

Depremde Beton ve Davranışı

1. Giriş

Son zamanlarda ardı ardına yaşanan küçük depremlerin yarattığı korku konu ile ilgisiz insanları bile olayın teknik boyutlarını araştırır, eleştirir düzeye getirmiştir. 17 Ağustos ve 12 Kasım depremlerinden sonra özellikle depremin beklendiği İstanbul da ciddi anlamda önlemlerin alınmaması medyatik anlamda bile olsa depremi teknik boyutu ile tartışmaya açmıştır. Üniversitelerden bilim adamlarımız ve konu ile ilgili mühendislerimiz bu tartışmalara müdahil olarak katılmışlardır. 17 Ağustos ve 12 Kasım depremlerinin Türkiye'nin ekonomik olarak en gelişmiş bölgesinde meydana gelmesi, insan kaybının yüksek olması, depremin sanayi tesislerini vurması ve meydana gelme olasılığı çok yüksek olan bir depremin yine aynı bölgede, yani İstanbul da beklenmesi gibi nedenler 17 Ağustos ve 12 Kasım depremlerini tekrar tartışmaya açmıştır.

Türkiye Deprem Bölgesi haritasına baktığımızda dünyada depremden etkilenen ve etkilenecek ülkeler sıralamasında ön sıralarda olduğumuzu görebiliriz. Bu haritaya göre, yurdumuz topraklarının % 92'si deprem bölgeleri içerisindedir. Nüfusumuzun % 95'i bu bölgelerde yaşamakta, büyük sanayi merkezlerimizin % 98'i bu bölgelerde olup barajlarımızın % 92'si de deprem bölgelerinde bulunmaktadır. Dikkatle değerlendirilmesi gereken bir olgu da ülkemiz topraklarının neredeyse dörtte üçünün 1. ve 2. derece deprem kuşağı içerisinde olduğu gerçeğidir.

17 Ağustos ve 12 Kasım depremlerine kadar ülkemizde yüzlerce deprem olmasına ve can kaybı açısından da daha büyük depremler yaşanmasına rağmen yaşanan son iki depremin bu denli büyük tartışmalar yaratmasının altında; günümüzde insanoğlunun varmış olduğu teknolojik düzey dikkate alındığında bu denli hasarların olmayacağı beklentisi ve başka ülkelerde daha yüksek magnitudlü depremlerde bile bu kadar can ve mal kaybının olmaması gerçeği yatmaktadır.

Bilindiği üzere, 18.4.1986 yılında 96/ 8109 sayılı Bakanlar Kurulu kararı ile Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası hazırlanmış ve bu harita Türkiye'yi beş dereceli deprem bölgesine ayırmıştır. Bunun yanı sıra 1975 yılında hazırlanarak kabul edilmiş olan "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" de afet bölgelerinde yapılacak olan yapılar için belli sınırlamalar ve kurallar getirilmiştir. Bu yönetmelikler dışında yapı üretimi ile ilgili TS 500 (Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları) gibi uyulması zorunlu standart ve şartnameler de vardır. Deprem bölgelerinde yapılacak yapılar bu yönetmelik ve standartlarda belirtilen esaslar dahilinde yapılması gerekirken büyük mühendislik yapılarında bile projelendirilmede depreme dayanıklı yapı şartlarının dikkate alınmadığını görmekteyiz. Bu vurdumduymazlığın altında özellikle konut yapımında görülen kontrol mekanizması eksikliği ya da bu mekanizmanın bir başka deyişle işlememesi yatmaktadır.

Adı geçen yönetmelikte, projelendirme amacıyla değişik deprem bölgeleri için deprem bölge katsayıları (C_0) verilmiştir, tablo 1. Deprem haritasının geçerliliği, normal zemin koşulları ve özellik taşımayan yapılar içindir. Yalnız bu haritada her bir deprem bölgesi için inşaatlarda kullanılması zorunlu beton dayanımı sınıfları belirtilmektedir. Bunun yanı sıra enerji santrali, baraj çok katlı bina, okul ve hastane gibi yapılarda deprem açısından detaylı hesaplamalar yapılması, yapıya gelecek deprem yükünün (yatay kuvvetlerin) bilinmesi gereklidir. Bu parametrelerin yanı sıra yapı için sağlamlık, rijitlik, enerji tüketme gücü (tokluk) ve süneklik gibi özelliklerin de sağlanması gereklidir. Bu amaçların bir bütün olarak sağlanabilmesi mevcut yönetmelik kurallarının uygulanmasının yanı sıra zemin, proje, malzeme (beton ve donatı), uygulamaya ve denetim gibi aşamaların kaliteli olarak yaşanmasını da zorunlu kılar [1, 2].

Tablo 1 - Deprem bölgelerinde beklenen maksimum şiddetlere karşılık maksimum ivmeler ve deprem bölge katsayıları

Deprem bölgesi	1	2	3	4
Beklenen en büyük karşılık maksimum ivme	IX	VIII	VII	VI
Bu şiddete karşılık maksimum ivme,(g)	0.13-1.20	0.10-0.52	0.07-0.23	0.03-0.10
Yönetmelikteki C_0 katsayısı	0.10	0.08	0.06	0.03

2. Depremde Betonun Durumu ve Davranışı

Ülkemizde üretilen yapıların tamamına yakını betonarme taşıyıcı sisteme sahiptir. Bilindiği üzere betonarme sisteminin iki ana malzemesi beton ve donatıdır. Bu nedenle betonarme sisteminin niteliğini büyük ölçüde bu iki malzemenin kalitesi belirler. 1967 Mudurnu, 1971 Bingöl, 1974 İzmir, 1986 Doğanşehir depremlerinde yıkılan betonarme binalarda maalesef sorumluluk düşük beton basınç dayanımıdır, [3]. 17Ağustos ve 12 Kasım depremleri sonrasında yapılan çalışmalarda ise aşağıda tablo 2’de verilen değerler ortaya çıkmıştır, [4]. Bu tablodan görüleceği üzere ortaya çıkan değerler TS 500’e ve Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmeliğe aykırıdır. Görüleceği üzere, çalışma yapılan ve depremde hasar gören yerler 1. derece deprem bölgesi içerisindedir. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki yönetmelik bu bölgede beton dayanımının minimum BS 20 düzeyinde olmasını zorunlu kılmaktadır. Elde edilen değerler, bırakalım BS 20’yi biri hariç hepsi en düşük beton sınıfı için gereken dayanım değerinden daha küçüktür.

Yine bir başka çalışmada ise İstanbul Avcılar ve Bağcılar semtlerinde hasarlı binalardan alınan karotlar üzerinde belirlenen silindirik basınç dayanımının 43 kgf/cm^2 düzeyinde olduğu, keza aynı çalışma kapsamında Avcılarda 1995 yılında inşa edilmiş ve deprem sırasında hasar görmüş olan bir okul binası betonları incelendiğinde ise BS 18 olması gereken beton sınıfının BS 14 düzeyinde olduğu ortaya çıkmıştır, [5]. BS 14 sınıfı beton taşıyıcı olmayan beton sınıfına girmektedir. Bu beton sınıfı Avrupa Birliği ülkelerinde geçerli olan standart EN 1992 (Eurocode 2) ve ABD’de geçerli olan ve betonarme yapıların hesap ve yapım kuralları isimli ACI 318’de mevcut değildir. Bu nedenle TS 500/2000 yoktur ve TS EN 206’da taşıyıcı olmayan beton olarak tanımlanmıştır.

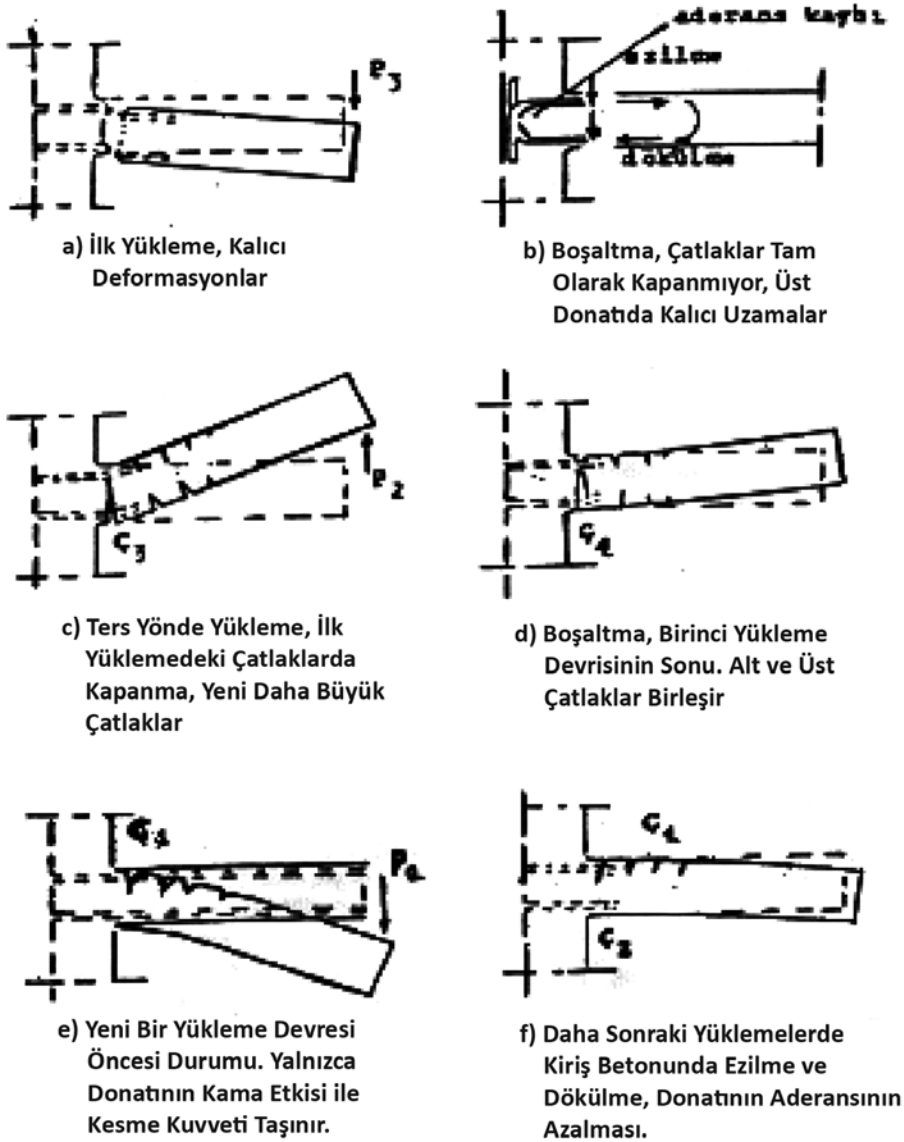
Tablo 2 - Deprem bölgesinde ağır hasar görmüş veya yıkılmış yapılardan alınan beton karot numunelere ait basınç dayanımları

Yeri	Ortalama küp basınç dayanımları, kgf/cm^2
Bağcılar	81
Avcılar	79
Kocaeli	162
Yalova	132
Gölcük	117

Yukarıdaki çalışmalardan da anlaşıldığı üzere bu konuda elde edilen örnekler oldukça fazladır. Depremde göçen-yıkılan binaların yıkılma nedeni elbetteki tek başına beton olamaz. Fakat beton dayanımındaki düşüklüğün betonarme yapısal elemanların göçme riski üzerindeki etkisi de tartışılmaz bir gerçektir. Düşey yükler altında yeterli gibi görünen dayanımı düşük bir beton, deprem sırasında yatay yüklere dayanamaz.

3. Basınç Dayanımı Düşüklüğünün Betonun Deprem Davranışına Etkisi

Basınç dayanımı düşüklüğü betonun ya da bir başka deyişle betonarmenin davranışını önemli ölçüde etkiler. Bilindiği üzere beton gevrek bir malzemedir, betonun enerji emebilme (tokluk) ve çekme dayanımı oldukça düşüktür. Betonarme sistemde beton içerisine yerleştirilen değişik donatılar sonucu beton daha sünek bir davranış gösterir. Ancak beton basınç dayanımı düşüğe bu durum beton ile donatı arasındaki aderansın düşük gerilmelere bile yetirilmesine yol açar. Bu durumda boyuna donatılar betondan kolayca sıyrılır, sık etriyeler ile bağlanmış boyuna donatılar burkulur. Bunu takiben beton kırılır, donatı kopar ve yapı göçer, şekil 1.



Şekil 1 - Tersinir yüklemelerde kiriş uçlarında kalıcı deformasyonları ve davranışı

Düşük basınç dayanımı kolonların moment - eksenel yük taşıma gücüne de düşürmektedir. Betonarme yapılarda rijit olan kolon ya da kiriş uçlarında mafsallaşma ile şiddetli depremin enerjisi tüketilmektedir. Sünek bir mafsallaşma için, kiriş ve kolon boyuna donatısı ile beton arasında tam bir aderans sağlanıp donatıdaki gerilmelerin betona aktarılması gerekir. Düşük dayanımlı betonlarda kesme etkisinden dolayı daha düşük bir yük düzeyinde betonda çatlama ve parçalanma başlar. Donatı bu durumdaki parçalanmış betondan kolayca sıyrılır. Donatının akma sınırına ulaşmadan betondan sıyırılması kolon ve kiriş uçlarında geliştirilebilecek maksimum moment kapasitesine ulaşmadan ek yerinin enerji tüketme gücünün azalması ve taşıma işlevinin daha hafif depremlerde yitirilmesi demektir, [3]. Ayrıca düşük basınç dayanımı kolonların moment - eksenel yük taşıma gücünü ve kesme taşıma gücünü de düşürür. Kesme dayanımı, basınç dayanımının bir fonksiyonu olduğundan, basınç dayanımının % 50 azalması kesme dayanımının da % 30 düzeyinde azalmasına neden olur, [6].

4. Deprem Açısından ve Deprem İçin Beton

Depremlerde betonarme yapıların hasara uğraması, betonda kalıcı deformasyonlar ortaya çıkması doğal bir durumdur. Betonarme, depreme kalıcı deformasyonlar yaparak karşı koyar. Bu hasar yapıda can ve mal kaybına yol açmayan, yapının onarımı ile tekrar kullanılmasına izin verebilen boyuttadır. Bu hasar düzeyinin üzerindeki hasarlar ise depreme dayanıklı yapılar için normal kabul edilemez. Bir yapının servis ömrü boyunca niteliklerini kaybetmeden hizmet görebilmesi için zemin, proje, malzeme, uygulama (işçilik) ve denetim

gibi yapı süreçlerinin kaliteli yaşanması gereklidir. Bu beş aşama birbirinden bağımsız olmamakla birlikte biz konumuz açısından betonu inceleyeceğiz.

4.1 Deprem İçin Nasıl Bir Beton

Aslında deprem için gereken ya da başka bir deyişle depreme dayanıklı yapılarda kullanılması düşünülen beton normalde kaliteli olarak ürettiğimiz betondan farklı değildir. Kaliteli betondan kastımız bütün süreçleri ile standartlara uygun olan betondur. Sadece bir tek farklılık vardır o da Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelikte ve Türkiye Deprem Haritasında belirtilen beton sınıflarını kullanma zorunluluğudur. Bu yönetmeliklerde 1.,2. ve 3. derece deprem bölgeleri için en az BS 20 sınıfı (B.250) beton tarifi yapılmaktadır. 1997 yılındaki depremlerden sonra Türkiye Hazır Beton Birliği yaptığı değerlendirme toplantılarında yönetmelikte belirtilen beton sınıfının dayanım açısından olası depremler için yetersiz kalacağı gerekçesiyle deprem bölgelerinde yapılacak yapılarda C 30 beton sınıfının kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Beton dürabilitesi açısından da bu sınıfın yapılar için asgari kabul edilmesi gerektiği teknik gerekçelerle açıklanmıştır. Değişik zamanlarda yurdun dört bir yanında gerçekleştirilen toplantılarda dürabilitenin depremlerde önemli bir rol oynadığı da özellikle vurgulanmıştır. Özellikle dürabilite konusu içerisinde önemli bir yer tutan betonarme demirinin korozyonu, karbonasyon, geçirimsizlik gibi betonda istenmeyen durumların beton sınıfı ile de ilgili olduğu bilinir. Yapı temelindeki donatının korozyonu sonucu donatıda ortaya çıkan kesit kaybı düşük şiddetteki depremler için bile bir tehlike arz eder. Beton sınıfının yükseltilmesinin yanı sıra özellikle pas paylarına da dikkat edilmesi donatı korozyonunu önleme açısından bir zorunluluktur. Bunun yanı sıra özellikle temel, sömel gibi alt yapı elamanları rutubete karşı yapım sonrası yalıtılarak betonarme donatısının korozyona uğraması engellenmelidir.

4.1.1 Betonu Oluşturan Malzemelerin Seçimi

Bilindiği üzere beton, kabaca; agrega, çimento, su ve katkı malzemeleri ile üretilen bir yapı malzemesidir. Deprem açısından incelersek;

Agrega: Özellikle 17 Ağustos depreminden sonra agrega konusunda çok değişik tartışmalar yaşanmıştır. Basının depremin neden ve sonuçlarını medyatik hale getirme çabası, betonun önemli kütlelerini oluşturan bu malzeme üzerinde konu ile uzaktan yakından ilgisi olmayan insanların bile bilinçsizce, kulaktan-medyadan duyma mesnetsiz bilgilerle konuşmasını da beraberinde getirmiştir. Konunun bu düzeyde tartışılması toplumun yanlış bilinçlenmesine neden olmuştur. Agreganın konusunun ana eksenini yapılarda kullanılan deniz agregası (ya da kumu) oluşturmaktadır. Büyük

kentlerimizde, özellikle agrega (kum) sorunun yaşandığı İstanbul, İzmit, İzmir gibi kentlerimizde beton üretiminde deniz kumu kullanılmaktadır. 4 mm' nin altına geçen ve denizden sağlanan kumun betonda kullanılması, beton dayanımı açısından sakınca yaratmaz, donatı paslanmasına yol açabileceği ise tartışmalıdır. Çünkü beton kütlesi içerisindeki miktarı düşük olduğundan dolayı donatı korozyonu sakıncası olasılığı da düşüktür, [6,7,8]. Beton için, çoğu yerde sadece kum temininde güçlük çekilmektedir. Çakıl olarak kırma taş elde etmek kolaydır. Kırma taş kum elde etmek hem pahalı hem de teknik açıdan pek arzu edilmeyen bir tercihtir. Yani betonda deniz agregasının sadece kumu kullanılmaktadır. Burada asıl önemli olan nokta bu kumun nereden elde edildiğinden çok TS 706 ve diğer ilgili standartlara uygun olup olmadığıdır, [9]. TS 706' da, betonda kullanılacak agregada aranılan nitelikler, yapılması gereken deneyler ve bu deneylere ait limit değerler açıkça belirtilmiştir. Betonda kullanılması düşünülen agrega (çakıl ve kum) bu limitlere uyduğu müddetçe betonda kullanılabilir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta denizden çıkarılan agrega içerisinde genellikle çakılın çok az olup kabuklu deniz hayvanlarının zayıf, kırılabilir ve şekilsiz kabuklarının bulunması durumudur. Bunun yanı sıra özellikle Marmara Denizi kumunda yüksek oranda mikalı taneler ve yüksek oranda kalseduan bulunur. Denizden çıkarılan ya da alınan agrega; olduğu gibi tuvenan olarak kullanılırsa tane dağılımı düzgün olmayan bir malzeme ile bir beton hazırlanmış olur. Bu betonun taşıyıcı iskeleti, yani dokusu sağlam olmaz. Beton nitelikleri olumsuzdur. Böyle bir agrega ile hazırlanan beton, agrega düzgün bir derecelenme göstermediği için taze haldeyken kolayca yerleştirilip sıkıştırılmaz. İnce (kum) kısmının çakıla göre fazla olması nedeniyle karışımın belli bir işlenebilirlik değeri için ihtiyaç duyduğu karma suyu miktarı artar. Bu durum su/çimento oranını büyütür betonun bütün özelliklerinin kötüleşmesine neden olur. Agregada içeriside zayıf ve kırılabilir hayvan kabuklarının bulunması da taşıyıcı iskeleti sağlam olmayan, su/çimento oranı yüksek karışımların doğmasına sebep olur. Agregada içeriside mikalı taneler bulunması durumunda betonun hidrasyon süreci bozulur. Bu durum yapı içerisinde düşük dayanımlı taneler oluşturur. Mikalı yassı yapıları nedeni ile betonun su gereksinimini de büyük ölçüde artırır, [10]. Keza agregadaki kalseduan da aktif silis içerdiği için alkali-agrega reaksiyonuna neden olarak betonun çatlayıp zayıflamasına yol açar. Görüleceği üzere deniz kumundan ileri gelen çekinceler bu kumun doğru kullanılması ve yapısal özellikleri ile ilgilidir. Yani kumun içerdiği klor iyonları ile ilgili değildir. Kumun yıkılmakla onun yapısal özelliklerini (tane dağılımı, zararlı maddeler, şekilsel bozukluklar) iyileştirmek mümkün değildir. Piyasa koşullarında deniz kumunun (ya da agregasının) olduğu gibi kullanıldığı bilinen bir gerçektir. Bilinçli üretici deniz agregasını ıslah ederek, özelliklerinin ancak TS 706' ya uygun olması durumunda kullanılabilir. Aksi durumda kullanımı yasaklanmalıdır.

Çimento: Depreme dayanıklı yapılarda hangi tip çimento kullanılacağına dair herhangi bir kısıtlama ya da belirlenmiş bir kriter yoktur. Genel anlayış içerisinde yapı için kullanılacak portland tipi herhangi bir çimento kullanılabilir. Piyasada konut üretiminde, eğer hazır beton kullanılmıyorsa betonun nasıl hazırlandığı, özellikle kolay yerleşim diye su/çimento oranı ve dolayısıyla de slampı yüksek betonlar hazırlandığı bilinmektedir. Katkı kullanmaksızın üretilen bu yüksek slampı betonlar hazırlanırken beton içerisine bütün beton teorilerini alt üst edecek miktarda su konulduğu ve çimento dozajının da çok düşük tutulduğu bu gerçeğin diğer bir yüzüdür. Bu nedenle depreme dayanıklı yapı için beton üretilirken Portland çimentolarından norm dayanım sınıfı yüksek çimentolar kullanılmalıdır. Beton için çimento dozajı sınırlaması getirilmeli ve 1. ve 2. derece deprem bölgeleri için yönetmeliklerde öngörülen BS 20 beton sınıfı yerine C 30 sınıfı kullanma zorunluluğu getirilmelidir.

Katkı: Depreme dayanıklı yapılar için beton üretilirken değişik katkıların kullanımında fayda vardır. Özellikle, betonun kolay ve boşluksuz yerleşmesini kolaylaştırmak amacıyla betona fazla su ilave etmek yerine akışkanlaştırıcı-süper akışkanlaştırıcı katkıları kullanılabilir. Böylece daha düşük su/çimento oranında beton üretimi mümkün olabilir. Keza temel betonlarında geçirimsizlik türü katkıları akışkanlaştırıcı katkılara ilaveten kullanmak da mümkün olabilir. Bu temeldeki ve temel üzerinde yükselen kolonlar içerisine rutubet ve suyun nüfuz etmesini önleyerek, donatının korozyona uğrayıp depremde kolonların kolay yıkılmasını önler.

4.1.2 Betonun Üretimi, Yerleştirilip Sıkıştırılması ve Bakımı

Beton hammaddeleri ne kadar kaliteli olursa olsun eğer beton üretiminde gerekli özen gösterilmeyip ilgili standartlar ciddiye alınmazsa, beton doğru yerleştirilip iyi bir şekilde sıkıştırılmazsa ve bakımı uygun bir şekilde yapılmazsa üretilen betondan beklenen nitelikler elde edilemez. Bu

şekilde olumsuz özelliklere sahip bir beton ile depreme dayanıklı yapı üretmek mümkün değildir. Depreme dayanıklı yapılarda kullanılan betonların, özellikle de konut inşaatlarında kullanılanları genellikle proje mahallinde elle karma işlemi neticesinde, göz kararı ya da iyimser bir ifade ile hacim ölçüsü ile üretilen betonlardır. Bu nedenle, üretilen betondan beklenen nitelikler elde edilememektedir. Bu durum dikkate alınır; kalite güvence belgesine sahip bir hazır beton fabrikasından beton alıp kullanmanın yarı gayet açıktır. Deprem bölgeleri için; Deprem Haritası ve Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelikte BS 20 sınıfı beton tanımlanmıştır. Dayanım ve dayanıklılık açısından betona yaklaşıldığında özellikle 1. ve 2. derece deprem bölgeleri için bu değerler BS 25 beton sınıfı olarak değiştirilmesinde fayda vardır. Her türlü yapıda kullanılacak olan betonun, bir beton uzmanı mühendis tarafından (kamuda ya da üniversitelerde) karışım oranları tespit edilmeli ve beton üretiminde buna sadık kalınmalıdır. Bu raporda betonun nasıl karılacağı, nasıl yerleştirilip sıkıştırılacağı ve bakımı açık olarak ayrıntılı bir şekilde belirtilmelidir. Eğer hazır beton kullanılacaksa hazır beton üreticisinin kalite güvence belgesine sahip olması aranmalıdır. Beton ister yeride üretilsin isterse de hazır olarak alınsın her durumda betonun yerleştirilmesinde genel yerleştirme kurallarına uyulmalıdır. Betonun ayrışmasına izin verilmemelidir. Sık donatılı ve dar kesitli kalıplara döküm yapılırken gerekli önlemler alınmalıdır. Beton, yapının durumu ve döküm koşulları dikkate alınarak betonun kolayca yerleşip sıkıştırılabileceği bir akışkanlıkta hazırlanmalıdır. Yerine dökülen beton mutlaka bir vibratör ile sıkıştırılmalıdır. Elle beton sıkıştırılmasına izin verilmemelidir. Deprem sonrası yapılan çalışmalarda alınan örnekler değerlendirildiğinde betonda sıkça yerleştirme kusurlarına rastlanmıştır. Özellikle dar kesitlerde ve sık donatılı hacimlerde betonun iyi yerleşmeyip boşluklu olduğu donatı-beton aderansının sağlanmadığı görülmüştür. Yine yapılan incelemelerde çok sık rastlanılan bir durum da donatı paslanmasıdır. Betonun iyi yerleşmeyip boşluklu kaldığı bir durumda malzemenin rijitliği bozulur, dayanım ve dayanıklılığı azalır. Çok kaliteli bir beton bile eğer iyi yerleştirilmezse dayanımda % 40' lara oran azalma meydana gelebilir. Ayrıca iyi sıkıştırılmamış betonarme sistemlerde donatı- beton aderansı da düşük olur. Bu durumda sistem betonarme gibi çalışmaz. Donatı işlevini yerine getiremez. İyi sıkıştırılmamış beton aynı zamanda geçirimsizlik açısından da zayıftır. Bu durumdaki betonlar içerisine değişik yollarla giren su ya da rutubet donatının paslanarak donatı kesitinin azalmasına ve küçük bir sarsıntıda kolayca kopmasına neden olur. Yerleştirilmede sıkıntı yaşıyorsa mutlaka akışkanlaştırıcı türü bir katkı maddesi kullanılmalıdır. Betonun daha sünek davranışını sağlamak amacıyla, tokluğu (enerji emme kapasitesini) arttırmak için betonda çelik lif kullanılabilir. Eğer yapıda hazır beton kullanılıyorsa kalitesi şantiye tesliminde tespit edilmelidir. Döküm sırasında numuneler alınarak beton değerlendirilmelidir. Yerine yerleştirilen beton alelusul sulama ile değil en az 7 gün boyunca günde en az 2-3 kez sulanarak üzeri ıslak telis ya da naylon örtüler ile korunmalıdır. Bu tip uygulamanın zor olduğu durumlarda ise kimyasal kür malzemesi ile kürleme yapılmalıdır. Yerine dökülüp kür edilen beton kalitesinden herhangi bir kuşku duyulması durumunda ya da betonun yerindeki kalitesini ölçmek amacıyla betondan TS 10465 standardına göre karot numuneleri alınarak beton test edilmelidir. Biten yapıda su ile temas eden ya da herhangi bir yerden rutubet alan (bodrum kat gibi) betonlar varsa bu kesitler geçirimsizlik sağlayan malzemeler ile kaplanmalıdır.

5. Sonuç

Son yıllarda ülkemizde meydana gelen depremler maddi ve manevi olarak çok ağır bir külfeti de beraberinde getirmiştir. Depremi ortaya çıkarttığı çok çarpıcı bir örnek daha vardır ki o da % 92' si deprem kuşağı içerisinde yer alan bu ülke depreme karşı hazırlıklı değildir. Gerek insan kaybı sayısından, gerek kurtarma çalışmalarından ve gerekse de depreme dayanıklı olması gereken yapı sistemlerinin kolayca yıkılmasından anlaşılmıştır ki deprem bölgelerinde inşa edilmiş yapılar depreme karşı koyma özelliğini taşımamaktadır. Bu nedenle, mühendislik eğitiminden başlayıp taşeron fırsatçılığına kadar uzanan sürecin kararnamele ile düzeltilemeyeceği anlaşılmıştır, Etiğini yitirmiş bir teknik eğitim olayı ile başlayan ve depreme kadar devam eden, kontrol sözcüğünün sadece levhalarda kaldığı, herkesin "ben yaptım oldu" mantığı ile davrandığı, kimsenin gerçekte (!) sorumlu olmadığı bu yapı sürecinin ciddi olarak tüm boyutları ile tartışılması, sorumlulukların paylaşılması, üstlenilmesi ve hiç olmazsa bu ülkenin yararları için bir şeyler yapılması gereklidir.

Yıllardan beri süre gelen depremlerde yıkılan yapılarda; kavramsal belirsizlik, özensizlik, yapım bilgisizliği-özensizliği, yapı kalitesizliği gibi temel anlayışların etkisi birincil nedenlerdir. Aynı şiddetteki depremleri daha az kayıp ve hasarla atlatan ülkelerin varlığı da bilinen bir gerçektir. Yapım

süreci birbiriyle ilintili değişik evreleri kapsar. Bu evrelerin her birinde yapılan bir hata, gösterilen özensizlik, mühendislik-tasarım-yapım hataları depreme karşı yapıyı zayıflatır. Konumuz gereği incelemeye çalıştığımız beton, bir malzeme olarak bu sürecin önemli bir parçasıdır. Çeşitli uzmanlık raporlarında depremde yapısal hasarın nedenleri incelendiğinde yapı kalitesizliğinin hasarı artırıcı ana kaynaklardan birisi olduğu anlaşılır, [11,12,13]. Yapı kalitesizliği denilince ne yazık ki akla ilk gelen yapının önemli kütlesini oluşturan betondur. Günümüzde dayanımı 1500 kgf/cm²'yi aşan, paralanma olmaksızın 4-5 mm deformasyon yapabilen betonlar kolayca üretilebilmektedir. Buna karşın bir çalışma sonrası ortaya çıkan tablo 1'deki değerler ise hiçbir mazeret bulunmayacak kadar vahimdir.

Yapılan bir çalışmada; son on yılda depremde hasar gören betonarme binalar üzerinde yapılan incelemelerde, deprem yönetmeliğine uygun olarak yapılan tek bir binaya rastlanmamıştır. Bu binaların tümünde tek başına hasara neden olabilecek bir çok temel hata saptanmıştır, denilmektedir, [14]. Bu saptama yukarıda teknik gerekçelerini ortaya koyduğumuz gerçekleri doğrulamaktadır.

Kaliteli, amacına uygun, işlevini herhangi bir sıkıntı olmaksızın sürdürebilecek bir beton üretilmesi için önce kaliteli malzemelere, beton üretiminin nasıl yapılacağını bilen uzmanlık bilgisine ve bütün bunların gerekliliğini duyan bir etik anlayışa ihtiyaç vardır. Bunun gerçekleşmesi durumunda hepimizi üzen deprem hasarlarının ortaya çıkması kadar kolay olmayacaktır.

Kaynaklar

1. Demiroğlu, V., Deprem ve Mühendislikte Depremsellik kavramı, E.İ.E.İ. Bülteni, sayı, 89, sayfa 9- 35
2. Öztekin, E., Deprem Ülkesi Türkiyede Kalıcı Beton Kalitesi İçin Öneriler, İnşaat Dünyası, sayı 179
3. Bayülke, N., Aşık, M.,S., Hürata, A., Yapıların Deprem Dayanımına Düşük dayanımlı Betonun Etkisi ve Sürgü Temel Eğitim Okulu Örneği, TMMOB İMO 1. Ulusal Beton Kongresi, İstanbul, 1989
4. Taşdemir, M.A., Özkul, H.M., Marmara Depremi Beton Araştırması, Hazır Beton, yıl 6, sayı 35, sayfa 13-18
5. Öztekin, E., Milattan Sonra Beton, Hazır Beton, Yıl 6, sayı 35, sayfa 36-40
6. Akman, M.S., Beton Kalitesinin Yapı açısından Önemi, TMMOB İMO 1. Ulusal Beton Kongresi, İstanbul, 1989
7. Akman, M.S., Denizden Çıkarılan agregaların Teknik Sorunları, İTÜ, Mimarlık Fakültesi, yapı Araştırma Kurumu, Seri C Araştırmaları, 1976, sayı 12, sayfa 35
8. Robert, M.H., Corrosion of Reinforcement, Proc. of Symp. on sea Dredged Aggregates for Concrete, 1968, pp 35-37
9. TS 706, Beton Agregaları, 1980
10. Akman, M.S., Beton Agregaları, DSİ TAKK Beton Semineri, Ankara, 1984
11. Ersoy, U., Erzincan Depremi ve Betonarme Yapılar, İMO Ankara Şb. Erzincan Depremi Mühendislik Raporu, Haziran 1992, Ankara
12. Karaesmen, E., Deprem Olayı ve Yapıda Kalite Denetimi, TÜBİTAK Deprem Sempozyumu, Ankara, 1996
13. Karaesmen, E., Learning from March 13 1982 Erzincan Earthquake, Invited Lecture text, MIT Seminars Series, 1992, Cambridge, USA
14. Ersoy, U., Betonarme Yapıların Deprem Davranışı ile İlgili Bir İrdeleme, Hazır Beton yıl 11, sayı mayıs- Haziran 2004, sayfa 66-69