



# KÜB BÜLTENİ

5

Ekim 2024

# İÇİNDEKİLER

- ❑ **BETONDA KLORÜR ATAĞI** (syf. 1)
- ❑ **BETON GEÇİRİMLİLİĞİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER** (syf. 6)
- ❑ **KÜTLE BETON UYGULAMALARI** (syf. 9)
- ❑ **BETON UYGULAMASINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR** (syf. 18)

## KÜB HAKKINDA

Katkı Üreticileri Birliği'nin misyonu; kimyasal katkı maddelerinin üretiminin evrensel kalite ölçülerine, ulusal ve uluslararası standartlara uygun olarak, kamu ve toplum yararı doğrultusunda gerçekleştirilmesine katkıda bulunmaktır.

Üyelerimiz, Yapı Kimyasalları Sektörü'nün en önemli firmalarındandır. Beton ve çimento katkı sektörünün üreticilerini çatısı altında toplayarak, onların müşterek ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak sorunlarının çözümünde yardımcı olmak üzere, resmi makamlar, mesleki ve özel kuruluşlarla gerekli girişimlerde bulunmaktadır.

Üyesi olduğumuz İMSAD (Türkiye İnşaat Malzemesi Sanayicileri Derneği), YÜF (Yapı Ürünleri Üreticileri Federasyonu) ve EFCA (Avrupa Beton Katkıları Federasyonu) kuruluşlarının yanı sıra inşaat ve beton sektörünün diğer paydaş kuruluşları ve dernekleriyle de aktif bir birliktelik yürütmekteyiz.

## İLETİŞİM

Adres: Bağlarbaşı Mah. Atatürk Cad. Sakarya Sok. Plaza No: 38 D:18 Maltepe / İstanbul

Tel: +90 (216) 456 43 24

E-Posta: [info@kub.org.tr](mailto:info@kub.org.tr)

Web sitesi: [www.kub.org.tr](http://www.kub.org.tr)





## BETONDA KLORÜR ATAĞI

Deniz suyunda, yer altı suyunda veya buz çözücü tuzlarda bulunan çözünebilir klorür iyonları; kılcal emilim veya difüzyon yoluyla betona nüfuz edebilmektedir. Klorürler ayrıca çimento, kimyasal katkı, agrega, mineral katkı veya karışım suyu gibi beton bileşenlerinde de mevcut olabilmektedir. Donatısız yalın beton için zararsız olsa da betonarmede klorür varlığı çok önemli bir durumdur ve betonun kalitesine ve maruz kaldığı ortama bağlı olarak çelik donatı korozyonunun başlama süresini doğrudan etkilemektedir.

Korozyondan, doğrudan toplam klorür içeriği sorumlu değildir. Klorürlerin bir kısmı, genellikle Friedel tuzu olarak adlandırılan kalsiyum kloroalüminatı ( $C_3A \cdot CaCl_2 \cdot H_{10}$ ) oluşturmak üzere  $C_3A$  ile reaksiyona girerek hidrate çimento hamuruna kimyasal olarak bağlanabilmektedir. Klorürlerin başka bir kısmı ise fiziksel olarak bağlanarak jel gözeneklerinin yüzeyinde adsorbe edilir. Geriye kalan kısım ise çelik korozyonunun başlamasından sorumlu olan serbest klorürlerdir. Klorürün bu üç formunun dağılımı kalıcı değildir ve özel koşullar altında (örneğin karbonatlaşma veya sülfat atağı), bağlı klorürlerin bazıları serbest klorür olarak salınabilir. Çeşitli faktörlere bağlı olarak, betondaki serbest klorür iyonlarının oranı, toplam klorür içeriğinin %20'sinden %50'sine kadar değişebilmektedir.

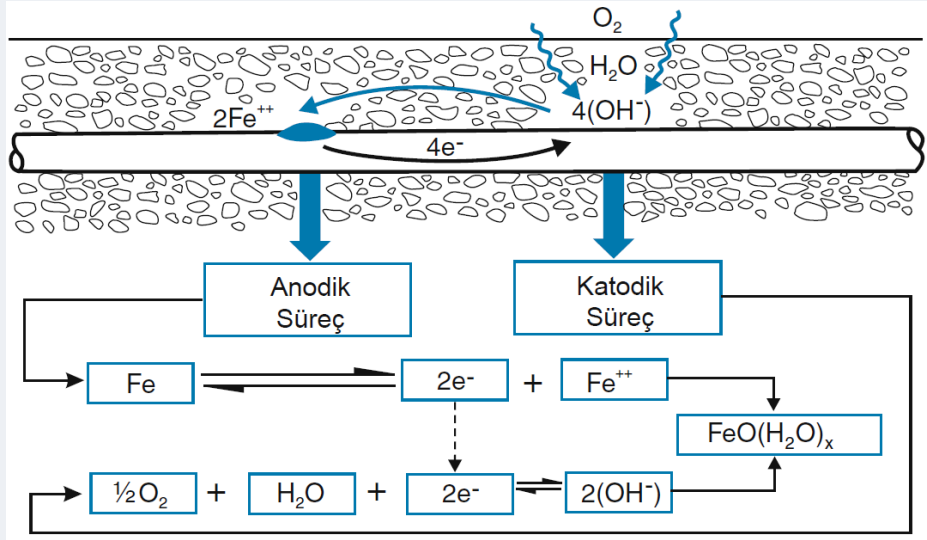


Şekil 1. Donatı korozyonu

Klorür kaynaklı donatı korozyonunun başlayabilmesi için çelik yüzeyinde minimum düzeyde serbest klorür konsantrasyonunun bulunması gerekmektedir. Bununla birlikte, pasivasyona yönelik eşik değerleri belirsizdir. Yaygın olarak belirtilen değerler Portland çimentosunun kütlesine göre %0,1 ile %0,4 arasında serbest klorür iyonlarıdır. Bağlı klorürlerin serbest klorürler olarak salınma olasılığına ilişkin endişe nedeniyle, korozyon olasılığı bazen toplam klorür iyonu içeriği cinsinden ifade edilmektedir. Kıyıya yakın binalar ve köprüler hem karbonatlaşmanın hem de klorür nüfuzunun bir arada bulunması nedeniyle sıklıkla ciddi korozyon sorunlarına maruz kalmaktadır.



Gömülü çeliğin pasifliği giderildikten sonra korozyon, çelik yüzeyinde anodik ve katodik bölgeleri içeren elektrokimyasal hücrelerin oluşumuyla ilerler ve elektrik akımı ikisi arasında bir döngü içinde akar. Metalik demirin  $Fe^{++}$  şeklinde iyonlaşması ve çözünmesinin olduğu anotta korozyon meydana gelir. Katotta oksijen azalır ve katodik reaksiyon elektronları tüketir. Bu da  $OH^-$  iyonlarının oluşumuna yol açar.



Şekil 2. Çelik donatıda korozyon oluşumu

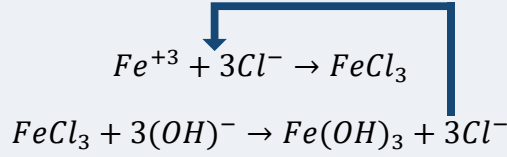
Katot ve anotta oluşan iyonlar, beton hamurunun gözenek çözeltisi içinde hareket eder ve anot yakınında genel olarak pas olarak bilinen demir oksit oluşturmak üzere kimyasal olarak reaksiyona girer. Katodik reaksiyonun ve dolayısıyla korozyonun meydana gelmesi için hem oksijene hem de suya ihtiyaç olduğu açıktır. İç mekâna açık veya yağmurdan korunan betonda olduğu gibi bağıl nem oranı %60'ın altında olan kuru betonda, karbonatlaşma önemli düzeyde olsa bile donatı korozyonunun ihmal edilebilir olduğu düşünülebilir. Oksijen kaynağındaki kısıtlama nedeniyle suya doymuş betonda korozyon da ihmal edilebilir düzeyde olabilir. Tipik örnekler, betonun şiddetli klorür saldırısına maruz kaldığı ve sınırlı oksijen kaynağı nedeniyle korozyon hızının çok yavaş olabileceği açık deniz yapılarının sürekli su altında kalan elemanlarıdır. Aksine, betonun periyodik ıslanma ve kuruma döngüleri yaşadığı sıçrama veya gelgit bölgelerinde bulunan beton elemanlarda yüksek korozyon oranı meydana gelecektir.

Aslında Şekil 2'de verilen mekanizma bünyesinde nem ve oksijen barındıran her betonarme eleman için geçerli olmakla birlikte elektrolitik korozyon olarak adlandırılabilir. Eleman bünyesindeki mikro iklim koşullarına göre donatı korozyonunun hızı değişiklik gösterecektir.

Diğer yandan klorürlerin varlığı pasivasyonu çok hızlı bir şekilde bozulmasını ve katalizör etkisi ile donatının çözülmesini kolaylaştırır.  $Cl^-$  iyonları demiri çözerek reaksiyona girer ve demir klorür oluşturur. Demir klorür ise katodik reaksiyonlarda oluşmuş  $OH^-$  ile reaksiyona girerek

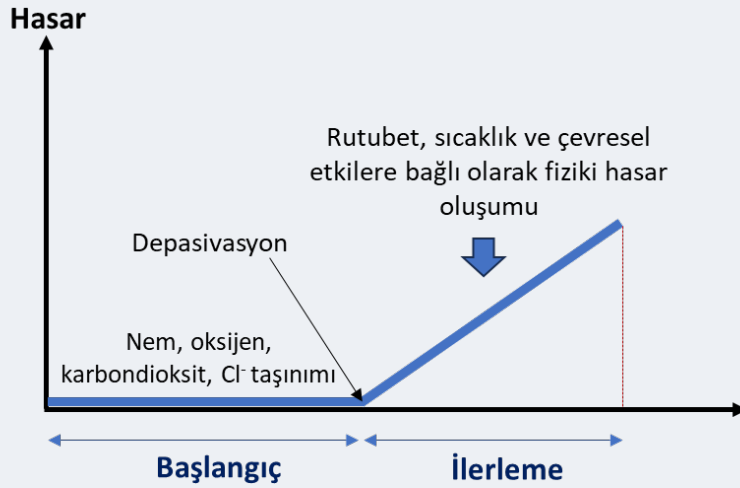


pas oluşturur ve Cl<sup>-</sup> iyonları hiçbir şekilde tüketilmeden yine ortama salıverilir. Boşa salınan Cl<sup>-</sup> iyonları aynı mekanizmayı yeniden başlatır ve donatı korozyonunu oldukça hızlandırır.



Dolayısıyla belirli bir seviyenin üzerindeki klorür içeriği donatı korozyonunun devam etmesi için yeterli olup betonarme eleman bünyesine yeni klorür girişine gerek yoktur. Bu sebeple en tehlikeli korozyon mekanizması olarak bilinir.

Betonun korozyon nedeniyle bozulması, korozyon ürünü pasın, yerini aldığı orijinal çelikten iki ila altı kat daha büyük bir hacim kaplaması nedeniyle ortaya çıkar. Hacimdeki bu artış, çevredeki beton üzerinde önemli bir baskı gerilme uygulayarak beton kaplamanın çatlamasına, kapak atarak dökülmesine veya katmanlarının ayrılmasına neden olur. Uygulamada ilk endişeler beton yüzeyindeki çatlama ve pas lekeleridir. Çelik çubuğun dış kısmındaki 0,1 ila 0,5 mm'lik pas, çatlamaya neden olmak için yeterlidir. Bununla birlikte, bu çaptaki azalmanın genellikle betonarme elemanın yük taşıma kapasitesi üzerinde pratik bir öneme sahip olamayacak kadar küçük olduğu düşünülmektedir. Bozulmuş üst geçitler ve binaların altından geçen yayalar ve araçlar için güvenlik tehlikesi oluşturabilecek beton düşmesi ciddi bir endişe kaynağıdır. Korozyon ilerledikçe çelik kesitindeki azalma elemanın yük taşıma kapasitesinin azalmasına yol açacaktır. Şekil 3'te korozyon nedeniyle zamanla oluşan hasar aşamaları görülmektedir.



Şekil 3. Beton içindeki donatının korozyonu durumunda yapı elemanında oluşan hasar modeli

Betonarme yapıların servis ömrünü uzatmak için yüksek kaliteli, düşük geçirimli ve yeterli pas payı bırakılmış betona sahip olmak önemlidir. Diğer stratejiler daha karmaşık olabilir ve uzman tavsiyesi gerektirebilir. Bunlar, sodyum ve kalsiyum nitritleri gibi korozyon önleyicilerin kullanımını ve galvanizli veya epoksi kaplı takviye çubuklarının spesifikasyonunu içerir. Prestijli veya yüksek dayanıklılık gerektiren yapılar için bazen katodik koruma gibi pahalı elektro-kimyasal koruyucu sistemler kullanılır.



Bu, çelik takviyenin korozyona uğradığında yaptığı gibi bir anot yerine bir katot gibi davranmasına neden olarak korozyonu önlemek için bir anot sistemi yoluyla düşük voltajlı bir doğru akımın uygulanmasını içerir. Bazı uygulamalarda çelik donatı ile elektriksel olarak temas ettirilen korozyona daha eğilimli metalden yapılmış kurban anotlar donatı koruması olarak seçilebilir. Yeniden alkalileştirme ve klorür ekstraksiyonu gibi diğer elektrokimyasal işlemler bazen bozulan yapılar için rehabilitasyon stratejileri olarak kullanılır.

Tablo 1. Klorür geçirimliliğini etkileyen beton ve beton bileşen özellikleri

Porozite	Bağlayıcı tipi	Agrega tipi	Olgunluk
<ul style="list-style-type: none"><li>- Su/bağlayıcı oranı</li><li>- Agregat/bağlayıcı oranı</li><li>- Çok ince malzeme miktarı</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Çimento cinsi</li><li>- Mineral katkı cinsi</li><li>- Mineral katkı oranı</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Agregat yapısı</li><li>- Agregat-çimento hamuru aderansı</li><li>- Agregat gradasyonu</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Yaş</li><li>- Sıcaklık</li></ul>

TS EN 206 Standardında betonun klorür sınıfları Tablo 2’de belirtilmiştir. Örneğin 300 kg/m<sup>3</sup> çimento içeriğine sahip hazır betonda olması gereken en yüksek klorür içeriği Cl 0,4 sınıfı için 1,2 kg/m<sup>3</sup>tür.

Tablo 2. TS EN 206’ya göre betonun klorür içeriği sınıfları

Beton kullanım yeri	Klorür içeriği sınıfı		Çimento kütlesine göre en fazla Cl %
Korozyona dayanıklı kaldırma elemanları hariç olmak üzere, çelik donatı ve diğer gömülü metal ihtiva	Cl 1,0		1,0
Çelik donatı veya diğer gömülü metal ihtiva eden beton	Cl 0,2		0,2
	Cl	0,4	0,4
Betona doğrudan temas edecek şekilde ön germe çeliği ihtiva eden beton	Cl	0,1	0,1
	Cl	0,2	0,2

TS 197-1 Standardında Portland çimentosu (CEM III hariç) için en yüksek klorür içeriği %0,1 olarak belirtilmiştir. Betondaki toplam klorür hesaplamasında tüm bileşenlerin miktarları ve klorür içeriği oranları hesaba katılarak ortalama değer bulunmaktadır.



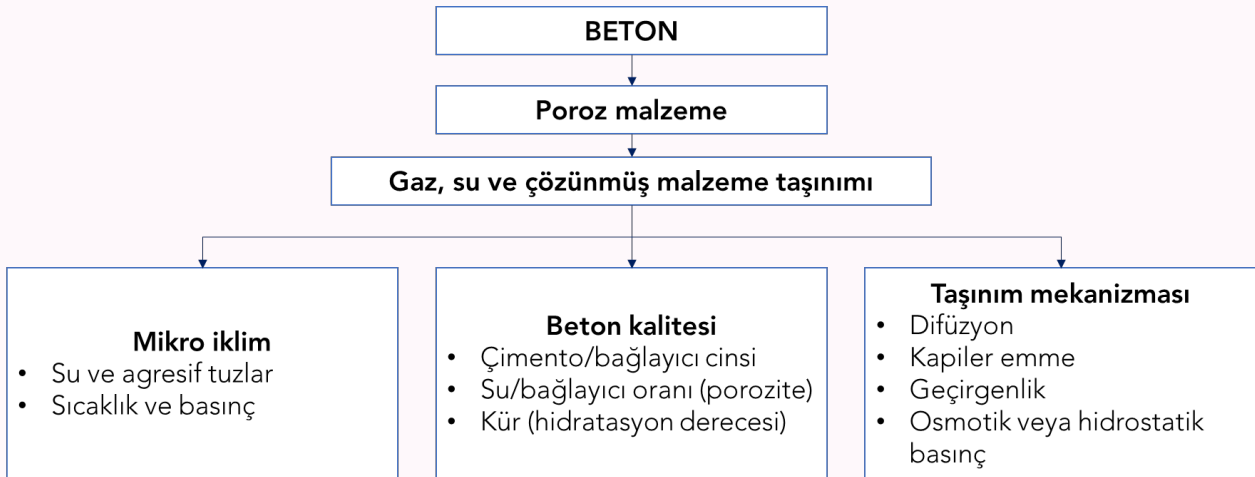
<b>KLORÜR ATAĞI ÖZET BİLGİ</b>	
<i>Klorür atağının nedenleri</i>	<i>Betonun geçirimli olması, uygun olmayan beton tasarımı ve beton hammaddelerinin kullanılması, yüksek klorür içeren ortamlar ve beton örtüsünün kalınlığı reaksiyon şiddetini etkiler.</i>
<i>Klorür atağının zararları</i>	<i>Su içinde çözülmüş klorür tuzlarının betona nüfuz etmesi sonucunda çelik donatının elektrokimyasal bir reaksiyonla korozyona uğramasına neden olur. Paslanan çelikteki hacim artışı betonarme elemanda çatlama veya tabaka atma şeklinde hızla artan bir hasara neden olur.</i>
<i>Beton tasarımında dikkat edilmesi gerekenler</i>	<i>TS EN 206 ve TS 13515'teki çevresel etki koşulları dikkate alınarak uygun çevresel etki sınıfı belirlenmelidir. Betonun su/bağlayıcı oranı düşük olmalıdır. Bu sayede betonun geçirimsizliği artar. Uygun dozajda mineral katkı kullanımı ve uygun çimento tipleri tercih edilmelidir. C<sub>3</sub>A oranı %4 altında çimento tercih edilmemelidir. Çimento hamuru-agrega ara yüzeyinin aderansı kritik olduğu için kaliteli ve temiz agregaya kullanılmalıdır.</i>
<i>Uygulama esnasında dikkat edilmesi gerekenler</i>	<i>Beton içerisindeki çelik donatıyı koruyan beton örtüsü (pas payı) kalınlığı doğru bir şekilde belirlenmeli ve uygulamada buna dikkat edilmelidir. Beton örtüsünün kalınlığı kadar bu örtüyü oluşturan betonun homojen ve ayrışmamış bir şekilde yerleştirilmesi önem arz etmektedir. Bu nedenle uygulama esnasında betonun yerleştirilmesi, sıkıştırılması ve kürüne son derece dikkat edilmelidir.</i>
<i>Kimyasal katkıların etkisi</i>	<i>Süperakışkanlaştırıcı beton kimyasal katkıları betonun su/bağlayıcı oranını azaltarak daha geçirimsiz bir yapı oluşmasını sağlar. Ayrıca betonun işlenebilirliğini artırarak daha kolay yerleşmesine ve sıkışmasına neden olurlar. Korozyon önleyici katkıları ile çelik donatının paslanması engellenir veya minimize edilir. Kimyasal kür malzemeleri ise betonun rötre çatlaklarını engelleyerek/azaltarak betona çatlaklardan sıvı ve gaz akışını azaltır. Kalıp ayırıcı yağlar da daha iyi ve gözeneksiz beton yüzeylerinin elde edilmesine katkı sağlar. Su yalıtım (geçirimsizlik) katkıları ile de betonun geçirimsizlik özelliği iyileştirilebilir.</i>



## BETON GEÇİRİMLİLİĞİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Beton doğası gereği poroz yani gözenekli bir yapıdadır. Betonun dayanıklılığının bazı yönleri, agresif maddelerin belirli formlarının nüfuz etmesini içermektedir. Dolayısıyla betonun dayanıklılığı çoğunlukla geçirgenliği ve/veya ajan difüzyonuyla ilişkilidir. Şekil 4'te beton dayanıklılığının genel çerçevesi görülmektedir. Yetersiz dayanıklılık, dış ve/veya iç etkenlerden kaynaklanabilmektedir. Sıvıların ve gazların gözenekli ortamda hareket etme kabiliyeti öncelikle mikro iklim parametreleri (agresif maddeler, sıcaklık ve basınç vb.), beton kalitesi ve taşınım mekanizmaları tarafından yönetilmektedir.

Betonun geçirgenliğini etkileyen kendine özgü özellikleri; sertleşmiş çimento harcının gözenekliliği, gözeneklerin göreceli boyutu ve süreklilik derecesidir. Daha yüksek su/çimento oranı; gözenek hacminde, dolayısıyla geçirgenlikte bir artışa neden olmaktadır.



Şekil 1. Beton dayanıklılığının genel çerçevesi

### Geçirimsizlik

Geçirimsizlik ya da geçirgenlik hem sıvı hem de gaz akışkanların betonun içine girme veya beton içerisinde hareket etme kolaylığını tanımlar. Betonun dayanıklılığı ile ilgili üç akışkan vardır. Bunlar su, karbondioksit ve oksijendir. Su hem saf (kirlenmemiş) haliyle hem de klorürler ve sülfatlar gibi agresif iyonlarla kirlenmişse bile zararlı olabilir.

Beton, sertleşmiş çimento hamurunun mikro yapısı tarafından kontrol edilen geçirgenlik özelliklerine sahip gözenekli bir ortamdır. Bu da kullanılan bağlayıcı malzemeler (çimento ve mineral katkıları), su/bağlayıcı oranı, çimento hamuru hacmi, kür ve sıkıştırma derecesi tarafından belirlenir. Çimento hamuru içindeki geçiş bölgesinin, yani çimento hamuru ile agrega arasındaki ara yüzeyin, çimento hamurunun kütlesinden daha gözenekli olduğu bilinmektedir.





Dolayısıyla bu geçiş bölgesinin mikro yapısı betonun geçirimsizliğinde oldukça kritiktir. Akışkanların beton içerisinde hareket kolaylığı söz konusu olduğunda üç taşıma mekanizması anlaşılmalıdır. Bunlar 1) geçirgenlik, 2) difüzyon ve 3) sorpsiyondur.

Geçirimsizlik, suyun beton içinden basınç farkı altında akışını ifade eder. Akış hızı, gözenekli bir ortamda laminar akış için Darcy yasasını takip eder. Çimento hamurundaki basınç gradyanına ve birbirine bağlı gözeneklerin boyutuna bağlıdır. Akışın gerçekleşmesi için betonun, ilgili gözeneklerin sürekli ve 120 nm'den büyük olduğu doymuş koşullarda olması gerekmektedir. Niceliksel olarak bu özellik, genellikle saniyede metre (m/s) cinsinden ifade edilen geçirimsizlik katsayısı ile gösterilmektedir. Geçirimsizlik; su ile sürekli temas halinde olan barajlar, temeller ve yeraltı yapıları gibi yapıların dayanıklılığının ve servis verilebilirliğinin değerlendirilmesinde ölçülmesi gereken önemli bir özelliktir.

Difüzyon, gazların (örneğin karbondioksit veya oksijen) veya çözültideki iyonların (örneğin klorürler) konsantrasyon farkı altında betona nüfuz ettiği süreçtir. Bu süreç, Fick yasasıyla açıklanmaktadır. Difüzyon ve difüzyon katsayısı ( $m^2/s$ ) genellikle akışkanların betona nüfuz etme hızını belirtmek için kullanılmaktadır. Konsantrasyon gradyanı ve kılcal gözeneklerin boyutlarına ek olarak difüzyon hızı, nüfuz eden akışkanların türünden ve betonun kimyasal özelliklerinden etkilenmektedir. Doymuş betonda gazların difüzyonu çok yavaştır ve bu nedenle betonun kısmen kuru olduğu binalar ve köprüler gibi yer üstü yapılarda betonla ilgili bir özelliktir. Batık veya yeraltı yapılarının dayanıklılığı için klorür ve sülfat iyonlarının difüzyonu dikkate alınmalıdır.

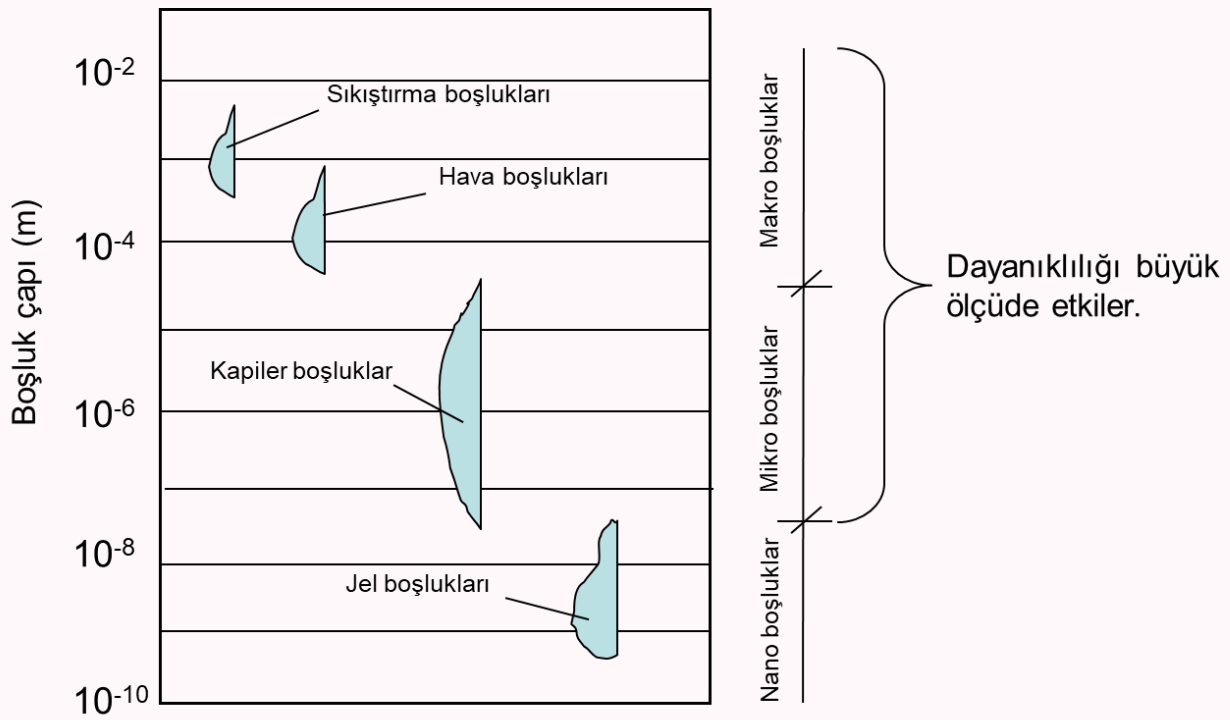
Sorpsiyon (emme), ortam koşulları altında sertleşmiş çimento hamurunun gözeneklerindeki sıvıların kılcal hareketinin bir sonucudur. Kılcal emmenin kuru veya kısmen kuru betonda meydana geldiği unutulmamalıdır. Bu durum, pratikte yer üstü yapılarında sıklıkla karşılaşılan bir durumdur. Sorpsiyon, özellikle rüzgarla taşınan klorür tuzlarının beton yüzeylerde çökeldiği kıyı yapılarında görülmektedir. Yağmurla ıslandığında, klorür iyonlarını taşıyan su beton tarafından emilir. Sıvıların, özellikle suyun beton tarafından emilme hızı genellikle  $\sqrt{m/s}$  cinsinden ifade edilir. Bu parametre büyük ölçüde betonun başlangıç nem içeriğine ve kullanılan test yöntemine bağlıdır. Uygulamada düşük geçirgenlik özelliklerine sahip iyi kalitede beton elde etmek için düşük su/bağlayıcı oranına sahip, yeterli kürleme ve uygun sıkıştırmaya sahip beton tercih edilmelidir.

Geçirgenlik özelliklerini test ederken, söz konusu yapının tipini ve hizmet ortamını tanımak veya ileride karşılaşılabilecek olası durumları öngörmek önemlidir. Bu, taşıma mekanizmasının ve ölçülecek uygun geçirgenlik özelliğinin tanımlanmasına yardımcı olmaktadır.



Daha önce değinildiği gibi, betonarme yapıların dayanıklılığını etkileyen bozulma eylemlerinin çoğu (içsel etkiler hariç karbonatlaşma, klorür ve sülfat girişi, kimyasal saldırı ve hatta donma), agresif maddelerin çevreden betona nüfuz etmesiyle ilgilidir. Bu nüfuziyetin gerçekleştiği mekanizmalar geçirgenlik (kılcal emmeyi içerir) ve difüzyondur. Mekanizma ne olursa olsun açık ve bağlantılı gözenek yapısına sahip (yani daha fazla ve daha büyük gözeneklere sahip) veya mikro çatlaklara sahip bir beton, daha sıkı gözenek yapısına sahip bir betona göre daha yüksek oranda bozulmaktadır.

Şekil 2'de çimento hamurunda (matris) bulunan boşluklar türleri ve büyüklükleri belirtilmektedir. Kapiler boşluklar ve hava/sıkıştırma boşlukları betonun dayanıklılığını önemli ölçüde etkilemektedir.



Şekil 2. Çimento hamuru harç ve betondaki boşlukların türleri ve büyüklükleri



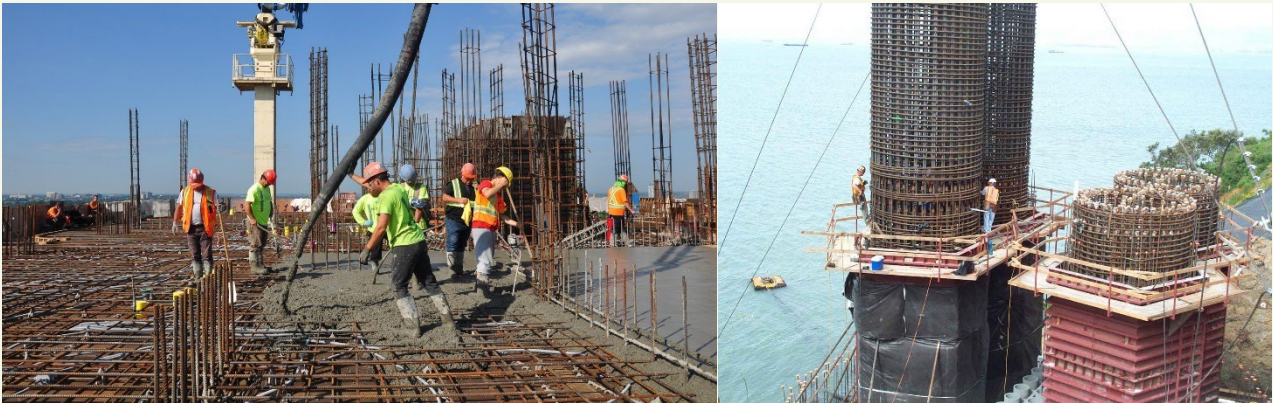
## KÜTLE BETON UYGULAMALARI

Kütle betonu, çimentonun su ile reaksiyonu sırasında açığa çıkan hidratasyon ısı ve bunu takip eden hacim değişiklikleri neticesinde ısıl çatlak oluşumlarının en alt seviyeye çekilmesi amacıyla tedbirler alınması gerekli olan büyük boyutlu beton yapılar için kullanılan bir ifadedir.

Kütle beton tasarımında ısıl etkiler, dayanıklılık ve ekonomi ile ilgili parametreler öncelikle düşünülmemekte ve dayanım genellikle ikincil derecede ele alınmaktadır. Çimento ile su arasındaki kimyasal reaksiyonun ekzotermik (ısı açığa çıkaran) olması ve betonun ısıl iletiminin düşük olması nedeniyle açığa çıkan ısının transferi için büyük hacimli betonlarda çok uzun bir süreye ihtiyaç olması nedeni ile beton merkezinde bazen oldukça yüksek sıcaklık değerlerine ulaşabilmektedir. Beton henüz erken yaşlarda iken sıcaklığının yüksek değerlere ulaşması ve ısı kayıp hızının da bu tip beton yapılarda oldukça düşük olması nedeniyle çevre sıcaklığına soğuma çok uzun bir süreyi gerektirmektedir. Soğumanın tamamlanarak çevre sıcaklığına ulaşıncaya kadar ise beton dayanımı ve elastisite modülü artmaktadır. Uzun vadede betonun dış yüzeyinin soğuyarak çevre sıcaklığına ulaşması ile birlikte önemli çekme gerilmelerinin oluşumu da kaçınılmaz olmaktadır. Bu nedenle, yapıda ciddi hasar oluşumlarının önlenmesi, yapısal bütünlüğün bozulmaması, aşırı sızma riskinin önlenmesi, servis ömrünün kısaltılmaması ve estetik olarak da kabul edilemez hasar oluşumlarının meydana gelmemesi için ısıl etkilerin dikkatlice ele alınması zorunludur. Bu nedenle kütle betonunun tasarımında sıcaklık etkilerinin en az düzeyde tutulması amacıyla malzeme seçimi ve beton karışım tasarımının belirlenmesi önem arz etmektedir.



Kütle betonu, asgari boyutu 100 cm olan büyük boyutlu yapısal elemanlarda kullanılan betondur.



Şekil 1. Kütle beton uygulama örnekleri



Kütle betonuna örnek olarak ince kemer tipinde beton barajlar, beton ağırlık barajları, silindire sıkıştırılmış beton yapılar, radye temel yapıları ve diğer konvansiyonel tipte yapısal kütle betonu sınıfında inşa edilen yapılar sayılabilir.

Kütle betonu tasarımı diğer betonlardan daha hassastır ve daha dikkatlice ele alınmalıdır. Kütle betonunda mineral ve kimyasal katkı kullanılmasının önemli bir yeri vardır. Özellikle hidrasyon ısısalım hızı sadece hidrasyon ısısalım düşük çimento (bağlayıcı kompozisyonu) ve kimyasal katkılar ile düşürülebilmektedir. Düşük hidrasyon ısısalım çimento kullanılmadığı durumlarda ise puzolanik malzeme (uçucu kül, yüksek fırın cürufu gibi) kullanımı kaçınılmazdır.

Kütle betonunda, erken yaşlardaki adyabatik (ısı ve kütle kaybının veya kazancının olmadığı sistem) sıcaklık artışını kontrol etmek amacıyla özellikle çimento hidrasyon hızını yavaşlatıcı kimyasalların kullanılması (priz geciktirici kimyasal katkılar) oldukça önemlidir.

Kütle betonunun kullanıldığı yapılarda ısısalım gerilme kaynaklı çatlakların engellenebilmesi temel hedeftir. Tasarım çalışmaları, bu tip çatlakların meydana gelme ihtimalini en düşük seviyeye çekecek şekilde gerçekleştirilmeli, tasarım ve inşaat aşamasında belirlenen kriterlere titizlikle uyulmalıdır.

Isısalım çatlaklar; beton yapıdaki en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri arasındaki fark, betonun ısısalım genişleme katsayısı, betonun çekme dayanımı ve elastisite modülüne bağlı olarak meydana gelmektedir. Beton yapıdaki en düşük ve en yüksek sıcaklık farkının küçük olmasını sağlayan parametrelerden biri/birkaçı veya tamamının bir arada etkin bir şekilde kullanılması suretiyle çatlak oluşum ihtimalinin azaltılabilmesi/ortadan kaldırılması mümkündür.

Herhangi bir kütle betonu dökümüne başlamadan önce termal (ısısalım) analizin mutlak surette yapılması gerekmektedir.

Çimento hidrasyonu sürecinde, kütle betonunun iç kısmında oluşan sıcaklığı düşük seviyede tutmak için karıştırma öncesinde beton malzemelerinin ön-soğutma işlemine tabi tutulması işlemine 1940'lı yıllarda başlanılmıştır. Bu tarihten itibaren bu yöntem yaygın olarak kullanılmıştır. Bu uygulamada karışım suyuna yalnızca kırma buz ilave edilmekle kalmayıp aynı zamanda iri agregalar soğuk hava veya soğuk sudan herhangi birisi ile önceden soğutulmaktadır. Son yıllarda, ince ve iri agregaların her ikisi de vakumla doyurma, sıvı nitrojen enjeksiyonu gibi muhtelif şekillerde soğutulabilmektedir. Beton sıcaklığının döküm esnasında yaklaşık 10°C'yi aşmaması için hava sıcaklıklarının yüksek olduğu yerlerde inşa edilen büyük kütleli barajlarda ön-soğutma sisteminin kullanılması hemen hemen standart hale gelmiştir. Bu yöntem uygulanarak yeni harmanlanmış kütle betonunun sıcaklığı 5°C-6°C kadar düşürülebilmektedir.



Beton, karışım suyuna buz eklenerek soğutulabilmektedir. Soğutma miktarı, karışım suyunda bulunacak buz miktarı ile sınırlıdır. Birçok betonda en büyük sıcaklık azalması yaklaşık  $11^{\circ}\text{C}$  olmaktadır. Doğru karışım oranı elde etmek için buz tartılmalıdır. Tartılan ilave edilecek buz blok buz ise, kırma ünitesi kullanılmalı ve buz ufak parçalara ayrıldıktan sonra karışıma katılmalıdır. Bu yöntemin kullanılmasının dezavantajı; buzun elde edilmesi, nakliyesi, depolanması ve kırılmasının maliyeti arttırmasıdır.



Betonu soğutmak için buz ilave edildiğinde su/bağlayıcı oranı tekrardan hesaplanmalıdır. Kalite kontrol proseslerinde kıvam artışının izlenmesi sıklaştırılmalıdır.

Karışım suyu çok hızlı olarak, yalıtımlı su deposuna sıvı azotun enjeksiyonuyla soğutulabilir ve ardından beton harmanına ilave edilebilir. Alternatif olarak karışım suyu harmana katılırken sıvı azotun enjeksiyonu ile sulu buz haline getirilebilir. Bu şekilde su sıcaklığı  $11^{\circ}\text{C}$  düşürülebilir. Sıvı azotun taze karışmış betona enjeksiyonu, beton sıcaklığının düşürülmesi için etkili bir yöntemdir. Enjeksiyon lülesine en yakın mesafedeki betonun kitle halinde donması durumunda, uygulama bakımından beton sıcaklığı alt sınırına ulaşıldığı anlaşılır. Bu durumun, istenen beton sıcaklığının  $10^{\circ}\text{C}$ 'nin altına düştüğünde oluşması muhtemeldir. Sıvı azotun çok büyük oranlarda kullanılması durumunda beton performansı olumsuz olarak etkilenmemektedir. Bu yöntemin maliyetinin yüksek olmasına karşın, uygulamadaki etkinliği tercih sebebi olabilmektedir. Bu sistem, betonun şantiyede yerleştirilmesinin hemen öncesinde soğutulması için kullanılabilir. Bu işlem, beton tesisi ile şantiye arasındaki nakliye sırasında soğuk betonun sıcaklık artışını düşürür. Gerekli olan sıvı azot miktarı; karışım oranları ile bileşenler ve istenilen sıcaklık düşüş miktarına göre değişmektedir.  $48\text{ m}^3$  sıvı azot kullanımı, beton sıcaklığını yaklaşık  $0,5^{\circ}\text{C}$  düşürmektedir.

Kütle betonu içerisine gömülü soğutma borusu yerleştirilerek art-soğutma sistemi oluşturulması ve borular içerisinden soğuk su geçirilmesi ile de soğutma işlemi uygulanabilmektedir. Bu tür soğutma sistemi ile sertleşmiş kütle betonunun sıcaklığı  $24^{\circ}\text{C}$ 'nin altında tutulabilmektedir.



Şekil 2. Art-soğutma



Kütle betonlarında, yüksek oranda klinker içeren çimentoların, yüksek hidrasyon ısılarından kaynaklanan sıcaklık problemlerine karşı önlemler alınmadan tek başlarına kullanılmaları kesinlikle önerilmemektedir. Bunun yerine düşük hidrasyon ısılı veya katkılı çimento kullanımı veya betona öğütülmüş yüksek fırın cürufu, uçucu kül gibi puzolanik mineral katkı ilave edilmesi teknik ve ekonomik avantaj sağlamaktadır.

Kütle betonunda alkali reaktif agrega kullanılmasının kaçınılmaz olduğu durumlarda hem düşük alkali çimento hem de belirli bir düzeltici etkiye sahip puzolan kullanılması tavsiye edilen bir uygulamadır.



Kütle betonunda kullanılan kimyasal katkıları, betonun işlenebilirliğini artırarak veya su miktarını azaltarak veya her ikisini de sağlayarak betona önemli yararlar sağlayabilmektedir. Aynı zamanda kimyasal katkıları, priz başlangıcını geciktirmek, terleme oranını veya kapasitesini düzenlemek, ayrışmayı ve kıvam kaybını azaltmak için kullanılmaktadır. Kimyasal katkıları katı haldeki betonun sertleşmesi esnasında ısı gelişimini yavaşlatarak dayanımı artırmak, çimento miktarını düşürmek, dayanıklılığı artırmak, geçirgenliği azaltmak, aşınma veya erozyona karşı direnci artırarak önemli katkıları sağlamaktadır. Hidrasyon reaksiyonunu kontrol etmek ve yapıdaki sıcaklığı artırmak için süperakışkanlaştırıcı veya geciktirici katkıların ayrıca kullanılması önerilmektedir. Bu durumda katkı üreticilerinden destek alınmalıdır, çünkü geciktiricilerin dozajını optimize etmek oldukça önemlidir. Geciktirici kimyasal katkıların performansı; ortam ve beton sıcaklığı, çimento tipi ve miktarı gibi birçok faktöre bağlıdır.

Kütle betonda kontrol edilmesi gereken ana parametreler:

- ⇒ Beton merkez sıcaklığı (gecikmiş etrenjit formasyonu)
- ⇒ Merkez ve yüzey sıcaklığı farkı (termal çatlaklar)

Tablo 1'de çeşitli standartlarda yer alan en yüksek beton merkez sıcaklığı ve merkez-yüzey sıcaklık farkı limitleri belirtilmiştir.

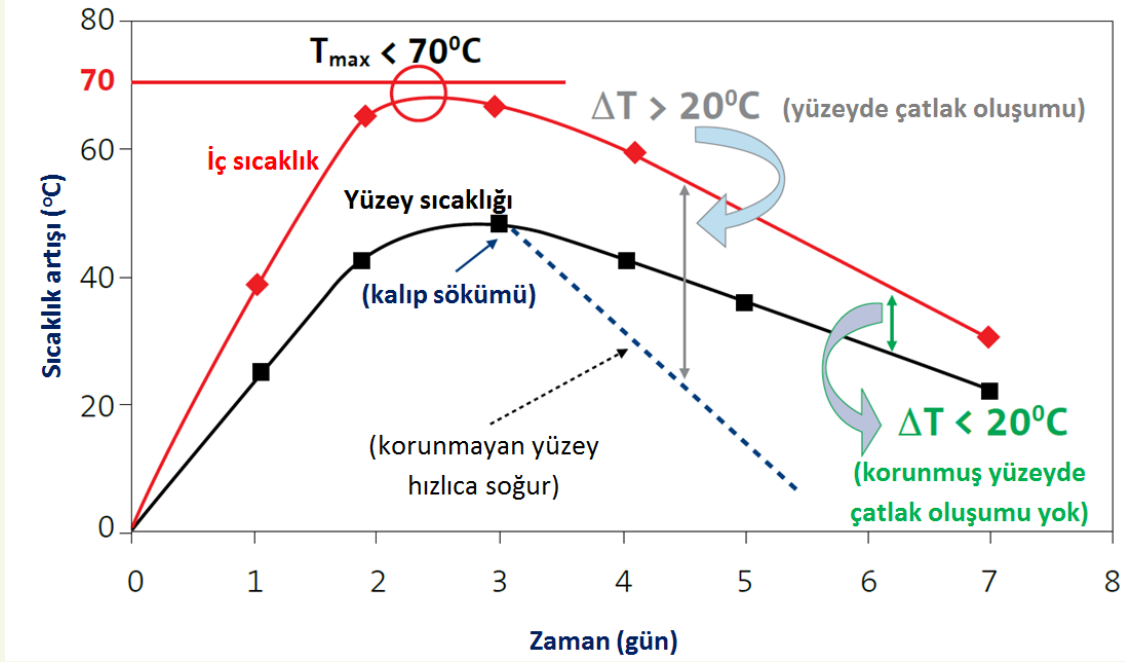
Tablo 1. Standartlar kapsamında kütle beton sıcaklık limitleri

	En yüksek merkez sıcaklığı °C	En yüksek merkez - yüzey sıcaklık farkı (°C)
ACI 301-20: Specifications for Concrete Construction	71	19
TS 13515	*	25
TS 13815	-	20

\* Gecikmiş etrenjit oluşumunu engellemek adına 70°C'nin geçilmemesi gerekmektedir.



Kütle betonlarında en yüksek (merkez) sıcaklığın genel olarak 70°C'nin altında olması istenir, ancak bu limit farklı projelerde daha güvenilir bir aralıkta kalmak için 60°C veya 65°C olarak da sınırlandırılabilir. En yüksek sıcaklık farkı ise genel olarak 20°C veya 25°C'yi aşmamalıdır. Şekil 16'da kütle betonunda sıcaklık kontrolü grafiksel olarak belirtilmektedir.



Şekil 3. Kütle betonda sıcaklık limitleri

Sıcaklık artışı;  $\Delta T = T_y + \Delta T_a - T_o$  formülü ile hesaplanmaktadır. Burada,  $T_y$  yerleştirme sıcaklığı,  $\Delta T_a$  adyabatik sıcaklık artışı,  $T_o$  ortalama çevre sıcaklığıdır.

Merkez ve yüzey sıcaklıklarının farkı ( $\Delta T$ ), soğuk olan noktanın sıcak olan noktaya göre daha fazla büzülmesine ve gerilme oluşmasına neden olmaktadır. Oluşan çekme gerilmesinin, yerine dökülmüş olan betona ait çekme dayanımını aşması sonucu ise çatlaklar oluşmaktadır. Oluşan çatlaklar sonrası geçirimliliği artan beton uygun şekilde tamir edilmezse; zaman içerisinde oluşacak don, korozyon ve mekanik yüklemeler gibi dış etkilerin tesiri ile servis ömrü azalmaktadır.

Yerine dökülen betonun, çimento hidratasyonu sonucu ulaştığı maksimum sıcaklık ( $T_{maks}$ ) 70°C'nin üzerine çıkarsa, betonda kararsız reaksiyonlar meydana gelmektedir. Oluşan bu kararsız reaksiyon, Gecikmiş Etrenjit Oluşumu (GEO) olarak adlandırılmaktadır. GEO oluşan durumlarda, beton hamuru genişlerken çatlak ve betonda hasar oluşur. Bu çatlakların, beton elemanın iç bölgelerinde oluşumu yıllar boyunca fark edilmeden sürebilmektedir.



Betondaki sıcaklık artışı, özellikle çevre ile beton yüzeyi arasındaki farkın en aza indirilmesi, betonun çatlamaması için büyük önem taşıdığından, bazı tedbirler ile; döküm kalınlığının azaltılmasının, betonun üstünün naylon, strafor vb. malzemelerle örtülmesi ile tek seferde veya betonun soğumasını bekleyerek birkaç aşamada döküm yaparak sıcaklık farkının azalmasının sağlandığı, dolayısı ile, çatlaksız beton dökümü yapılabildiği görülmüştür.

Betonun kütle halinde dökülmesi halinde, herhangi bir andaki beton iç sıcaklıkları ve beton yüzeyi ile çevre arasındaki sıcaklık farkları betonda çatlak oluşumunda önemli role sahiptir. Beton iç sıcaklığı ile beton yüzeyi arasındaki sıcaklık farkı 20°C'yi aştığında çatlaklar meydana gelebilmektedir. Betonda oluşabilecek bu çatlaklar, betonu korozyona açık hale getirmekte, betonun dış etkilere açık olmasından dolayı dayanım ve dayanıklılık düşeceğinden, bu termal çatlakların oluşmaması için önlem alınması ihtiyacını doğurmaktadır.

Kütle betonunun tek seferde dökülmesi durumunda, sıcaklık farklarının kontrol altına alınması maksadıyla betonun üstü naylon serilip strafor ile kaplanabilir ve sıcaklık farkının 20°C'nin altına düştüğü an strafor kaldırılır.

Kütle betonunun birkaç defada dökülmesi durumunda, betonun monolitik yapısını bozmamak için bazı tedbirlerin alınması gerekmektedir. Tabakalar arasına ilâve donatı koyulabileceği gibi belirli aralıklarla kazık ucu şeklinde alt tabakada yer yer çukurlar bırakılabilir ya da aderans artırıcı malzemeler kullanılabilir. Tabakalar arasındaki bekleme süresi 4-7 gün arasında olabilmektedir.

### TS 13515'e göre:



"Kütle betonlarında 28 günlük basınç dayanımı sonuçları, toplam bağlayıcı miktarının ve dayanım gelişme hızının düşük olması nedeniyle istenilen beton sınıfını sağlayamayabilir, bu nedenle, karşılıklı mutabakat sağlanarak, 28 gün yerine 56 günlük veya 90 günlük basınç dayanımı deney sonuçları dikkate alınabilir."

## Sıcaklık Ölçümü

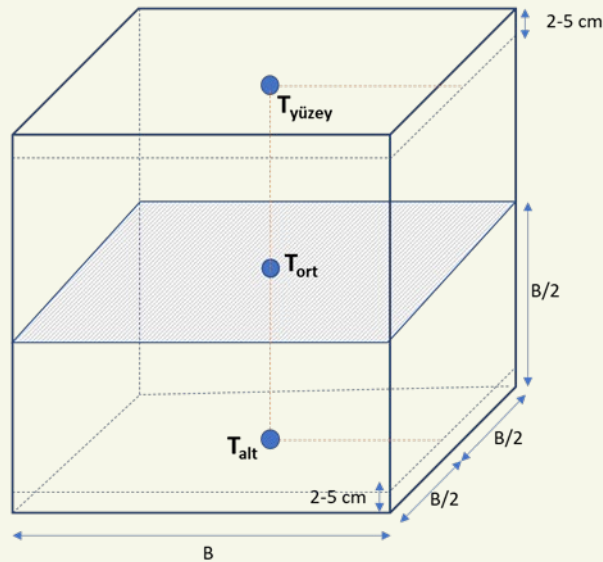
Kütle halinde dökülen betonların iç sıcaklığı ile çevre arasındaki sıcaklık farkları, betonun çatlamaması için büyük önem taşıdığından, beton iç sıcaklıklarının ölçülmesi gerekmektedir. Beton iç sıcaklıklarını ölçmek amacıyla, betonun farklı noktalarına kablolu ya da kablosuz sıcaklık ölçerler (thermocouple) yerleştirilmektedir. Kablolu sıcaklık ölçerler, betonun orta noktasına (merkez) ve yüzeyi temsil etmesi açısından yüzeyden 2-5 cm aşağıda olacak şekilde beton dökümünde önce yerleştirilmektedir. Dökümden hemen sonra ise beton iç sıcaklıkları ve çevre sıcaklığı ölçülmeye başlanır.





Kütle beton uygulamalarında betonun sıcaklık gelişiminin limitler dahilinde gerçekleşmesi için üç parametre oldukça önemlidir. Bunlar betonun yerleştirme sıcaklığı, beton karışımının hidrasyon ısı gelişimi ve beton kesitinin kalınlığıdır. Betonun yerleştirme sıcaklığı için alınabilecek birçok aksiyon olsa da betonun döküldüğü zamanki hava sıcaklığı da oldukça önemlidir. Bu nedenle kütle beton uygulamalarının hava sıcaklığının yüksek olmadığı dönemlerde hayata geçirilmesi tercih edilmelidir. Bu durumlarda da betonun yüzey sıcaklığının daha düşük olacağı ve merkez-yüzey sıcaklık farkının daha çok etkilenebileceği dikkate alınmalıdır.

Kütle beton uygulamalarında genellikle yüklenici tarafından projeye başlamadan önce proje için tasarlanan betonun sıcaklık gelişimini ölçmek ve analiz etmek için gerçeği simüle edebilecek "mock-up" denemesi yapılmaktadır. Bu amaçla çoğu zaman çevresi 5 cm kalınlıkta XPS malzeme ile izole edilmiş 1-2 metre ebatlı numuneler kullanılmaktadır. Şekil 4'te görüleceği üzere mock-up betonunun merkezi ile yüzeyinin 2-5 cm altına sıcaklık sensörleri yerleştirilerek sıcaklık ölçümü yapılmaktadır. Mock-up'ın alt noktasına ve kenarlarına da sıcaklık sensörleri konulabilmektedir. Mock-up yüzeyinin ölçüm süresince uygun bir malzeme ile kapatılması uygun olmaktadır.



Şekil 4. Kütle beton mock-up modeli



### **Kütle Beton Uygulamalarında Soğuk Derz**

Betonarme yapılar monolitik yani tek parça olsa da betonun tek seferde dökülmesi mümkün olmadığından yapı içinde süreksizlikler mevcuttur. Soğuk derz özellikle kütle betonlarında rutin bir durumdur. TS 13515'e göre; karıştırma donanımı olan araçlarla veya transmikselerle betonun boşaltma işlemi, çimento ile suyun ilk temasından itibaren en fazla 120 dakika sonunda tamamlanmalıdır.

#### **Soğuk derz aşağıda belirtilen durumlara neden olabilmektedir:**

- ◆ Prizini almış veya almakta olan beton tabakası üzerine taze beton yerleştirildiğinde eski ve yeni tabaka kaynaşmayacağı için bir bütünlük (süreklilik) sağlanamaz. Özellikle kolonlarda oluşacak bu süreksizlik kesme kuvvetlerine karşı zaaf oluşturur. Kısaca statik açıdan bir sorun yaratır.
- ◆ Kaynaşmayan bölge çevresel etkiler açısından risklidir. Bu bölgeden kolayca su girişi olabilir.
- ◆ Estetik olarak çirkin bir görüntü meydana gelir.

#### **Soğuk derz oluşumundan önce alınacak önlemler:**

- ◆ Sertleşmiş yüzey, yeni beton dökümünde önce temizlenmeli ve nemlendirilmelidir.
- ◆ Riskli durumlarda önce dökülen betonun prizinin gecikmesi için akışkanlaştırıcı ya da priz geciktirici katkı kullanılabilir.
- ◆ Bir sonraki beton dökümünün çok geç olmadığı durumlarda ilk dökülen beton yüzeyinin aderansını arttırmak için bir süre sonra basınçlı su ile görünür agrega yüzeyli olması sağlanır.
- ◆ Gecikmeye bağlı olarak ilk beton yüzeyine priz geciktirici kimyasal uygulaması yapılabilir.
- ◆ Prizini almış betonun yüzeyinin pürüzlendirilmesi ve döküm öncesi nemlendirilmesi gerekmektedir.
- ◆ Sertleşmiş beton üzerine dökülecek taze betonun çimento dozajının daha yüksek olması ve iri agrega oranının bir miktar azaltılması faydalıdır.
- ◆ Soğuk derz riski olan durumlarda gerekli tedbirler alınmadan işe devam edilmemelidir.
- ◆ Kolonlarda soğuk derz (ek yeri) bırakılması tavsiye edilmez. Ancak, zorunlu durumlarda ek yerinin momentin en düşük olduğu yerde bırakılması gerekmektedir.
- ◆ Kirişlerde soğuk derz dikey değil, yatay düzlemde olmalıdır. Bunun nedeni kirişlerin eğilmeye çalışması ve yataydaki derzde enlemesine bir kesme kuvveti oluşmamasıdır. Kirişlerde soğuk derz momentin en az olduğu yerde yani açıklığın 1/4'ünde bırakılabilir. Ancak, pilye kıvrım yerlerinin en az 20 cm ilerisinde olmalıdır. Soğuk derzin nerede bırakılması gerektiği için proje mühendisinin görüşü alınmalıdır.



- ◆ Döşemelerde ve temelde plan dışı durumlarda ilk tabakanın sonraki tabak ile birleşeceği alanın eğimli bırakılması (45°C) ve mümkünse taze halde iken ahşap veya benzeri elemanlar ile dişlendirilmesi ya da agregaların görünür olması sağlanmalıdır. Moment sıfır noktalarında, rabitz teli ya da betonun akmasını engelleyen alternatif bir yöntemle betonu bitirmek doğru bir yöntemdir.
- ◆ Kiriş ve döşemelerde kesme kuvvetlerine karşı takviye donatısı eklenmesi etkili bir yöntemdir.
- ◆ Gerekli durumlarda profesyonel destek alarak aderansı sağlamak için kimyasal malzemeler kullanılabilir. Epoksi, akrilik veya çimento esaslı aderans arttırıcı kimyasallar püskürtme veya fırça ile önceden temizlenmiş yüzeye uygulanır ve bu işlemin hemen arkasından yeni beton dökümü gerçekleşir. Eğer önlem almadan soğuk derz oluşmuş ise özel su tutucu bantlar, su ile şişen mastik ürünler veya genleşen profiller ve harçlar kullanılabilir.

### UYGULAMA NOTU

Epoksi, akrilik veya çimento esaslı aderans arttırıcı kimyasallar püskürtme veya fırça ile uygulanabilir. Uygulamadan önce yüzeyde zayıf parçalar veya çimento şerbeti varsa bu tabaka mekanik yöntemlerle kaldırılmalıdır. Yüzey tozdan arındırılmalıdır. Çimento ve akrilik esaslı aderans arttırıcıların genel çalışma prensibi şu şekildedir: Eski betona yeni dökülecek betonun karışım suyunun emilimini engeller ve bağlanma noktasında ince yapıları sayesinde daha iyi mekanik tutunma sağlarlar. Epoksi aderans arttırıcı ise hem mevcut betona hem de yeni dökülecek betona çok iyi bir mekanik bağlanma sağlar ve epoksi yapısı gereği hem çekme hem de basma dayanımında betona göre genelde daha iyi performans gösterdiği için taşıyıcı sistemler yekpare çalışabilecektir. Bu tip aderans arttırıcılar uygulama metodolojileri kritiktir, tedarikçiden talep edilmeli ve uygulama öncesinde dikkatlice incelenmelidir. Genel yapıları itibari ile bu tip malzemeler uygulandıktan sonra ortam koşullarına ve hava sıcaklığına göre hafif sakız kıvamına gelene kadar beklenmelidir. Fakat kürünü tamamlamadan yeni beton dökümü yapılmalıdır. Eğer yeni beton gecikirse ve aderans arttırıcı ürün kürünü tamamlarsa riskli bölgede bir iyileştirme değil tam tersi bir zafiyet oluşturacaktır. Bu tip durumda kalırsa malzeme mekanik olarak aşındırılıp aderans arttırıcı tekrar uygulanmalı ve aynı uygulama prosedürü takip edilmelidir.

Epoksi esaslı ürünlerin özellikle sıcak havalarda kür süresi kısalmaktadır. Sıcak hava, epoksi reaksiyonunu hızlandıracağı için beton sevkiyatı daha da kritik bir önem kazanmaktadır.

**Aderans arttırıcı katkıların kullanımında iş sağlığı ve güvenliği açısından gerekli tedbirler mutlaka alınmalıdır.**



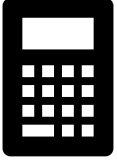
**ŞANTİYEDEN BETON UYGULAMASINDA DİKKAT EDİLMESİ  
GEREKEN HUSUSLAR -1**



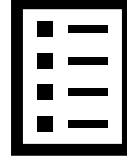
Kalıp ve demir işleri bitmeden sipariş vermeyiniz.



Sipariş vermeden önce hava durumunu kontrol ediniz.



Beton metrajını kontrol ediniz.



Beton irsaliyesini kontrol ediniz.



Sıcak havalarda beton yüzeyini en az 5 gün sürekli nemli tutunuz. Beton priz almadan yüzeyini sulamayınız.



Soğuk havalarda betonu ilk 24 saat dondan koruyunuz.



Döküm öncesi kalıplarınızı temizleyiniz ve gerekli ise nemlendiriniz.



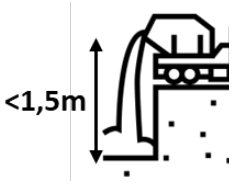
Şantiyede betona su ilave edilmesine asla izin vermeyiniz. Redoz katkı ilavesini tercih ediniz.



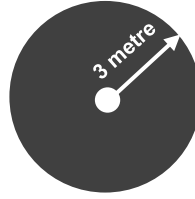
## ŞANTIYEDE BETON UYGULAMASINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR - 2



Kütle betonlarında kademeli döküm yapınız ve soğuk derz için önlem alınız. Beton iç sıcaklığının 70 °C üzerine çıkmamasını ve iç-dış sıcaklık farkının en fazla 20 °C olmasını sağlayınız. Soğuk derz durumu için önceden gerekli tedbirleri alınız.



Betonun döküm esnasından serbest düşüş mesafesi 1,5 metreyi geçmemelidir.



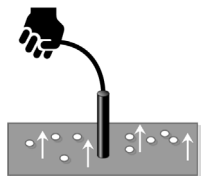
Betonu yayma mesafesi 3 metreyi geçmemelidir.



Betonu homojen yerleştiriniz, kürekle taşımayınız.



Betonun terlemesi bitmeden yüzey bitirme işlemi yapmayınız.

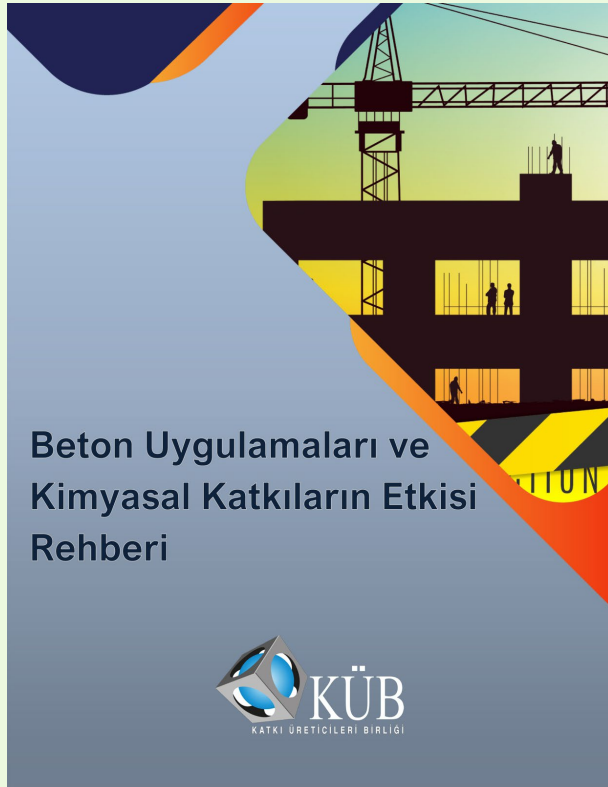


Beton dökümünden hemen sonra betonu sıkıştırınız.



Beton yüzeyini sertleştirmek için yüzeye çimento serpmeyiniz.

# KÜB YAYINLARI





TÜRKİYE PAZARINI %90 ORANINDA TEMSİL EDİYORUZ.

Akkim

chryso  
SAINT-GOBAIN

EGECRETE  
A licensee of EUCLID CHEMICAL

FOSROC

LYKSOR  
Innovation & Trust

MAPEI  
YAPIŞTIRICILAR • MASTİKLER • İNŞAAT KİMYASALLARI

onbironendüstriyel

Polisan  
YAPIKİM

Sika  
BUILDING TRUST

YAPICHEM

kub.org.tr



# KÜB

KATKI ÜRETİCİLERİ BİRLİĞİ



YAPI ÜRÜNLERİ  
ÜRETİCİLERİ  
FEDERASYONU



İTÜRKİYE  
**İMSAD**  
İNŞAAT MALZEMESİ SANAYİCİLERİ DERNEĞİ  
ASSOCIATION OF TURKISH CONSTRUCTION MATERIAL PRODUCERS

