

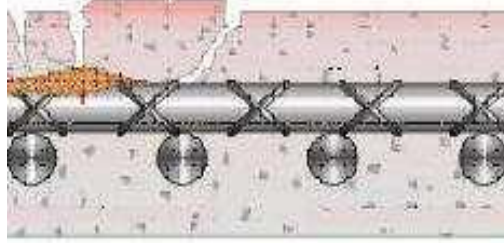
BETONUN BOŞLUKLU YAPISI VE GEÇİRİMLİLİĞİ

Betonun Geçirirnililiği

Betonun geçirgenliği, beton içerisindeki boşluklar ile imento hamuru agrega ara yüzeyindeki mikro çatlakların bir fonksiyonudur. Betonun boşluksuz ve geçirimsiz olması durabilite bakımından önemlidir. Betonda durabilite ve geçirirnililik birbiriyle yakından ilgili olan iki olaydır. Betonun akışkan geçirirnililiği; basınçlı su geçirirnililiği, kılcal yolla su emme ve buhar geçirirnililiğinden oluşur.

Geçirimsizlik bakımından gerekli önlemlerin alınmaması durumunda betonda bu üç geçirirnililik aynı yönde ve olumsuz biçimde yüksek değerlere ulaşır ve bu da durabilite bakımından sorunlara yol açar.

Betonlardaki porozite (gözeneklilik), boşluklarının i boyutlarının değişik olması, bunların ani olarak değişmesi, boşluk i yüzeylerinin pürüzlürlüğü, dolambalılık, geçirirnililiği önemli ölçüde etkileyen faktörlerdir. Beton boşluğunun büyük olması geçirirnililiğin büyük değerler almasına neden olur. Geçirirnililiği yüksek olan betonlarda su ve zararlı maddeler beton içerisine kolayca sızacağı için geçirirnililik hem betonun hem de beton içerisine gömülü çeliğin hasar görmesine veya birden fazla hasarın birlikte oluşmasına neden olur.



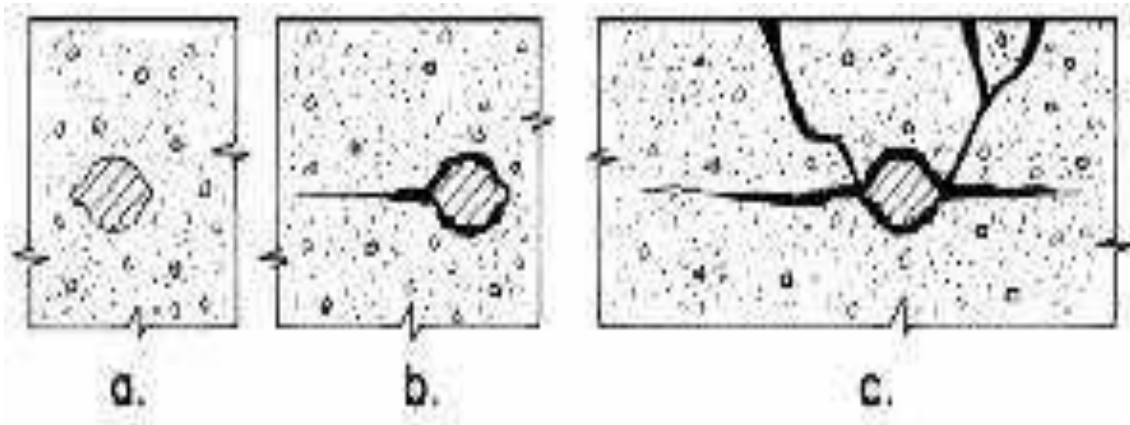
Şekil. Çeliğin hasar görmesi

Çimentonun hidratasyon hızının yüksek olması halinde geçirirnililik küçük değerler alabilir. Hidratasyonun zamanla gelişmesi geçirirnililiğin zamanla azalmasını sağlar. Betonun dayanıklılık problemleri betonun geçirirnililiği ile başlar. Betonun geçirimsiz olması durumunda birçok dayanıklılık problemine yol açan su ve zararlı sıvılar beton içerisine nüfuz edemez. Yani geçirimsiz ya da geçirirnililiği çok düşük olan betonlarda, don olayı veya betonu kimyasal olarak parçalayan reaksiyonlar gözlenmez.

Kılcal su geçirirliiliği (kapilarite) daha çok bina cephelerinde, zemin suyunun yerçekimine rağmen ince kılcal boşluklardan yükselmesi şeklinde görülür. Sıva ve beton yüzeylerde çiçeklenme adı verilen tuz birikmesi olayı kapilarite olayı nedeniyle gerçekleşir.

Beton içerisine sızan sular ve bu sulardaki yabancı maddelerin betonda yol açtığı zararlı bazı fiziksel ve kimyasal olaylar şunlardır:

- Sertleşmiş imento hamurunun yapısında bulunan kalsiyum hidroksit, dışarıdan sızan suların etkisiyle çözünerek yzeeye çıkmaktadır. Böylece boşluk miktarı artmaktadır. Yzeeye çıkan kalsiyum hidroksitli ve tuzlu suyun buharlaşmasıyla, beton yüzeyinde beyaz lekeler halinde kalsiyum karbonat ve tuz birikintileri yer alır.
- Betonun içerisine sızan sularda bulunan sülfatlar ve asitler, betonun içerisinde genleşme yaratan ürünlerin oluşmasına yol açmaktadır.
- Beton ortamına sızan su, oksijen ve klor, betonun içerisindeki demir donatıların korozyonuna neden olmaktadır. Korozyon sonucunda demir donatıların kesitleri küçülmektedir. Ayrıca donatıların üzerinde yer alan korozyon ürünleri betonun içerisinde genleşme oluşturmaktadır.
- Kapiler boşlukları suyla dolu duruma gelen betonlarda, boşluklardaki suyun donması sonucunda çok büyük genleşmeler oluşturmaktadır.

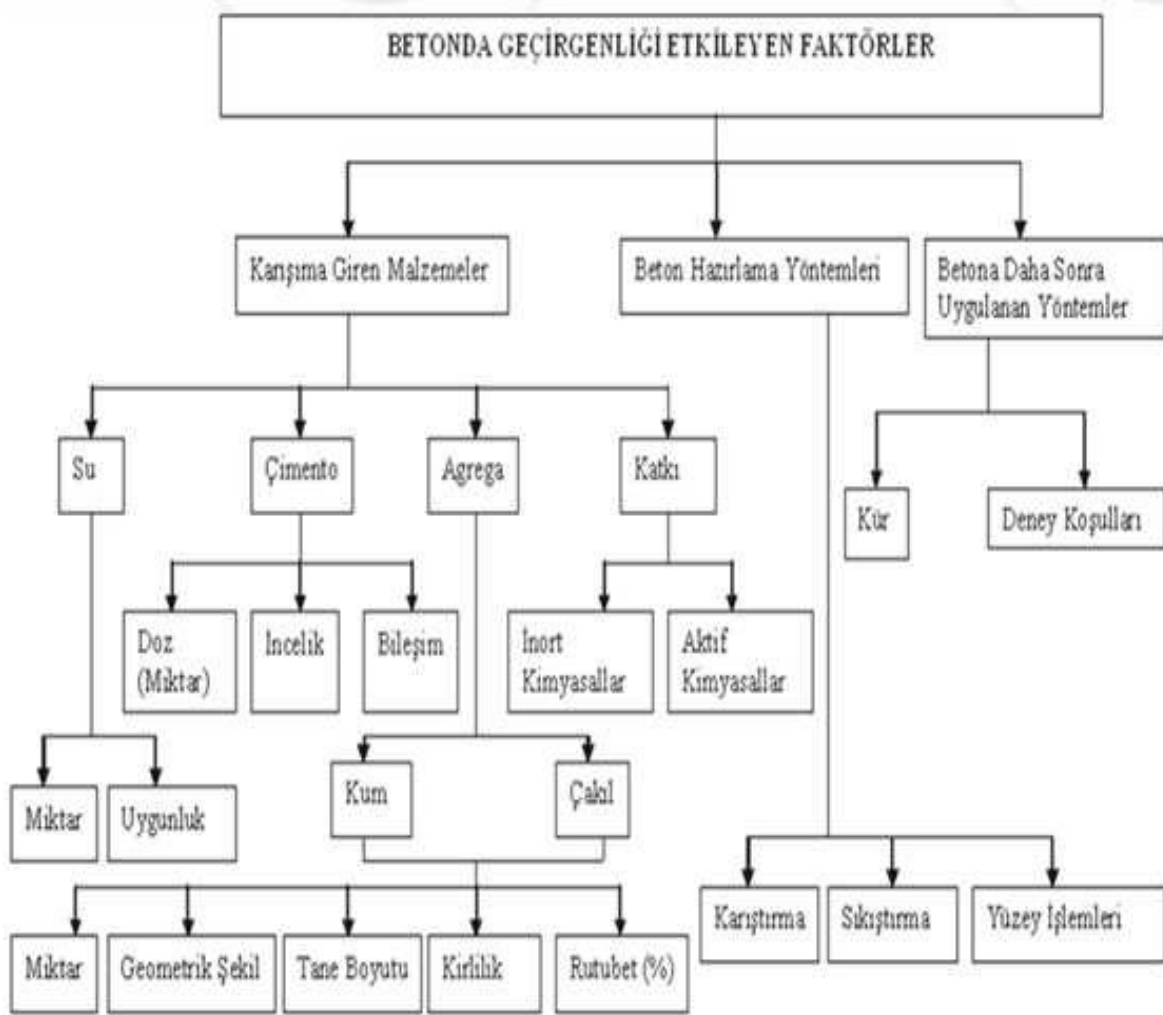


şekil 4.2. Betonda korozyon nedeniyle oluşan atlama

Betonda geçirgenliğin azaltılması için şu önlemlerin alınması gerekir:

- Agregâ maksimum tane çapını küçük seçmek ve granülometrisi düzgün agregâ kullanmak
- Karma suyu miktarını optimum düzeyde kullanmak
- Betonü en yüksek kompâsitede (sıklıkta) yerleştirmek
- Optimum çimento dozajının altında çimento kullanmamak
- Yüksek sınıflı beton kullanmak
- Beton kürünü iyi bir şekilde yapmak
- Geçirimsizliği sağlayan beton katkıları kullanmak

Hava sürükleyici katkı kullanarak sertleşmiş betonda oluşturulan hava boşlukları, istenilmeden oluşan boşluklardan farklıdır. Sürüklenmiş hava ile oluşturulan boşluklar kapalı küresel boşluklar olup birbirine belirli mesafededir. Bu bakımdan beton geçirgenliğini arttırmayıp, kapiler boşlukları kesintiye uğratırlar.





Betonun Boşluk Yapısı

Betonun durabilitesi boşluk miktarı ve yapısı ile yakından ilgilidir. Boşluk miktarı ve boşlukların birbiri ile olan bağlantıları arttıkça zararlı malzemelerin ve suyun beton içine girmesi ve taşınımı kolaylaşır. Bunun sonucu olarak beton daha kolay hasar görür. Betonun durabilitesinin artırılarak daha uzun servis ömürlerine sahip yapılar elde etmek için öncelikle betonun boşluk miktarının azaltılması gerekir.

Boşluklu ve heterojen bir iç yapıya sahip olan beton; çimento hamuru, agrega ve agrega-çimento hamuru temas yüzeyinden oluşan bir kompozit kabul edilebilir. Bu üç fazın her biri boşluk içermektedir. Boşlukların özellikle büyük ve sürekli olanları malzeme içerisinden sıvı ve gazların geçmesine ya da dış yüzeyleri tarafından sıvı ve gazların emilmesine neden olurlar.

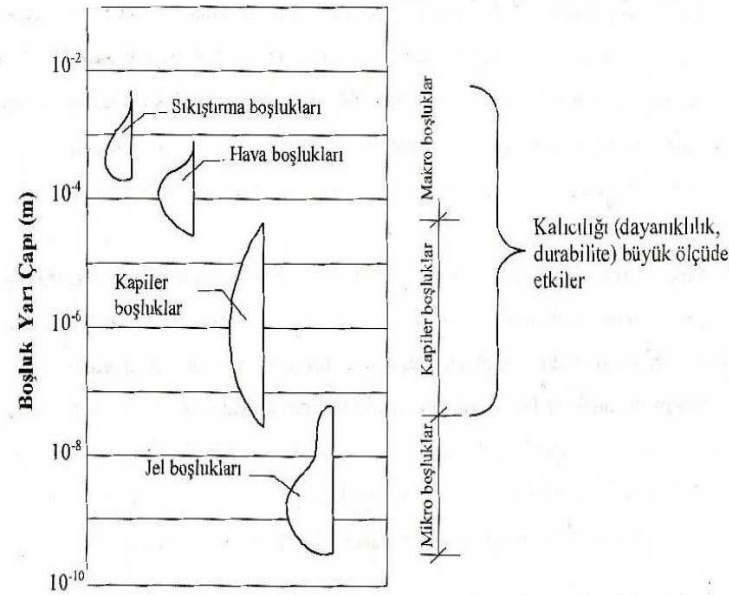
Betonun boşluklu yapısı özellikle su yapılarında geçirgenlik nedeni ile önem kazanır. Donan suyun hacmi yaklaşık olarak %9 artar. Betonun suya doymun olması durumunda tüm boşluk suyla dolu olduğu için oluşan hacim artışı sonucu buz boşluk çeperlerine doğru basınç uygular. Betondaki hasar oluşumu betonun çatlaması veya yüzeyde oluşan soyulma ve dökülmeler

olarak kendini gösterir.

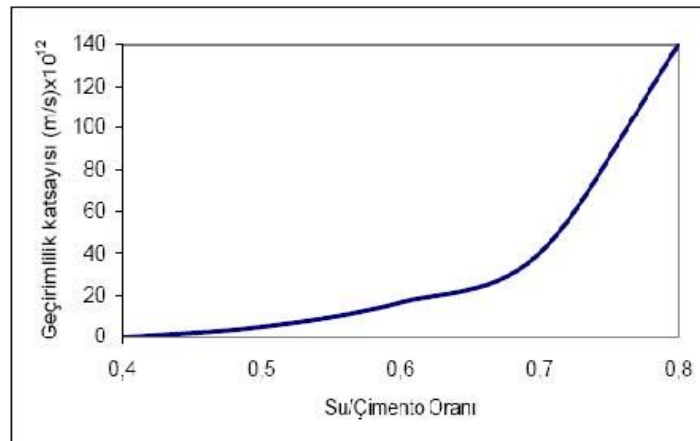
Diğer yapılardaki geçirimlilik ise suya doymuş gözenekli betonun donma çözülme sonucunda hasara uğraması zararlı suların korozif etkisi ve çimentoda zamanla çözünen kalsiyum hidroksit gibi bileşenlerin su ile yıkanması sonucu boşluk boyutunu artırması ve betonu zayıflatması açısından oldukça önemlidir.

Beton içerisindeki boşluklar aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

- Agrega tanelerinin kendi yapıları arasındaki boşluklar
- Agrega yığını arasında kalan boşluklar
- Taze betonda agrega çimento ara yüzünde bulunan boşluklar
- Sertleşmiş çimento hamuru içerisindeki boşluklar
- Betonun farklı oturmasının yol açtığı boşluklar



Şekil 4.6. Çimento hamurundaki boşluklar



Su/çimento oranının beton geçirimliliğine etkisi

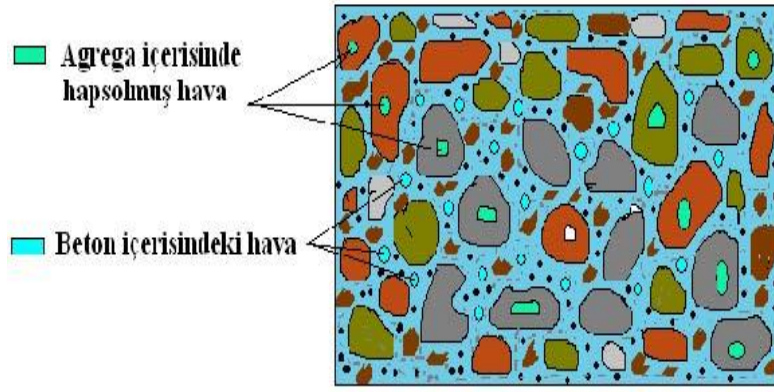
Betonun boşluk yapısı için alınabilecek önlemler:

- Hava sürükleyici katkı kullanarak betonun dona dayanıklılığı artırılabilir.
- Betonun özellikleri kullanılan malzemeler tarafından belirlenir. Özellikle agrega seçimi yaparken tane şekli ve yüzey dokusundan meydana gelecek olumsuz etkilenmelerde dikkate alınmalıdır.
- Beton üretiminde silis dumanı gibi özgül yüzeyi çok yüksek puzolanların kullanımında boşluk miktarını önemli oranda azaltmaktadır.

Taze beton hava miktarı, beton içerisinde kapalı agrega boşlukları dışında var olan havanın hacminin, beton hacmine oranının %'de olarak ifadesidir. Beton içerisindeki havanın miktarının belirlenmesi ne kadar önemli ise havanın beton üzerinde etkilerinin bilinmesi o kadar önemlidir.

- Beton içindeki hava betonda ayrışma ve kusmayı önler. Kusmanın azalması ile beton yüzeyine son şeklinin verilmesi daha az işçilikle daha az sürede gerçekleşir.
- Taze betona gerekli olmak kaydıyla eklenecek her %1 oranındaki hava betonun işlenebilirliğini kolaylaştırırken, aynı anda karışım suyu miktarında %2-4'lük bir azaltmada sağlar. Su miktarının azalması betonun basınç dayanımının artmasına ve sülfatlara karşı dayanımının artmasına neden olur.
- Betonda geçirimliliği azaltır.

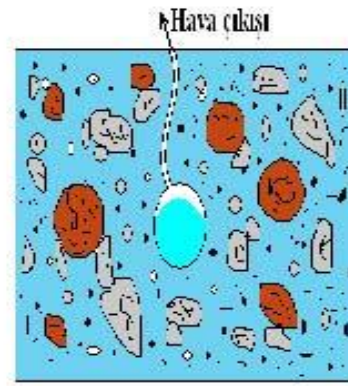
Hava tanelerinin beton içinde oluşturduğu boşluklar, betonun donma ve çözünme etkisine karşı dayanıklılığını artırır.



Şekil 4.8. Beton ve agrega içindeki hava



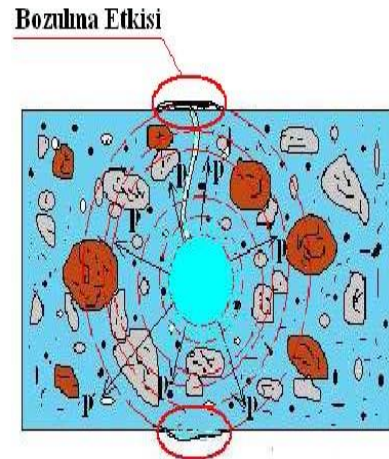
Havanın bulunduğu boşlukta toplanan su



Donmuş suyun hacmi genişler ve hava dışarı doğru itilir, Betonun yapısı bozulmaz

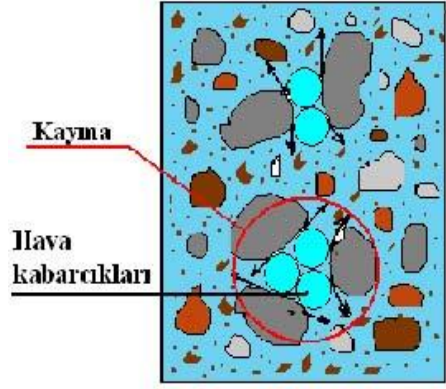


Beton içerisinde emilmiş serbest su



Donan suyun hacmi artar ve çevresine basıncı (p) yaparak betonun yapısını bozar

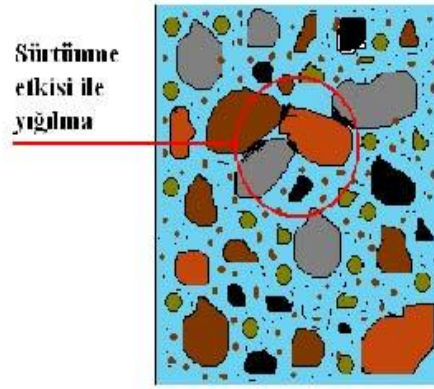
Şekil 4.11 Hava boşluğu olmadan su emilimi ve don etkisi



Kayma

Hava
kabarcıkları

Betonun akışkanlığı fazla



Sürtünme
etkisi ile
yığılma

Betonun akışkanlığı az