

## HAZIR BETONDA KULLANICI BİLİNCİ VE SORUMLULUKLARI

Prof. Dr. Turhan Y. Erdoğan  
Ortadoğu Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü  
Ankara

### ÖZET

Hazır beton, kullanıcıya teslim edilmek üzere hazırlanmış plastik ve sertleşmemiş durumdaki taze betondur. Satın alınan taze betonun istenilen işlenebilmeyi sağlayabilecek, yerleştirildikten sonra yüzeyi kolayca düzeltilebilecek ve sertleştiğinde, istenilen düzeydeki dayanıma ve dayanıklılığa ulaşabilecek kalitede olması gerekmektedir. İstenilen dayanım ve dayanıklılığın elde edilebilmesi ise, taze betonun özelliklerine olduğu kadar, yerine yerleştirilen taze betona uygulanacak sıkıştırmaya ve bakıma (küre) bağlıdır. Kullanıcıların, malzeme ve beton özellikleri hakkında bilgi sahibi olmaları, ne kalitede bir beton satın almak istediklerini çok iyi bilmeleri gerekmektedir. Satın alınan taze betonun kalitesine dair, teslim yerinde deneyler yapılmalıdır. Yerine yerleştirilen taze betona gerekli sıkıştırmanın ve bakımın yapılmasına büyük önem verilmeli, bu amaçla yeterli sayıda bilgili elemanlar kullanılmalıdır.

### 1. BETONDA ARANILAN ÖNEMLİ ÖZELİKLER

Çimento, agrega, su ve gerektiğinde bazı katkı malzemelerinin biraraya getirilmesinden oluşan beton, çağımızda irili ufaklı birçok yapıda kullanılmakta olan en yaygın ve en popüler yapı malzemesidir. Çağdaş günlük yaşamda insanoğlunun betonla karşılaşmadığı tek bir gün dahi yoktur.

Çimento ve su bir araya getirildiği takdirde "çimento hamuru" denilen yumuşak, plastik bir karışım ortaya çıkmaktadır. Bu iki malzemenin birleştirildiği andan itibaren kimyasal reaksiyonlar başlamakta ve reaksiyonların devam etmesiyle önceleri yumuşak, plastik durumda olan çimento hamuru giderek daha sert ve dayanımı artan bir yapıya kavuşmaktadır. Çimento hamuru, beton yapmak için bir araya getirilmiş binlerce irili ufaklı agrega tanelerinin

yüzeyini kaplayarak ve taneler arasındaki boşlukları doldurarak bağlayıcılık görevi yapmaktadır. Çimento hamurunun başlangıçta plastik durumda bir özellik göstermesi nedeniyle, taze betonun da başlangıçtaki durumu plastiklik göstermektedir. Bu özellik nedeniyledir ki taze betonu kolayca karıştırmak ve istenilen şekildeki bir kalıba yerleştirebilmek, yani betona istenilen şekli verebilmek mümkün olmaktadır. Çimento hamurunun zamanla sertleşme gösterme özelliği nedeniyle, betonda da sertleşme ve dayanım artışı meydana gelmekte, istenilen şekildeki sert bir suni taş elde edilmektedir.

Taze betonun en önemli özelliği "işlenebilme", yani betonun kolayca ve homojenliğini yitirmeden karılabilmesi, taşınabilmesi, kalıplardaki yerine yerleştirilebilmesi ve sıkıştırılabilmesi özelliğidir. İşlenebilme özelliğinin yanı sıra pompalanabilirlik, beton içerisindeki hava miktarı, yerine yerleştirilen betonun su salma veya kanama olarak da adlandırılan terlemesi, yani, yerine yerleştirilen betonun içerisindeki suyun beton yüzeyine çıkma eğilimi, ve yerleştirildikten sonra taze beton yüzeyinin mastarlanarak düzeltilmesi de taze betonun önemli özellikleri olarak sıralanabilmektedir.

Sertleşmiş betonun başlıca özellikleri, hava koşullarına, kimyasal etkenlere, aşınmaya ve betonun hizmet yapacağı sürede karşılaşacağı diğer yıpratıcı etkenlere karşı dayanıklılık gösterme kabiliyeti, yani durabilite özelliği ile üzerine uygulanan yükleri taşıyabilmek üzere gösterdiği direnç, yani dayanım özelliğidir. Sertleşmiş betonun istenilen dayanıklılık ve dayanım özelliklerini gösterebilmesinin yanı sıra mümkün olduğu kadar az hacim göstermesi, diğer bir deyişle, çatlaklara neden olabilecek büzülme (rötre) göstermemesi veya zamanla gelişecek kimyasal reaksiyonlar nedeniyle genleşme göstermemesi istenir.

## 2. BETONU OLUŞTURAN MALZEMELERİN BETON ÖZELİKLERİNE ETKİSİ

Gerek taze betonun işlenebilme ve diğer önemli özellikleri, ve gerekse sertleşmiş betonun dayanım, dayanıklılık ve hacim sabitliği özellikleri büyük ölçüde beton yapımında kullanılan malzemelerin özellikleri ile bu malzemelerin kullanıldıkları oranlara bağlıdır. Taze betondan istenilen özellikler yerine getirilmediği takdirde sertleşmiş betondan beklenen özellikleri de bulabilmek mümkün değildir.

Çimento ve suyun biraraya gelmesiyle oluşan kimyasal reaksiyonlarının (hidratasyonun) hızı, ortaya çıkan ısının miktarı ve hızı, çimento hamurunun katılma ve sertleşme süresi ve kazanılan bağlayıcılık değeri (dayanım) kullanılan çimentonun özellikleri ile yakında ilgilidir. Bunların yanı

sıra kullanılan çimentonun özellikleri, elde edilen betonun gösterebileceği genleşme veya büzülme gibi hacim değişikliklerini ve zamanla çevrede gelebilecek fiziksel ve kimyasal etkilere karşı betonun dayanıklılığını da büyük ölçüde etkileyebilmektedir.

Agreganın beton yapımında ekonomik ve teknik yönlerden çok önemli bir konumu bulunmaktadır. Beton hacminin yaklaşık dörtte üçü agrega tarafından oluşturulduğundan, çimentoya göre daha ucuz olan bu malzeme betonda da ekonomiklik sağlamaktadır. Bunun yanı sıra betondan agrega kullanılması sertleşen betonun hacim değişikliğini önlemekte veya azaltmakta, betonun dayanıklılığını artırmakta ve kendi dayanım gücünün yüksekliği nedeniyle betonda gerekli dayanımın sağlanmasına yardımcı olabilmektedir. İçerisinde agrega bulunan beton veya harç, sadece çimento hamurundan oluşan bir sisteme göre çok daha az hacim değişikliği (büzülme) göstermektedir. Betonda kullanılan agrega özellikleri beton yapımında kullanılan malzemelerin karışım oranlarını, taze betonun işlenebilmesini, pompalanabilirliğini, terlemesini ve beton yüzeyinin mastarlanarak düzeltilebilmesini önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Sertleşmiş betonun dayanıklılığı, dayanımı, büzülmesi, birim ağırlığı ve ekonomisi gibi başlıca özellikleri de agrega özellikleri tarafından etkilenen önemli hususlardır.

Su, beton yapımında üç değişik amaca yönelik olarak kullanılmaktadır: (1) Beton yapımında karma suyu olarak çimento agrega ve gerektiğinde katkı maddeleri ile biraraya getirilerek bu malzemelerin karılmasını sağlamak ve daha da önemlisi çimento ile kimyasal reaksiyonları oluşturmak; (2) Taze betonun sertleşmesi esnasında beton içerisindeki mevcut suyun buharlaşarak kaybolmasını önlemek üzere bakım ya da kür suyu olarak, ve (3) betonda kullanılan agregaların temiz olmalarını sağlamak veya beton karma işlemi bittikten sonra betonuyu temizlemek üzere yıkama suyu olarak.

Bunlardan birincisi en önemli amaç olmaktadır.

Betonda kullanılacak karma suyu mümkün olabildiği kadar temiz olmalı, içerisinde taze ve sertleşmiş betona zararlı kimyasal etki yapabilecek kadar kil, silt, organik madde, asit, klorür, sülfat, madeni yağ ve endüstri atıkları bulundurmamalıdır. Su içerisinde fazla miktarda bulunabilecek zararlı maddeler taze betonun priz (katılaşma) süresini ve sertleşmiş betonun dayanım ve dayanıklılık özelliklerini olumsuz olarak etkiler. Ayrıca, beton yapımında kullanılan su miktarının gerek taze betonun işlenebilmesine ve gerekse sertleşmiş betonun dayanım ve dayanıklılık özelliklerine çok büyük etkisi bulunmaktadır.

Katkı maddeleri, taze ve sertleşmiş betonun özelliklerini değiştirerek istenilen yönde iyileştirmek amacıyla betonun karılma işleminden hemen önce veya karılma işlemi esnasında

katılan (su, çimento ve agrega dışındaki) malzemelerdir. Değişik kompozisyondaki değişik katkı maddeleri taze betonun su ihtiyacını artırmadan işlenebilmesini artırmada, aynı işlenebilmenin daha az karışım suyu ile sağlanmasında ve bu nedenle daha yüksek dayanım elde edilebilmesinde, priz sürelerinin kısaltılabilmesinde veya uzatılabilmesinde, beton içerisine mikroskopik büyüklükte ve düzenli hava kabarcıklarının sürüklenmesini sağlayarak çok soğuk hava koşullarında betonun dayanıklılığını artırmakta, su geçirgenliğini azaltmakta, betonu renklendirmede ve ekonomi sağlamakta kullanılmaktadır. Bu değişik amaçlar için değişik isimler ve patentler altında binlerce kimyasal katkı maddesi bulunmaktadır.

Uçucu kül, mikrosilis (silis dumanı), öğütülmüş granüle yüksek fırın cürufu gibi yapay veya ince öğütülmüş volkanik kayalar, tüfler, volkanik küller gibi doğal puzolanlardan oluşan mineral esaslı katkı maddelerinin kendi başlarına bağlayıcılık değeri yok denecek kadar azdır. Ancak bu tür katkı maddeleri, beton yapımında kullanıldıklarında, çimento ve suyun kimyasal reaksiyonu sonucunda açığa çıkan kalsiyum hidroksit ile birleşerek bağlayıcılık değeri olan kalsiyum-silika-hidrat jellerinin oluşmasını sağlamaktadırlar. Puzolan esaslı mineral katkı maddeleri de taze betonda işlenebilmeyi artırmak, hidratasyon ısısını azaltmak, su geçirgenliğini artırmak, alkali-silis reaksiyonlarını azaltarak dayanıklılığı artırmak, sülfatlara karşı dayanıklılığı artırmak, ilk zamanlarda değil fakat ileri yaşlarda beton dayanımını artırmak, ve ekonomi sağlamak amacıyla kullanılmaktadır.

### 3. HAZIR BETON VE KULLANICI

Hazır beton, "kullanıcıya teslim edilmek üzere hazırlanan plastik ve sertleşmemiş durumdaki betondur"[1]. TS11222 - Hazır Beton isimli Türk Standardında "Hazır beton, çimento, doğal veya yapay agrega, su ve gerektiğinde kimyasal katkıdan meydana gelen, bileşenleri tesiste beton santralında ölçülen, su ölçülme ve karıştırma işlemi beton santralında veya transmikslerde yapılarak teslim edilen taze betondur" şeklinde bir tarif yapılmaktadır [2]. Türk Standardında oldukça kapsamlı bir tarzda yer alan bu tarifile hazır beton yapımında puzolanik esaslı mineral katkı maddelerinin kullanımı adeta imkansız kılınmaktadır. Oysa mineral katkı maddelerinin hazır beton yapımında kullanımı hem ekonomi sağlayacak hem de bazı durumlarda betondan beklenen teknik özelliklerin yerine getirilmesine yardımcı olabilecektir.

Hazır beton satın almak isteyen taraf, istediği beton özelliklerini "beton performansına göre" veya "özel tarife -- ya da özel reçeteye göre" belirleyerek, üreticiye

bildirmekte ve şartnameler buna uygun olarak düzenlenmektedir.

Türkiye'de üretilen hazır betonların büyük bir bölümü alıcılar tarafından beton performansına göre talep edilmektedir. Beton performansına göre istenilen betonlar için alıcı tarafından belirtilen önemli özellikler, taze betondan beklenen kıvam ve en önemlisi, satın alınan beton sertleştiğinde, sertleşmiş betondan beklenen basınç dayanımı olmaktadır. Bu amaçla beton dayanımı beton sınıfı veya betonun minimum basınç dayanımı olarak belirtilmektedir. Beton sınıfları TS11222 no'lu Standardta BS14, BS16, BS18, BS20, BS25, BS30, BS35, BS40, BS45 ve BS50 olarak yer almaktadır. BS (Beton Sınıfı) harflerini takip eden numaralar 15x30 cm boyutlu üç adet silindir numunenin ortalaması olarak 28 gündeki minimum basınç dayanımını, N/mm<sup>2</sup> cinsinden, göstermektedir. 20 cm boyutlu küp numuneler kullanıldığı takdirde betondan beklenen minimum dayanımlar TS11222'de belirtilmektedir.

Satın alınan taze betonun istenilen kalitede bir beton olup olmadığını, yani taze beton sertleştiği takdirde beklenen minimum dayanımı sağlayıp sağlamayacağını kontrol etmek çok önemli bir husustur. Bu amaçla betonun teslim alındığı yerde Standardlara uygun tarzda numuneler alınmalı ve bu numuneler deney tarihine kadar yine Standardlara uygun olarak bakım görmelidirler. Bu işlemler, ilerideki üretici ile kullanıcı arasında muhtemel anlaşmazlıkları önlemek açısından son derece önemli görülmektedir. Birçok uygulamada, hazır beton kullanıcısı, ya teslim yerinde numune almamakta ya da bu işlemleri Standardlara uygun tarzda yerine getirememektedir. Bilindiği gibi hazır beton taze betondur ve betondan beklenen nihai performans, sertleşmiş betonun istenilen dayanımı sağlamasıdır. Kullanıcıya teslim edilen beton, üretici tarafından kullanıcının tüm isteklerine fevkalade uygun kalitede üretilmiş ve teslim edilmiş olsa dahi, taze beton yerine uygun olarak yerleştirilememiş ve taze betona gerekli vibrasyon yapılamamış ise, elde edilen beton, kalıplardaki yerini tam alamamış ve boşluklu bir beton olacaktır. Bu durumda, yapıdaki sertleşmiş betonun beklenen dayanımı ve dayanıklılığı göstermesi mümkün değildir.

Yerine yerleştirilen betonun içerisindeki suyun çimento ile kimyasal reaksiyonlarını sağlıklı bir şekilde yapabilmesi, üzerinde durulması gereken çok önemli bir husustur. Beton içerisindeki suyun buharlaşarak azalması, kimyasal reaksiyonların (hidratasyonun) yeterince oluşmamasına ve böylece yeterli dayanımda ve yeterli dayanıklılıkta beton elde edilememesine yol açmaktadır. Aynı şekilde, çok soğuk havalarda beton içerisindeki suyun donması veya sağlıklı hidratasyon yapamayacak derecede olması başarısız sonuçlar getirecektir. O bakımdan, beton içerisindeki suyun çimento ile hidratasyonunu sağlıklı olarak yapabilmesi için taze betonun yeterince bakım (kür)

görmesi zorunludur. Normal koşullarda, taze betonu yerine yerleştirdikten hemen sonra beton yüzeyini ıslak bezlerle örterek, ıslatarak, veya benzeri yöntemler uygulayarak beton içerisindeki suyun kaybolmamasını sağlamak gerekmektedir. Sıcak veya soğuk hava koşullarında beton bakımı için ek önlemler mutlaka alınmalıdır.

Yerine yerleştirilen betona gerekli bakım (kür) uygulanmadığı takdirde, yapıdaki sertleşmiş betondan istenilen dayanımı ve dayanıklılığı elde edebilmek mümkün olamaz. Oysa, üreticinin sorumluluğu, yeterli kalitedeki taze betonu teslim ettiği yerde sona ermektedir. Yapıdaki sertleşmiş betonda daha sonra oluşan çatlaklar ve dayanım düşüklüklerinden üreticiyi sorumlu tutabilmek olumlu bir sonuç veremeyecektir.

#### 4. KULLANICININ BİLİNÇLİ OLMASI VE SORUMLULUKLARI

Hazır beton kullanıcıları, satın almak istedikleri kalitede bir beton elde edebilmek ve aldıkları taze betonun yapıda istedikleri kalitede bir sertleşmiş betona dönüşebilmesini sağlayabilmek için yeterli bilince sahip olmalıdırlar. Satın alınan taze beton, yapıdaki yerine Standardlara uygun olarak yerleştirilmeli, sıkıştırılmalı ve bakımına hemen başlanmalıdır. Bu işlemleri yerine getirebilmek için kullanıcılar önemli sorumlulukları yüklenmek durumundadırlar.

Konu ile ilgili görüşlerden bazılarını aşağıdaki gibi özetleyebilmek mümkündür:

1. Kullanıcılar betonu oluşturan malzemelerin özelliklerini iyice tanımak ve bu özelliklerin beton özelliklerine etkisini bilmek durumundadırlar. Bu husus yerine getirilmediği takdirde gereken kalitede bir betonun satın alınabilmesi ve/veya sertleşmiş betondan beklenen özelliklerin elde edilebilmesi mümkün olamaz.

2. İstenilen kalitede betonun özellikleri üreticiye tam olarak verilmelidir.

Performansa göre beton istenildiği takdirde, belirtilecek başlıca hususlar şunlardır:

- Beton sınıfı veya betonun 28 günlük minimum basınç dayanımı,
- Kullanılacak agreganın en büyük tane büyüklüğü,
- Betonun teslim alınacağı yerde, taze betonun kıvamı, yani, taze betonun cm olarak çökme değeri,

- Hava katkılı beton isteniyor ise, beton içerisindeki sürüklenmiş hava miktarı,
- 28 günlük beton basınç dayanımı dışında, 7 günlük veya başka yaşlarda beton dayanımı isteniyor ise, özel olarak belirtilmelidir,
- Teslim alınan taze betonun istenilen kalitede bir beton olup olmadığının saptanabilmesi için teslim yerinde Standardlara uygun tarzda numunelerin alınmasının ve deneylerinin uygun şekilde gerçekleştirilmesinin belirtilmesi. (Bu konuda gerekli önlemlerin alınması, gerektiğinde üretici ile gerekli düzenlemenin yapılabilmesi özel olarak belirtilmelidir.)

Özel tarife veya özel reçeteye göre beton istenildiği takdirde, açıkça belirtilmesi gereken hususlar aşağıdaki gibidir:

- Çimento tipi,
- Bir metreküp betonda yeralacak çimento miktarı (dozaj),
- Kullanılacak agreganın en büyük tane büyüklüğü,
- Betonun teslim alınacağı yerde, taze betonun kıvamı, yani, cm olarak çökme değeri,
- Varsa, kullanılması gereken katkı maddelerinin cinsi ve miktarı,
- Varsa, betonun teslim alınacağı yerde beton içerisine sürüklenmiş hava miktarı,
- Eğer alıcı beton kalitesi hakkındaki sorumluluğu üstleniyor ise, çimento miktarının yanı sıra agreganın emebileceği su dışında karışımda yeralacak net su miktarı belirtmelidir.

3. Kullanıcı ve üreticinin teknik işbirliği yapması çok önemlidir. Kullanıcı, beton hakkındaki isteklerini ve betonun kullanılacağı koşulları üretici ile görüşüp, tartışmakta tereddüt etmemelidir; gerekirse, satın alınan betonun kullanım programını üreticiye bildirmelidir. Betonun kullanılacağı bölgeye transmikserlerin rahatça ulaşımı, trafik yükü ve diğer hususlarda üreticiye yeterli bilgi verilmelidir. İş programı önceden yapılmalı ve beton talebi hakkındaki bilgi üreticiye en geç kullanımdan bir gün önceki öğleden sonra verilmelidir. Bu husus üreticinin de gerekli düzenlemeyi yapabilmesini ve böylece işin aksamamasını sağlayabilecektir.

4. Satın alınan hazır betonun istenilen kalitede olup olmadığını saptayabilmek için teslim yerinde mutlaka numuneler alınmalı ve gerekli deneylerin yapılması sağlanmalıdır. Standardlara uygun olarak yapılması gerekli bu işlemler için kullanıcı tarafından yeterli bilgiye sahip elemanlar istihdam edilmeli, numune alınacak kalıplar ve aletler hazır tutulmalıdır. Gerektiğinde bu konuda üretici ile önceden anlaşılıp deneylerin eksiksiz yürütülebilmesi hususu hükme bağlanmalıdır.

5. Hazır beton, üretimi tamamlanmış taze betondur. Ancak sertleşmiş beton olarak yapıda göstereceği özellikler taze betonun yerine yerleştirilmesine, sıkıştırılmasına, yüzeyinin mastarlanarak düzeltilmesine ve bakımına bağlıdır. Bu konularda Standardlarda belirtilen bilgilere sahip yeterli sayıda elemanların kullanılması ve işlemlerin eksiksiz olarak yerine getirilmesi çok önemlidir.

#### KAYNAKLAR

1. ACI Standardı, Preparation of Notation for Concrete (ACI 104-71), Cement and Concrete Terminology, ACI Manual of Concrete Practice, Part 1, 1984, pp. 116R-1 to 116R-50.
2. Türk standartları, Hazır Beton (TS11222), Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, 1994.