



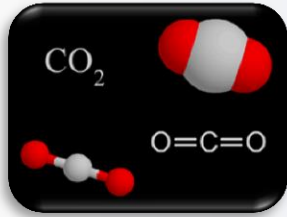
BETONDA KARBONATLAŞMA

Çimento Araştırma ve Uygulama Merkezi



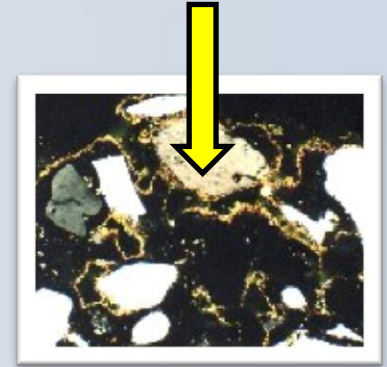
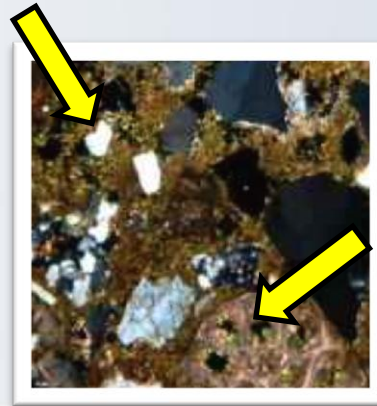
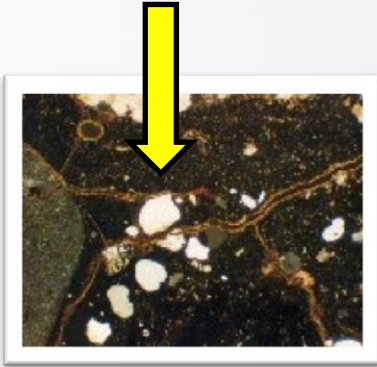
Karbonatlaşma Nedir?

- Çimento hidratasyon ürünleri özellikle (Kalsiyum Hidroksit) zamanla havadaki ve yağmur sularındaki karbondioksit ile birleşir ve nötr bir tuz olan kalsiyum karbonata dönüşür.
- Bu tuzlar beton porlarında karbonat çökeltileri oluşturur.
- Betonun *alkali* yapısı ($pH=12,5$) donatıların korozyonuna engel olur; fakat karbonatlaşma bu özelliğin yitirilmesine neden olur.
- Bu durum beton yapı elemanları servis ömrünü negatif etkiler.



Karbonatlaşma Nasıl Anlaşılır?

- **Göz ile kontrolde**, betonda açık griden koyu turuncuya kadar var olan renk değişiklikleri karbonatlaşma göstergesidir.
- **Optik mikroskopta** ise kalsit kristallerinin varlığı ve kalsiyum hidroksit, etrinjit, hidrate olmamış çimento taneciklerinin yokluğu ile anlaşılır. Karbonatlaşmış kısımda boşluklu yapı ise değişmeden ya da azalmış olarak gözlemlenir.



Karbonatlaşma Hızı

- Karbonatlaşan kısmın derinliği ölçülerek hız bulunur. En yaygın yöntem fenolftalein çözeltisi kullanarak asidik bazik bölge ayrımı yapmak rengi pembe olmayan kısımların derinliğini ölçmektir. Fakat bu yöntemle sayısal değerlendirme yapılmaz.
- Petrografik mikroskop analizi, infrared spektroskopi, termik analiz, kimyasal analiz, X-ışını difraksiyonu, nötron radyografisi araştırmaya yönelik çalışmalarda kullanılmaktadır.

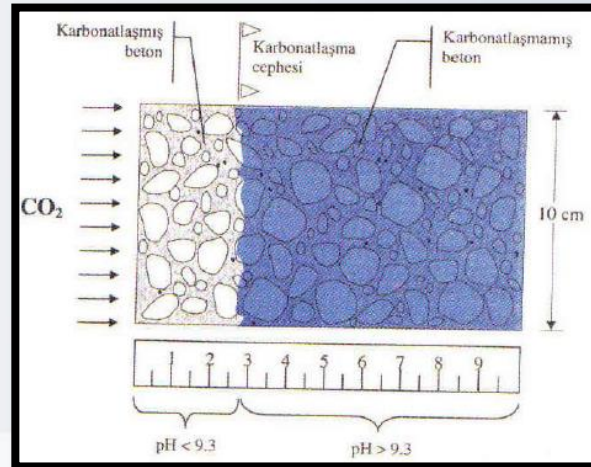
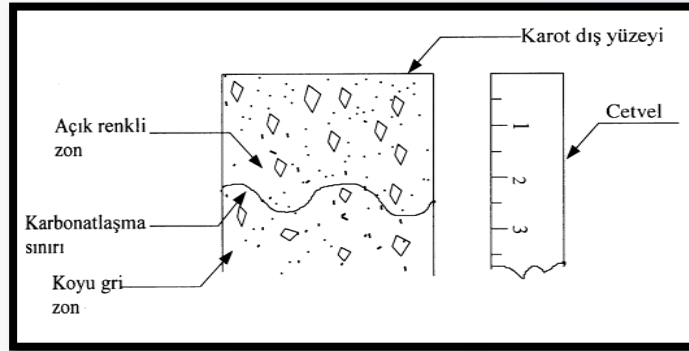
Karbonatlaşma Hızı

Karbonatlaşma hızını etkileyen faktörler 3 ana başlıkta sınıflandırılarak incelenmelidir, bunlar:

- 1) Birleşim Oranları**
- 2) Üretim Teknikleri**
- 3) Çevresel Özellikler**

Karbonatlaşma Hızı

Karotun dış yüzeyi ile koyu gri renkteki bölgenin sınır çizgisi arasındaki kalınlık, karbonatlaşma derinliğini tanımlar. Bu olay aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Bu derinlik ölçülerek karbonatlaşma hızı bulunur.



Karbonatlaşma Hızını Etkileyen Faktörler

1) Harç ve Betondaki Boşluk Yapısı; karbondioksit difüzyonunu etkilediği için karbonatlaşma sürecinde önemlidir.

Boşluk yapısını etkileyen faktörler;

- Su/çimento oranı: Çok düşük (yerleşme problemi) ve ya çok yüksek olması boşluklu yapının artmasına dolayısı ile daha kolay gaz girişine sebebiyet verir.
- Çimento dozajı: Yüksek olması karbonatlaşabilecek hidrate öge miktarını arttırarak hızı frenler. Düşük olması agregaların birbirine yaklaşmasına sebep olur bu boşluğu kapatacak yeterli çimento olmadığında bağlantılı boşluklar oluşur ve gaz difüzyonu kolaylaşır karbonatlaşma hızı artar
- Beton kürü: Uzun süre ıslak kürlenmiş betonda hidratasyon ürünleri boşluklu yapı oluşmasını azaltarak karbonatlaşmaya engel olur.



Karbonatlaşma Hızını Etkileyen Faktörler

2) Betonun su içeriği ve çevre rutubeti bir diğer faktördür.

- Suya doygun bir betonda karbondioksit difüzyonu zorlaşır. CO₂ havada suda difüze olduğunun 1000 katı kadar daha hızlı yayılır.
- Bağıl nemin %40-80 olması karbonatlaşmanın oluşması için en uygun değerlerdir.

3) Mineral katkılı çimentolarda da karbonatlaşma hızı yüksektir. Karbonatlaşacak daha az bir kısım mevcuttur bu sebeple olay daha hızlı gerçekleşir.

4) Dış ortam sıcaklığı, normalin biraz üzerindeyse hızı artırır fakat aşırı artışı, kurumayı artırarak ve gaz çözünürlüğünü azaltarak karbonatlaşma hızını düşürür.

5) 0,2 mm den büyük çatlaklı betonlarda da karbonatlaşma hızı artmaktadır.

Karbonatlaşmaya Karşı Önlemler

- Beton yüzeyinin CO₂ girişine karşı tecrit edilmesi; bu işlem organik silikon reçinesi, akrilik silikon reçinesi, vinil asetat polimeri ve ya sak akrilik emülsyonu ile sağlanabilir.
- Karbonatlaşma gerçekleşmişse karbonatlaşmış tabakanın kaldırılarak özel tamir harçlarının kullanılıp yüzeyin sıvanması sağlıklı bir tamir yöntemidir.

Karbonatlaşmada Onarım Yöntemleri

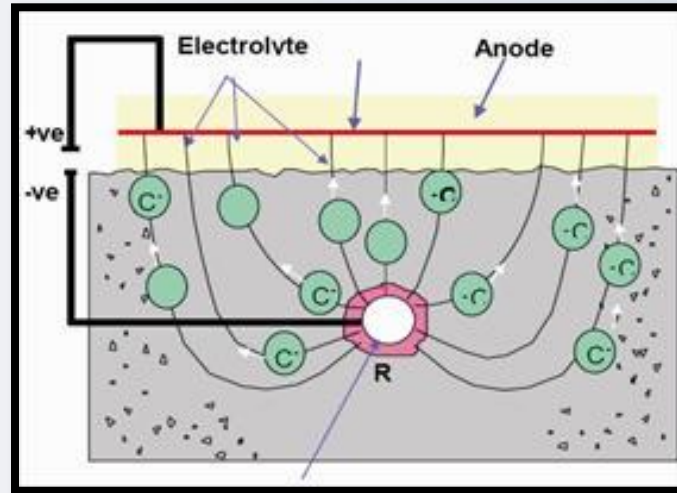
Realkalizasyon; betonun sekize kadar düşen pH değerini tekrar 12 mertebesine yükseltmeyi amaçlar.

- **Pasif Realkalizasyon** : Kireç yönünden zengin Portland çimentolu bir sıva ile beton yüzeyini örtme işlemidir. Kürlemeden hemen sonra yapılması öngörülür fakat yıllar sonraki uygulamalar da alkalinite konusunda yarar sağlayacaktır.



Karbonatlaşmada Onarım Yöntemleri

- **Aktif Realkalizasyon** : 1 A/m² şiddetindeki doğru akım 3-7 gün uygulanır. Oluşan sodyum ve hidroksit iyonları betondaki pH değerini 11 e yükseltir. Alkali-agrega reaksiyonuna yol açabilir. Agregaların aktif silis oranının yüksek olması bu ters etkiyi doğurur. Akım şiddetinin artması da kurumlar ve aderans kayıpları gibi yan etkiler yaratabilir.



TEŞEKKÜRLER...

Her türlü soru ve bilgi için..

Çimsa Çimento Araştırma ve Uygulama Merkezi

Toroslar Mah. Tekke Cad.

33013 Yenitaşkent/MERSİN

T: 00.90.324 241 23 37 / 241 23 44

C: 00.90.505 462 00 52

F: 00.90.324 454 00 52