etkiler.
- Beton dökerken hava sıcaklığının 30°C den fazla olması beton için tedbirler alınmasını gerektirir.

06.11.2014

39/69

Sıcak havada beton dökümü:

- Taze betonun sıcaklığı, rüzgarın hızı, bağıl nem ve ortam sıcaklığı denetlenmelidir.
- Çimento, su ve agregalar olabildiğince soğuk olmalıdır. Agregalar gölgede stoklanmalı, karışım suyu beyaza boyanmış tanklarda tutulmalıdır.
- Agregalar periyodik olarak ıslatılmalı, ancak agregalarda farklı nem oranlarının oluşmamasına dikkat edilmelidir.
- Düşük çimento dozu ve hidrasyon ısıları düşük çimentolar tercih edilmelidir.
- Döküm yerine ulaşan beton bekletilmeden yerleştirilmeli ve vibrasyon kısa sürede tamamlanmalıdır. Dökümün gecikmesi halinde priz geciktirici kimyasal katkıları kullanılmalıdır. Gece beton dökümü tercih edilmelidir.

06.11.2014

40/69

Sıcak havada beton dökümü:

- Döküm esnasında taban ve kalıplara su püskürtülmesi beton karışımındaki suyun emilmemesi açısından faydalıdır. Böylece betonla temas edecek yüzeylerin sıcaklığını düşürerek nem miktarını artırmak mümkündür.
- Buharlaşma ve su kaybına karşı yüzeyler su geçirmez örtüler ile rüzgara karşı da rüzgar koruyucularla örtülmelidir.
- Normal betonarme yapılarda kür süresi yaz aylarında en az üç gün olmalı, yüzey sürekli nemli tutulmalıdır.
- Güneş ve rüzgarın doğrudan etkisine karşı korumak için açıkta kalan beton yüzeyler, ıslak çuval ve plastik örtü gibi malzemelerle örtülmelidir. Özellikle döşeme ve saha betonlarının bakım maddeleri ile kaplanıp, buharlaşmanın geciktirilmelidir.

06.11.2014

41 /69

Kalıp:

- Betonun mimari ve statik açıdan gerekli formu almasını sağlayan ve beton yeterli dayanım kazanıncaya kadar onu taşıyan yardımcı yapı elemanlarına kalıp denir.
- Betonarme elemanlara gerekli boyut ve şekli verir.
- Taze beton ağırlıklarını, taze beton basınçlarını ve beton dökümü sırasında ortaya çıkan ilave yükleri taşır.
- Beton dökümü sırasında ortaya çıkabilecek darbe ve titreşim etkilerine dayanır.
- Gerekli durumlarda çalışma ve iletim döşemesi gibi de kullanılır.

06.11.2014

42 /69

Kalıp:

- Kalıp yüzeyleri genellikle ahşaptan imal edilmekle birlikte çelik, sac ve alüminyum kalıp yüzeyleri de kullanılmaktadır. Mesnet konstrüksiyonlar ise kalıp taşıyıcıları, dikmeler ve bağlantı elemanlarıdır.
- Kalıp taşıyıcıları ahşap kalaslar, ahşap kafes kirişler veya dolu gövdeli ahşap kirişler, boyu ayarlanabilir çelik kirişler, çelik profillerdir. Kalıp dikmeleri olarak ahşap kalaslara ve teleskopik çelik dikmeler ile yüksek döşeme kalıplarında üç boyutlu çok parçalı sehpa dikmeler kullanılır.

06.11.2014

43 /69

Kalıp:

- Kalıp temiz, ölçülere uygun ve sızdırmaz olmalıdır,
- Az parça ile kurulabilmelidir,
- Kalıp elemanlarını birleştiren bağlantı elemanlarının kullanılışı kolay olmalıdır,
- Beton ağırlığından ve beton dökümünden dolayı ortaya çıkan yükleri şartnamelerin öngördüğü güvenlikle taşınmalıdır,
- Büyük yüzeyli kalıp elemanlarının ağırlıkları vinç kapasitesini aşmamalıdır,
- Basit detaylarla çözülebilmelidir,
- Ustaya ihtiyaç az olmalıdır,
- Yapıdan ve plandan bağımsız olmalıdır,
- Ekonomik olmalıdır.

06.11.2014

44 /69

Kalıp:

- Yüksek kullanım sayılı pahalı bir kalıp sistemi çok az işçilik masrafı gerektirse bile, optimum kullanım sayısına erişilemiyorsa tercih edilmemelidir.
- Kalıp sisteminin seçimine etki eden diğer faktörler ise yapı türü, taşıyıcı sistemi, hacimlerin bölünüşü, betonun istenen yüzey durumu, şantiyenin vinç ve taşıma imkanlarıdır.



06.11.2014

Yerleştirme, sıkıştırma ve vibratör kullanımı:

- Kalıba dökülen betonu, kalıbın her tarafına yaymak, donatıları iyice sarmasını sağlamak ve hava boşluklarını dışarıya çıkararak doluluğu artırmak için vibratörle sıkıştırma gerekir.
- Vibrasyonun esaslı, betonu kuvvetli bir şekilde titreşime tabi tutmaktır.

06.11.2014

46/69

Vibratör:

- **İçten titreticiler:** Bir diğer adı da dalgıç vibratör olan ve en çok kullanılan vibratör tipidir. Vibratör, titreten bir metal uç ve ona, güç kaynağından hareket gücü ileten, hortum içindeki esnek bir bağlantı şaftından oluşur. Titreşimli uç beton içindeki en büyük agrega boyutu, betonun kıvamı, kalıp ve donatı durumuna göre değişik çaplarda olabilir.
- **Dıştan titreticiler:** Kalıp vibratörleri diye de adlandırılan ve kalıba dıştan monte edilerek kullanılan vibratörlerdir. Bu vibratörler genellikle donatı yoğunluğunun fazlalığı nedeniyle içten titretici uygulanamayan sıkışık yerlerde, tünellerin kemer kaplamaları ile prefabrik eleman üretiminde kullanılırlar. Kolaylıkla sokulup takılabilmeleri özellikleri nedeniyle dökümün ilerlemesine göre kalıp üzerinde yerleri değiştirilebilir. Elektrikle veya basınçlı hava ile çalışırlar.



06.11.2014

Vibratörler

Kalıp vibratörleri



Yüzey vibratörleri

Vibratör:

- **Yüze Titreticiler:** Satih vibratörleri de denilen bu vibratörler titreşen bir mala ve master şeklindedirler. Daha çok döşeme ve yol kaplama betonlarında kullanılırlar. Yaklaşık olarak 20 cm derinliğe kadar etkili olurlar. Şayet daha derin kısımların vibrasyonu gerekiyorsa dalıcı vibratörlerle birlikte kullanılmalıdır.



06.11.2014

Betonun bakımı:

- Yerleştirilen betonun dayanımının zaman içinde gelişimi, bünyesindeki çimentonun su ile yapacağı hidratasyon reaksiyonlarının sürekliliği ile mümkündür. Hidratasyon olayının normal bir şekilde gelişmesini engelleyen saklama koşulları ile ilgili faktörler havanın sıcaklık ve nem derecesi ile rüzgarlı olmasıdır.
- Hava sıcaklığının düşük olması hidratasyonu yavaşlatacak, buna bağlı olarak da beton yavaş dayanım kazanacaktır. Şayet havanın sıcaklığı fazla ise bu durumda da buharlaşma olacak ve hidratasyon için gerekli su miktarında azalma olacaktır. Havanın rüzgarlı olması da buharlaşmayı artıracaktır. Bu durumda buharlaşmanın önlenmesi, ancak betona yeterli bir rutubet kaynağı sağlamakla mümkün olacaktır. Şayet betonda bu gibi etkiler sonucu oluşan su kaybı önlenemez ise, ani kurumadan dolayı betonda büzülme olacak ve çatlaklar meydana gelecektir.

06.11.2014

50/69

Betonun bakımı:

- Karışım suyunu belirli bir süre betonun bünyesinde tutabilmek için genelde iki yöntem uygulanmaktadır. Birincisi betonu sık sık ve devamlı sulama, ıslak çuvallarla örtme, buhar verme, kum, nemli toprak veya saman sererek sürekli ıslatmak gibi önlemlerdir. İkincisi ise mastarı biter bitmez beton yüzeyini sıvı kür maddeleri ile kaplamaktır. Bu maddeler, püskürtme yoluyla veya fırça ile beton yüzeyine uygulanırlar ve yüzeyde geçirimsiz bir tabaka oluşturarak beton karışım suyunun kaybolmasına engel olurlar.
- Soğuk havalarda, gerek don etkisine karşı gerekse kalıp alma süresini kısaltmak için betonu, bir çadır altında ve içerisinde gerekli ısıyı sağlamak için ateş yakarak, sıcak hava veya buhar üfleterek veya benzeri ısıtma yöntemlerini kullanarak muhafaza etmek gerekir.

06.11.2014

51/69



Betonda çatlaklar:**Yapısal çatlaklar:**

- Bu tip çatlaklar, betonarme eleman içinde çekme gerilmelerine dik yönde oluşur. Basit bir kirişin açıklık ortasında oluşan veya bir konsol mesnedin üstünde görülebilen çatlaklar bu tiptendir.

Uygulama kökenli çatlaklar (Taze veya yaşlanmış betonlarda görülür):**1. Taze Beton Çatlakları**

Taze beton çatlakları, betonun kalıba yerleştirilmesini izleyen ilk 30 dakika ile 5 saat arasında, genelde döşeme gibi geniş yüzeye uygulanan betonlarda görülür. Bu çatlaklar, 10 cm ye erişen derinlikte ve birkaç cm den başlayarak, 2 m ye varan uzunluklar olabilir. Derin ve uzun çatlaklar betonun mukavemeti ve dayanıklılığı açısından son derece zararlı olabilir. Taze beton çatlaklarının en önemli iki nedeni olarak oturma farklılıkları ve plastik rötre (büzülme) sayılabilir.

06.11.2014

53/69

Betonda çatlaklar:**Oturma çatlakları:**

- Yeni dökülmüş, pas payı bırakılmamış, kürü uygulanmamış, gereğinden fazla su ile karılmış betonlarda, boşluklu betonarme elemanlarda, donatının fazla olduğu bölgelerde ve betonun uygun yerleştirilmediği durumlarda, üst yüzeye yakın donatıların hemen üzerinde oluşurlar. Taze betonda iri agrega taneleri dibe doğru çökerken, çimento partiküllerini içeren su yüzeye çıkar.
- Döşemeler ince olduğu için oturma azdır, pek çatlama görülmez. Kirişler daha derin olduğu için oturma çok olabilir ve donatının haritası beton yüzeyine çıkar, çatlaklar donatıların yerini belli eder. Betonun suyu arttıkça oturma artar. Beton iyi yerleştirilmez, sıkılmaz, vibrasyon uygulanmazsa oturma yine artar. Dolayısıyla çatlama da. Bu çatlakları önlemenin yolu normal kıvamda (-12 cm çökme) beton kullanıp, yüksek kıvamlı aşırı sulu betonlardan kaçınmak ve betona iyi vibrasyon uygulamaktır.

06.11.2014

54/69

Betonda çatlaklar:**Plastik rötre (büzülme) çatlakları:**

- Bu tip çatlaklar, özellikle sıcak, kuru, rüzgarlı günlerde dökümü yapılan betonlarda (döşeme, yer, yol, pist betonları) görülen; rastgele dağılmış, çeşitli boylarda ve genişliklerdeki çatlaklardır. Genelde çatlak genişliği 1 mm' den azdır ve yüzeyseldir, derine gitmez, yapı güvenliği açısından tehlikesi yoktur.
- Döşeme betonu dökülünce üst yüzeyindeki su buharlaşmaya başlar, betonu terk ederek havaya karışır, bu suyun yerine betonun bünyesindeki su yukarı, üst yüze doğru gelir (kusulan su). Buharlaşma hızı, su kuma hızından yüksekse betonun yüzeyi kurumaya, dolayısıyla büzülmeye ve çatlamaya başlar. Aynı çatlaklar, yeni dökülen betonun altındaki eski, ıslatılmamış betonun veya asmolen tabliyelerindeki briket gibi diğer malzemelerin beton suyunu emmesi sonucu da oluşabilir.

06.11.2014

55/69

Betonda çatlaklar:**Buharlaşma hızını artıran faktörler:**

- **Hava Sıcaklığı:** Hava sıcaklığı arttıkça buharlaşma artar. Sıcaklığın 10 °C artması buharlaşmayı yaklaşık 2 kat artırır. Beton havadan daha sıcaksa buharlaşma daha da hızlanır.
- **Havanın Rutubeti:** Havadaki rutubet azaldıkça (hava kurudukça) buharlaşma kolaylaşır ve hızlanır. Nispi rutubet %90'dan %5' e indiğinde buharlaşma beş kat artar.
- **Rüzgarın Hızı:** Rüzgar arttıkça buharlaşma hızı artar. Rüzgarın hızı sıfırdan saatte 20 km 'ye çıktığında buharlaşma 4 kat artar.
- **Güneş Işınları:** Beton yüzeyi güneş ışınlarına açıksa betonun yüzey sıcaklığı artar ve buharlaşma hızlanır.

06.11.2014

56/69

Plastik rötre ve buna bağlı çatlakları azaltmak için alınacak tedbirler:

- Beton döküleceği kalıbı ve donatı çubuklarını nemlendirerek, kalıp elemanlarının, betonun suyunu emerek kurumasını hızlandırmalarına engel olmak,
- Betonu güneşten (gölgelik yaparak veya akşam dökerek), sıcaktan (akşam dökerek) ve rüzgardan (rüzgarlık yaparak) korumak,
- Suyun buharlaşmasını önlemek (ıslak çuval, naylon örtü örterek veya kür maddesi sürerek veya püskürterek),
- Yeterli sayıda ve beceride işçi kullanarak betonu hızlı dökmek, mastarlamak ve hemen küre başlamak ve en az 3 gün boyunca kürü sürdürmek.

06.11.2014

57/69

2. Yaşlanmış Beton Çatlakları

- Bu tip çatlaklar, değişik yaş gruplarındaki (birkaç haftadan 30 yıla kadar) betonlarda görülebilir. Çatlaklar, fiziksel veya kimyasal kökenlidir. Bunlar, önce kılcal görünümde, ardından büyüyen ve birleşen çatlaklardır. Çatlakları takiben beton yüzeyinde soyulma, dökülme ve patlamalar görülür. Önlem alınmadığı takdirde, betonarme elemanlar zamanla tamamen tahrip olabilir.
- Bu çatlakların nedenleri arasında donma - çözülme, alkali - aktif silis reaksiyonu, karbonatlaşma, donatının korozyonu/paslanması, sülfat - asit -tuz gibi beton için zararlı maddelerin yol açtığı reaksiyonlar sayılabilir.

06.11.2014

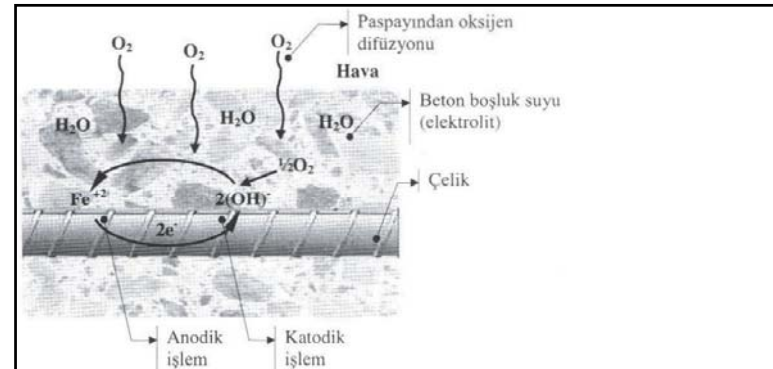
58/69

Betonarmede donatı korozyonu:



06.11.2014

59/69

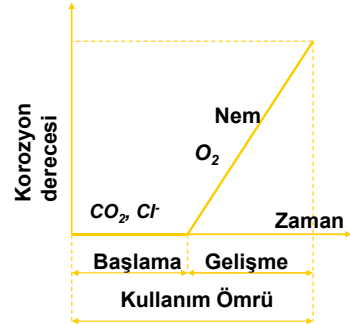


• Donatı korozyonu:

- Bu durum çelik donatı için koruyucu bir ortam oluşturur. Ancak,
 - klor etkisi (Cl)
 - karbonatlaşma etkisi (CO2)

bu koruyucu tabakayı tahrip eder ve korozyon tehlikesi doğar.

Donatı korozyonu:



- Korozyonun başlaması için
 - Klor
 - Karbondioksit
- Korozyonun sürmesi içinse
 - Oksijen
 - Su
 gereklidir.

Tedbir: Geçirimsizlik ve paspayı

Betonarmede donatı korozyonu hasarları:



06.11.2014

62/69

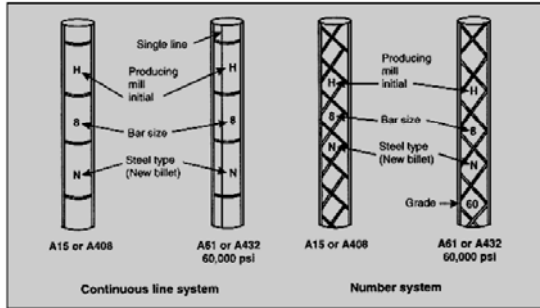
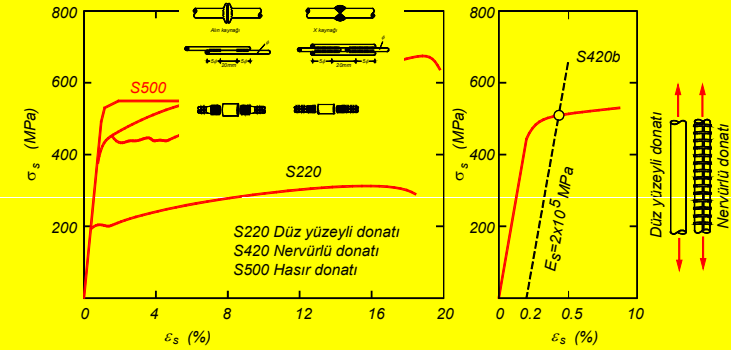
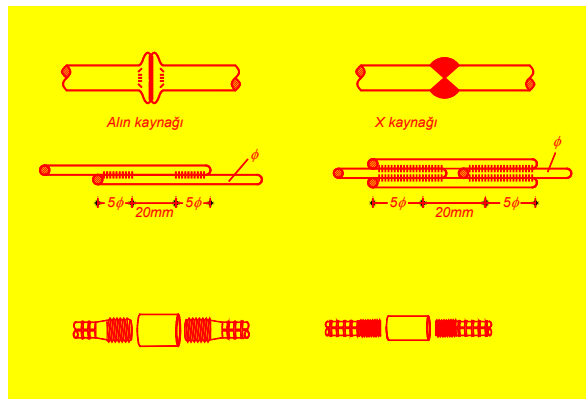


Beton çeliği çeşitleri:

S220 (Akma gerilmesi 220MPa, düz yuvarlak çelik)

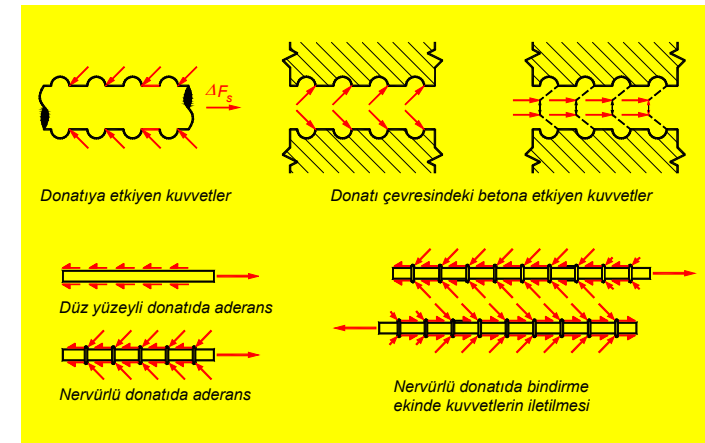
S420 (Akma gerilmesi 420MPa, nervürlü çelik)

S500 (Akma gerilmesi 500MPa, hasır çelik)

**Beton çeliği:****Beton çeliğinin eklenmesi**

06.11.2014

67/69

Beton içindeki donatıda gerilme iletimi:

39

Donatıda tekrarlı yükleme:

