

BETON DAYANIMININ YAPI GÜVENLİĞİNE ETKİSİ

Tuğrul TANKUT

Prof. Dr.

Gazi Üniversitesi

İnşaat Mühendisliği Bölümü

Ankara, Türkiye

Uğur ERSOY

Prof. Dr.

Orta Doğu Teknik Üniversitesi

İnşaat Mühendisliği Bölümü

Ankara, Türkiye

ÖZET

Bu yazıda, yapıların yeniden değerlendirilmesi ile ilgili ilke ve yöntemler kısaca özetlendikten sonra, beton dayanımı öngörülenden düşük çıkan yapılardaki güvenlik sorunu irdelenmektedir. Yapıdaki beton dayanımının saptanmasında kullanılan yöntemler tanıtıldıktan sonra, düşük beton dayanımına göre yapı güvenliğinin saptanmasında izlenecek yol anlatılmaktadır.

1. GİRİŞ VE YAZININ AMACI

Bazı durumlarda yapım aşamasında olan veya yapımı yeni tamamlanmış betonarme yapılarla, yıllardır kullanılmakta olan yapıların yeniden gözden geçirilip değerlendirilmesi gerekebilir. Bu değerlendirmede temel amaç, yapının kabul edilebilir bir yapı güvenliğini sağlayıp sağlamadığının saptanmasıdır. Burada yapı güvenliğinden amaçlanan, göçmeye karşı güvenliğin ve kullanılabilirliğin sağlanmasıdır.

Yeniden değerlendirme gereksinimi çeşitli nedenlerden kaynaklanabilir. Bu nedenlerden en önemlileri aşağıda sıralanmıştır.

- Yapıdaki beton dayanımı ile ilgili kuşkulardır. Bu kuşkularda yapım aşamasında betondan alınan numunelerin değerlendirilmesinden veya numune alınmayan yapılarda gözle yapılan incelemelerden kaynaklanabilir.

- Donatının projede öngörülenden değişik miktarlarda ve biçimde yerleştirildiğine ilişkin kuşkular vardır.
- Tasarımın yanlış veya yetersiz olduğu kuşkusu vardır.
- Eski yönetmeliğe göre tasarımı yapılmış bir yapının yürürlükteki yönetmelikte öngörülen yapı güvenliğini sağlayıp sağlamadığının araştırılması istenebilir.
- Yapının, tasarımda öngörülenden başka amaçlarla kullanılmasına karar verilmiştir. Bölme duvar yerlerinin, döşeme kaplamasının v.b. değişmesi nedeni ile öz ağırlıktaki, yeni kullanım biçimi sonucu hareketli yüklerdeki değişmeler nedeni ile yapı güvenliğinin kontrolu gerekebilir.
- Yapıda gözlenen bozukluklar. Örneğin çatlama, deformasyon veya ezilme.
- Yapıda gözlenen hasar. Bu hasar, bölgesel çökme, aşırı çatlama veya deformasyon olabilir.⁽¹⁾ Hasarın nedeni tasarım veya yapım hatalarından kaynaklanabileceği gibi, aşırı bir yükleme sonucu da olabilir⁽²⁾ (temelde oturma, yangın, deprem, gaz patlaması, projede öngörülmeyen yükler v.b.)

Nedeni ne olursa olsun, yapım aşamasında veya tamamlanmış bir yapıdaki yapı güvenliğinin saptanabilmesi için belirli verilerin toplanması gerekir. Bu verilerin toplanması, değerlendirilmesi ve sonuçta bir karara varılmasında bilimsel ve teknik bazı yöntemler uygulanır. Ancak, incelemeler ne denli titizlikle yapılırsa yapılsın, yapının mevcut durumunun tam olarak saptanması olanaksızdır. Dolayısıyla kesin olmayan verilere dayanarak yapılan güvenlik hesapları ve sonuçta yapının geleceği ile ilgili verilen kararlar her zaman tartışmaya açıktır. Tüm bu nedenlerle, yapı güvenliği ile ilgili yapılan hesapların bilimselliğinden çok daha önemli olan, bu hesapları yapıp karar verenlerin davranış bilgisi, mühendislik önsezi ve bu konudaki deneyimleridir. Gerekli davranış bilgisine, deneyime ve önseziye sahip olmayan kişilerce bu konuda yapılacak değerlendirme ve alınacak kararlar, kullanılan yöntem ne denli bilimsel olursa olsun son derece yanlış ve ters olabilir.

Ülkemizde yapım aşamasındaki denetimsizlik ve vurdumduymazlık nedeni ile yapı güvenliği kuşkulu yapı sayısı batı ölçülerine göre çok yüksektir. Yazarlar son 20 yılda yüzlerce yapı ile ilgili güvenlik değerlendirmeleri yapmış ve yapının geleceği ile ilgili karar verme durumunda kalmışlardır. Bu nedenle cerrahların savaş sırasında çok fazla sayıda ameliyat gerçekleştirerek deneyim kazanmalarına benzer bir biçimde, ülkemizdeki

koşullar nedeni ile yazarlar büyük bir deneyim birikimi edinmişlerdir. Bu yazının amacı, deneyim birikimi sonucu yazarların geliştirdiği bazı değerlendirme yöntemlerini meslektaşlarımıza aktarmaktır. Yazıda özellikle beton dayanımının saptanması ve bu dayanıma göre yapı güvenliğinin kestirilmesi üzerinde durulacaktır.

2. VERİ TOPLAMA AŞAMASI

Herhangibir yapıda yapı güvenliği ile ilgili bir kuşku varsa, yapılacak ilk iş veri toplamaktır. Veri toplanırken, değerlendirmede çok önemli olan aşağıdaki üç özellik üzerinde durulmalıdır.

- Dayanım
- Süneklik
- Rijitlik

Veri toplamada izlenecek yol aşağıda özetlenmiştir.

a - Yapı üzerinde yapılacak ön inceleme. Bu incelemenin temel amacı yapıyı tanımak, inceleme planını hazırlayabilecek bilgileri edinmek ve acil önlem gerekip gerekmediğini saptamaktır. Bu incelemede genelde ölçüm yapılmaz, yapı yalnızca gözden geçirilir. Ön incelemede yapının durumu çok kritik bulunursa, başka bir deyişle yapı tehlikeli görülürse, aşağıda sıralanan acil önlemlerin alınması gerekebilir:

- yıkım kararı
- yapının veya bazı elemanların askıya alınması
- yük hafifletilmesi
- yapının boşaltılması.

b - Yazılı belge toplama. Yapı ile ilgili hesap, proje, şantiye defteri, denetici raporu, laboratuvar raporları v.b. gibi tüm belgeler toplanır.

c - Tasarım veya yapım aşamasında görev almış kişilerle konuşulur (tanık dinleme).

d - Yapı üzerinde ayrıntılı inceleme. Bu incelemede yapının bir rölevesi çıkarılır. Daha sonra sistematik bir örnekleme ile elemanların boyutları ölçülür, beton dayanımı saptanır ve donatı yerleri ve çapları

belirlenir. Elde edilen veriler tasarımla uyumadığı takdirde, incelenecek eleman sayısı artırılır. Ayrıca elemanlarda çatlaklar (varsa) saptanarak bunların biçimi, uzunluğu ve genişliği proje üzerine işlenir. İnceleme sırasında normal dışı görülen tüm deformasyonlar da ölçülerek kayıtlara işlenir⁽³⁾ (sehim, eksenden kaçıklık, yanal ötelenme v.b.).

- e - Elde edilen tüm veriler gözden geçirilerek bunların yeterli olup olmadığı tartışılır. Yetersiz olduğu kanısına varılırsa yapı üzerinde ek incelemeler yapılır. Yapıda bozukluk (çatlama, deformasyon v.b.) veya hasar (aşırı çatlama, aşırı deformasyon veya eleman göçmesi) nedenlerinin mutlaka saptanması gerekir. Hasar veya bozukluk nedenleri anlaşılmamışsa, araştırma derinleştirilmelidir.

Yukarıda özetlenen ve veri toplamaya yönelik araştırmalar, zaman alıcı, külfetli ve pahalıdır. Özellikle zaman ve para açısından mal sahibi veya incelemeyi talep eden kuruluş, araştırmanın bu denli geniş tutulmasını istemeyebilir. Örneğin, araştırmacılar tasarımın ve donatı kontrolünün bir yana bırakılarak yapı güvenliğinin salt beton dayanımı açısından değerlendirilmesi istenebilir. Bu tür bir istem mal sahibi veya incelemeyi isteyen kuruluşun en doğal hakkıdır. Ancak araştırmacılar da bu gibi durumlarda yapmadıkları bir incelemenin sorumluluğunu yüklenmemelidir. Bu nedenle yazılacak raporda kendilerinden ne istendiği, ne yapıldığı ve verilen kararın hangi varsayımlara dayandığı açıkça belirtilmelidir. Tersı durumlarda araştırmacılar haksız ve altından kalkamayacakları sorumluluk ve riskler yüklenme durumunda kalabilirler.

3. DEĞERLENDİRME VE KARAR AŞAMASI

Yazılı belgeler, yapı üzerinde yapılan incelemelerden elde edilen veriler ve tanık ifadeleri toplandıktan sonra bunlar yeterli bulunuyorsa, değerlendirme aşaması başlatılır. Değerlendirmenin temel amacı yapı güvenliğinin saptanmasıdır. Söz konusu yapıdaki yapı güvenliği düzeyi saptandıktan sonra aşağıdaki kararlardan biri verilebilir. Yapıda gözlenen bozukluk, zayıflık ve hasarla ilgili kesin bir teşhis konmadan kesinlikle karar aşamasına geçilmemelidir.

- Yapı yeterli yapı güvenliğine sahiptir, hiçbir önlem ve müdahaleye gerek yoktur. (4)
- Yapı önlem alınarak kullanılabilir. Örneğin, yük hafifletilerek, kullanım amacı değiştirilerek, yapım aşamasında ise taşıyıcı olmayan malzemeyi hafifleterek veya kat sayısını azaltarak.
- Bazı elemanlar onararak veya güçlendirilerek yapı kullanılabilir.
- Onarım veya güçlendirme ekonomik değildir, yapının yıkılıp yeniden yapılmamasına karar verilebilir.

Değerlendirmede, istatistiksel yöntemler kullanılarak malzeme dayanımları saptanır ve bunlara belirli malzeme katsayıları uygulandıktan sonra elemanların taşıma gücü hesaplanır. Değerlendirmenin ikinci aşamasında yapılan ölçümlerden öz ağırlıklar hesaplanır ve yapıyı ekileyecek diğer yük etkileri saptanır (hareketli yük, deprem, rüzgar, sıcaklık değişimi v.b.). Bu yükler belirli katsayılarla büyütüldükten sonra yönetmelikteki yük kombinezonları ile hesap yükleri saptanır. Yapıdaki ölçümlerden elde edilen boyut ve rijitlikler temel alınarak, yapısal çözümleme yapılır ve iç zorlamalar hesaplanır. Elde edilen iç zorlamalar, hesaplanan dayanımlarla karşılaştırılarak yapı güvenliği belirlenmeye çalışılır.

Güvenliğin saptanmasında yeni tasarıma benzer bir biçimde malzeme ve yük katsayıları kullanılır. Ancak hemen işaret etmek gerekir ki, değerlendirmedeki yapı güvenliği yaklaşımı, yeni tasarımdaki yaklaşımdan farklıdır. Bu bir sonraki bölümde irdelenecektir.

4. DEĞERLENDİRMEDE YAPI GÜVENLİĞİ

Yeni bir yapı için tasarımı yapılırken birçok bilinmeyen vardır. Örneğin yapıya etkiyecek gerçek yükler, malzeme dayanımı ve eleman boyutlarının varsayılandan farklı olması, hesap yönteminin kesin olmaması v.b. Tüm bu bilinmeyenler rastgele değişkenler olduğundan, kabul edilen belirli bir yıkılma olasılığına göre ($\approx 10^{-6}$) yönetmeliklerde malzeme ve yük katsayıları tanımlanmaktadır. (5)

$$\frac{R_k}{\gamma_m} \geq F_k \gamma_f$$

R_k - karakteristik dayanım

γ_m - malzeme katsayısı

F_k - yük etkisi

γ_f - yük katsayısı

Değerlendirmede de aynı yaklaşımın kullanılması son derece doğaldır (Denklem 1). Değerlendirme belli bir yapı üzerinde yoğunlaştırıldığından ve birçok değişken ölçümlerle saptandığından, ilk bakışta tasarıma kıyasla belirsizliklerin daha az olduğu izlenimi uyandırabilir. Bu gözlem kısmen doğrudur. Ancak, zayıflığı hakkında kuşku olan bir yapının, özellikle rijitlik açısından, yeni tasarıma oranla daha fazla belirsizlik içerdiği de açıktır. Sonuç olarak, değerlendirmede kullanılacak güvenlik kriteri aynı olmakla birlikte, kullanılacak katsayıların değişik olabileceği söylenebilir. Yazarlar kendi deneyimleri ve literatüre yansımış diğer araştırmacıların yargıları ışığında aşağıdaki önerileri oluşturmuşlardır. (6)

- Değerlendirmede, yıkılma olasılığı artırılabilir (örneğin 10^{-5} veya özel durumlarda 10^{-4}).
- Yük kombinezonlarında genelde değişiklik gerekmez.
- Hareketli yük katsayısı yeni tasarımdaki gibi alınmalıdır, $\gamma_{fq}=1.6$.
- Deprem, rüzgar katsayıları yeni tasarımdaki gibi olmalıdır.
- Öz ağırlık için katsayı, ölçümler yeterliyse azaltılabilir ($\gamma_{fg}=1.4$ yerine $\gamma_{fg}=1.3$).
- Donatı için kullanılan malzeme katsayısı genelde yeni tasarımdaki gibi olmalıdır, $\gamma_{ms}=1.15$. Ancak yangın geçirmiş veya agresif bir ortamda işlev görmüş bir yapıda bu katsayı çoğaltılmalıdır.
- Beton için yeterli karot alınmış ve betonu örselemeyen yöntemlerle çok sayıda okuma alınmışsa (bu yöntem karotlarla kalibre edilmiş olmalıdır) ve dayanımda büyük dağılım gözlenmemişse, beton için kullanılan malzeme katsayısı azaltılabilir, örneğin $\gamma_{mc}=1.4$ alınabilir.

Görüldüğü gibi önerilen katsayı değişikliklerinin hiçbiri kesin değildir, deneyimli araştırmacılar ölçümlerin güvenilirliğine, sayısına

ve dağılıma göre karar vermelidirler.

Bu bölümü noktalamadan önce çok önemli bir konu üzerinde durmakta yarar vardır. Ülkemizde genelde bu tür değerlendirmelerde klâsik güvenlik kavramı ve emniyet gerilmeleri yöntemi kullanılmaktadır. Bu kesinlikle yanlıştır ve araştırmacıyı son derece sakıncalı ve ters kararlara götürebilir. Bilindiği gibi, gerçek yapı güvenliği ancak Denklem 1 kullanılarak saptanabilir. Emniyet gerilmeleri yöntemine davalı güvenlik yaklaşımı ile yapı güvenliğinin saptanması olanaksızdır. Yarım yüzyılı aşkın bir süredir uygulanan bu yöntemle oluşturulan yapıların güvenli olduğu bilinmesine karşın, bu yöntemin sorunlu bir yapıya ne denli güvenli sonuçlar verdiği bilinmemektedir. Bu durumda emniyet gerilmesi yöntemi ile yapılan güvenlik kontrolü hiçbir temele dayanmadığından, neyde kalmaktadır. Tüm bu nedenlerle değerlendirme yapılan bir yapı için taşıma gücünün ve Denklem 1'in kullanılması kanımızca zorunludur.

5. YAPIDAKİ BETON DAYANIMININ SAPTANMASI

Yapı güvenliğinden kşku duyulan bir yapı değerlendirilirken, o yapıdaki gerçek beton dayanımının saptanması son derece önemlidir. Beton dayanımının yapıdan alınan numune ve diğer deney yöntemleri ile saptanması, yapım sırasında alınan numunelerle beton dayanımını filindiği durumlar için de geçerlidir. Bu gibi durumlarda ölçüm sayısı cıha az tutulabilir.

Yapıdaki beton dayanımı, karot alınarak ve örselemeyen yöntemler kullanılarak saptanabilir. Yazarların kanısına göre, beton ile ilgili kşku varsa kesinlikle karot alınmalıdır. Ancak karot alma ve deneme pahalı bir operasyon olduğundan ve yapı elemanlarda zayıflamaya yol açabildiğinden, karot sayısının kısıtlı olması kaçınılmaz bir zorunluktur. Bu durumda yapılması gereken, betonu örselemeyen uygun bir yöntemle çok sayıda ölçüm almak ve böylece istatistiksel bir değerlendirme için yeterli veri toplamaktır. Beton dayanımının, örselemeden saptanmasında birçok yöntem kullanılmaktadır. Bunların en yaygın olanları aşağıda verilmiştir.

Darbe çekici

Ultrasonik yöntem

Çekip çıkarma deneyi

Ülkemizde bu yöntemlerden ilk ikisi kullanılmaktadır. Hemen söylemek gerekir ki bu yöntemlerden hiçbirisi tam güvenilir sonuç vermemektedir. Bu tür yöntemlerle ölçü alanın ve değerlendirenin bu gerçeği bilmesi zorunludur. Ayrıca belirli bir yöntemle neyin ölçüldüğü ve bu ölçülen özellikle beton dayanımı arasındaki ilişkinin de iyi bilinmesi gerekir. Tersı durumlarda araştıracı kullandığı yöntemin kısıtlamalarını ve doğruluk derecesini bilmediğinden, büyük yanlışlara düşebilir. Bu nedenle darbe çekici ve ustrasonik yöntemler kısaca irdelenecektir.

- Darbe Çekici Yöntemi :

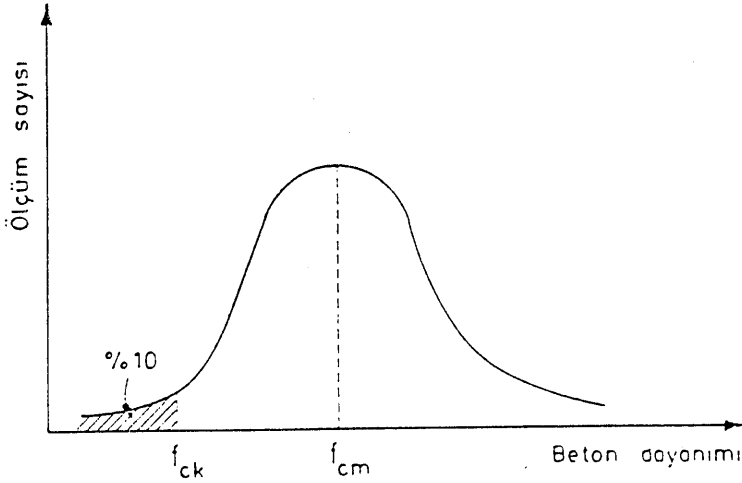
Bu yöntemde betona uygulanan bir darbe ile betonun sertliği ölçülmektedir. Çekicın yapımcıları sertlik-dayanım ilişkisini kalibre ederek sertlikten dayanımın saptanmasını sağlamaktadırlar. Ölçülen yüzeydeki sertlik olduğundan ve beton homojen bir malzeme olmadığından, sonuçların güvenilirliği tartışmaya açıktır.

- Ultrasonik Yöntem

Bu yöntem genelde betondaki çatlak, boşluk ve yerel zayıflıkların saptanmasında kullanılmaktadır. Bazı ülkelerde ve özellikle ülkemizde beton dayanımının saptanmasında da kullanılmaktadır. Ölçümde, betona uygulanan bir dalğanın geçiş zamanı saptanmakta, bu zamandan betonun dinamik elastisite modülü elde edilmektedir. Betonun dinamik elastisite modülü ile dayanım arasındaki ilişkiden de dayanım elde edilmektedir. Dalga hızı-dinamik elastisite modülü ve dinamik elastisite modülü-dayanım ilişkileri için yapılan varsayımlar tartışmaya çok açıktır. Bu nedenle ve beton içindeki boşlukların fazla olduğu durumlarda (ülkemizdeki gibi) bu yöntemin güvenilirliği çok azalmaktadır.

Yazarlar değerlendirmede darbe çekici yöntemini tercih etmektedirler. Ancak bu yöntem kullanıldığında, darbe çekicinin o yapıdan alınan karot numuneleri ile kalibre edilmesi ve her ölçü için en az beş okuma alınması son derece önemlidir. Darbe çekici ile okuma almak kolay ve hızlı olduğundan, çok sayıda okuma almak mümkün olmaktadır. Okumaların değerlendirilmesi sonucu (karot değerlerine ağırlık verilerek) yapıdaki beton için TS-500'ün öngördüğü karakteristik değer Şekil 1 de gösterildiği gibi saptanmaktadır (daha düşük değer elde etmek olasılığı %10). Çoğu kez beton dayanımının saptanmasında bir tereddüt doğmaktadır. Karot ve örselleyen yöntemlerden elde edilen değerler aynen mi kullanılmalıdır.

yoksa betonun yaşı dikkate alınarak bu değerler 28 günlük standard dayanımına mı indirgenmelidir?. Yazarların kanısına göre elde edilen değer aynen kullanılmalıdır, 28 günlük dayanım "değerlendirme" için geçerli değildir. Yazarların bu kanısı Avrupa Beton Komitesi (CEB) ilgili komisyonunun raporlarında da teyit edilmektedir. (7)(8)



Şekil 1

Başka bir konuya geçmeden, beton dayanımının saptanmasında en güvenilir yöntem olan karot üzerinde durmakta yarar vardır. Yazarların izlenimi, bu konuda gereken özenin gösterilmediği ve birçok durumda yanlış değerlendirme yapıldığıdır.

Karot Yöntemi

Karot numuneleri rastgele alınmamalıdır. Araştırmacılar karot yerini seçerken, elde edilecek dayanımların olabildiğince yapıdaki beton dayanımını iyi temsil etmesine özen göstermelidirler. Ayrıca karot alınan yerde önemli bir zayıflama olmamasına dikkat edilmelidir.

Karot boyutları olabildiğince 15x30 cm. silindir olmalıdır. Karot boyu daha küçük ise dayanım hesabında düzeltme yapılmalıdır. Daha küçük boyutlarda karot alındığında, boyut etkisine göre düzeltme yapılmalıdır.

Küçük boyutlu karotlarda, büyük agrega, yerel çatlaklar v.b. bozukluklar dayanımı daha büyük ölçüde etkilediğinden, dağılım çok daha fazla olmaktadır.⁽⁸⁾ Bu nedenle normal boyuttaki karotlar tercih edilmelidir.

Ülkemizdeki bazı araştırmacılar ASTM'de öngörülen koşullara uymakta, alınan karotları suda saklamakta ve elde edilen dayanımı 28 günlük dayanıma indirgemektedirler. Yazarların kanısınca bu doğru değildir. ASTM'deki koşulların amacı, yapının o andaki durumunu değerlendirmek değildir, yanılğı bundan kaynaklanmaktadır. Yazarlar alınan numunelerin talaş içinde saklanarak doğal nemi ile test edilmesini ve 28 güne göre düzeltme yapılmamasını öngörmektedirler.

Alınan karot numuneleri test edilmeden önce mutlaka dikkatle gözden geçirilmeli, çatlaklar, boşluklar, kırıklar ve karot içindeki donatı dikkatle kayda işlenmelidir. Çok hasar görmüş numuneler değerlendirme dışı bırakılmalıdır. Deneyden önce gerekirse karotların ucu kesilmeli ve mutlaka başlık yapılmalıdır.

Karotlardan elde edilen sonuçlar boyut etkisine göre düzeltildikten sonra, 0.85-0.90 a bölünmelidir. Bu düzeltme katsayısı, karot alınırken kaçınılmaz örselenmeleri karşılamak üzere kullanılmaktadır.

Karot yerlerinin saptanması, karot alınması, test edilmesi ve değerlendirilmesi profesyonel bir iştir, amatörlerce kesinlikle yapılmamalıdır. Bu işlemleri yapanlar mutlaka gerekli bilgi ve deneyime sahip olmalıdır. Bu koşullar, örselemeden alınan ölçümler ve değerlendirmeler için de geçerlidir.

Bu bölümde anlatılanlar genelde yazarların yıllar boyu edindikleri deneyim birikimi sonucu oluşmuştur. Ancak ilginç olan, 1983 ve 1989 da yayınlanan konu ile ilgili CEB raporlarında da benzer görüşlerin yer almasıdır.⁽⁶⁾⁽⁸⁾

6. DÜŞÜK BETON DAYANIMINA GÖRE ELEMAN VE YAPI GÜVENLİĞİNİN SAPTANMASI

Bundan önceki bölümlerde karara ışık tutacak veri toplama ve değerlendirme işlemleri özetle anlatılmıştı. Bu değerlendirme genelde eleman bazında olacaktır. Elde edilen verilere göre ve uygun görülen malzeme katsayıları kullanılarak dayanım saptanacak, daha sonra öngörülen yük etkileri uygun yük katsayıları ile çarpılarak yapısal çözümleme yapılacaktır. Bu çözümlemeden elde edilen iç zorlamalar dayanımla karşılaştırılarak güvenlik saptanacaktır. Hemen işaret etmek gerekir ki, eleman bazında yapılan bu güvenlik hesabı gerekli, ancak yeterli değildir. Bir elemenda yapı güvenliğinin yeterli olmaması veya bir noktada yerel bir zayıflık olması onarım ve güçlendirmeyi zorunlu kılabilir. Yapı bütünüyle değerlendirildiğinde bu yerel zayıflıklar, etkilerin yeniden dağılımı ile (uyum) önemini kaybedebilir. Örneğin, bir radyedeki donatının eksikliği nedeni ile donatı gerilmelerinin birkaç noktada kritik duruma gelmesi, uyum nedeni ile hiçbir sorun yaratmayabilir.

Uyum olayının ayrıntılarına girmek bu yazının amacı ve kapsamı dışında kalmaktadır. Bu nedenle bu önemli olay burada altı çizilerek vurgulandıktan sonra, eleman bazındaki değerlendirmeye geçilecektir. Uyumu dikkate alacak araştırmacının çok iyi davranış bilgisine sahip olması gerekmektedir.

Yazının bu bölümünde, yapı üzerinde yapılan inceleme ve ölçümler sonucu beton dayanımının tasarımında öngörülenden düşük çıkması durumunda izlenecek yol irdelenecektir. Beton dayanımının düşük çıkması yapı elemanının rijitliğini ve dayanımını etkileyecektir. Yapısal çözümlemede beton dayanımı nedeni ile ve varsa çatlaklar nedeni ile azalan rijitlik dikkate alınmalıdır.⁽¹⁾

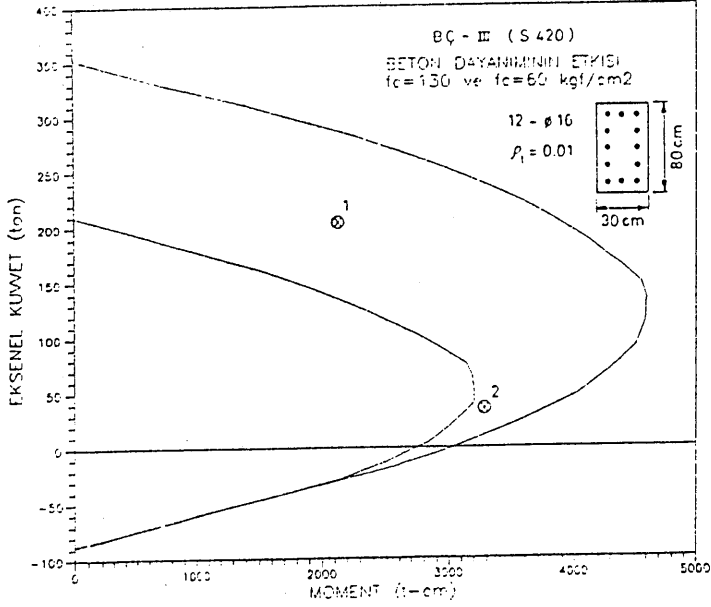
Beton dayanımı, elemanın kesme dayanımını ve eğilme dayanımını etkileyecektir. Elemanın kesme dayanımında betonun katkısı olmasına karşın, bu dayanım büyük ölçüde kesitteki etriyenin kapasitesine dayanmaktadır. Her ne olursa olsun, kesitin kesme dayanımı saptanan beton kalitesine göre yeniden hesaplanmalı ve yük etkisi nedeni ile oluşan kesme kuvvetleri ile karşılaştırılmalıdır. Yazarlar 1. ve 2. deprem bölgelerinde beton katkısının dikkate alınmamasını önereceklerdir.

Beton dayanımının elemanların eğilme kapasitesi üzerindeki etkisi, emniyet gerilmeleri ile hesap yapan meslektaşlarımız tarafından çok yanlış değerlendirilebilmektedir. Örneğin, bir kette yapılan tarama sonucu, 1000 binadaki beton dayanımının tasarımda öngörülenden %50 düşük olması bu binaların kesinlikle yapı güvenliğine sahip olmadığı biçiminde yorumlanabilmektedir. Halbuki taşıma gücü ile hesap yapan bir tasarımcı, beton dayanımının taşıma gücüne katkısının eksenel yük düzeyine bağlı olduğunu bilir. Bu nedenle beton dayanımının öngörülenin yarısı olması, bir kirişin veya eksenel yükü çok düşük bir kolonun moment taşıma gücünü %6-8 dolaylarında azaltırken, eksenel yük düzeyi yüksek bir kolonun kapasitesi yarı yarıya azalabilir. Bu nedenle beton dayanımındaki düşme, elemanın eğilmedeki taşıma gücüne etkisi ile ilgili yorumları genellemek son derece yanlıştır. Eksenel yük etkisi nedeniyle kiriş ve kolon çok farklı olduğu gibi, tek veya iki katlı bir yapıdaki kolon ile çok katlı bir yapıdaki kolon farklıdır. Ayrıca çok katlı bir yapıdaki alt kat kolonlarının beton dayanımındaki azalmadan etkilenmesi, üst kat kolonlarından çok farklıdır.

Yazarların bu konuda izlediği yol son derece basittir. Tasarımda öngörülen boyutlar ve malzeme hesap dayanımları temel alınarak o eleman için oluşturulan karşılıklı etki diyagramı, ölçümler sonucu saptanan boyut ve malzeme dayanımlarına göre hesaplanan yeni karşılıklı etki diyagramı aynı şekil üzerinde çizilmelidir. Bu iki diyagramın çizilmesi, bu amaçla hazırlanmış bir bilgisayar programı kullanılarak yapılmaktadır. Ankara'da incelenen bir yapıdaki tipik bir kolon için bilgisayarca çizilmiş iki diyagram Şekil 2 de gösterilmiştir⁽⁹⁾ (birisi tasarımda öngörülen, diğeri saptanan beton dayanımı için).

Yapısal çözümlmeden elde edilen N_d ve M_d değerleri (gerekli yük katsayıları ile çarpılarak) ile bu şekile girilerek, çarpı ile işaretlenen noktalar elde edilmektedir. Bu şekilden yararlanarak bir karara kolayca gidilebilmektedir. Görüldüğü gibi bodrum kat kolonu için (1 nolu nokta) bir güçlendirme zorunlu görünürken, üst kat kolonlarında eksenel yükün düşük olması nedeni ile bu zorunluk ortadan kalkmaktadır.

Beton hesap dayanımı saptanırken, malzeme katsayısı γ_{mc} 'ye ek olarak, bir de belirsizlik katsayısı kullanılmalıdır, γ_n .



Şekil 2

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_{mc} \gamma_n} \quad (2)$$

f_{cd} - beton hesap dayanımı

f_{ck} - beton karakteristik dayanımı

γ_{mc} - malzeme katsayısı 1.5 veya 1.4

γ_n - belirsizlik katsayısı ($\gamma_n \geq 1.0$)

γ_n için bir değer vermek son derece zordur. Bu katsayı elde edilen verilerin güvenilirlik düzeyine ve elde edilen dağılıma göre kestirilir. Verilerin yeterli olduğu durumlarda $\gamma_n=1.0$ alınabilir. Beton dayanımının saptanmasına karot azsa ve ağırlık darbe çekici veya ultrasonik yöntemde ise $\gamma_n=1.4$ alınması önerilecektir.

7. SONUÇ

Bir yapının duyulan kuşkular nedeni ile değerlendirilmesi uzun, titiz ve profesyonel bir çalışma gerektirmektedir. Bu tür bir çalışmada gerekli veriler eldeki yazılı belgelerden, özellikle de yapı üzerinde yapılacak incelemelerden elde edilir. Bu veriler yapı elemanlarının gerçek dayanımının saptanmasında ve iç zorlamaları belirleyen yapısal çözümlemede kullanılır. Yapı için bilinçli bir çalışma sonucu belirlenen yapı güvenliği, hesaplanan dayanım ve yük etkilerinin karşılaştırılması ile kontrol edilir ve karar buna göre verilir. Bu yazıda çeşitli aşamada yapılacak işlemler özetlenmiştir. Ancak, yazıda tüm bu işlemlerin gerekli bilgi ve deneyime sahip kişilerce yapılması gerektiği vurgulanmıştır. Yapının değerlendirilmesi, yeni bir tasarımdan çok daha karmaşık bir olaydır. Amatörlerce alınacak kararlar büyük ekonomik zararlara ve hatta can kaybına yol açabilir.

KAYNAK LİSTESİ

KAYNAK LİSTESİ

1. Ersoy, U., Tankut, T., Aktan, E., "Aselsan Araştırma Test ve Kontrol Merkezi Taşıyıcı Yapısının Kullanılabilirlik Durumu", İnceleme Raporu, Ankara, 1982.
2. Ersoy, U., Aktan, E., Tankut, T., "Anadolu Holding Çumra Malt Fabrikası Silo Betonarme Yapısının Yangın Sonrası Durumu". İnceleme Raporu, Ankara, 1982.
3. Ersoy, U., Tankut, T., "S.S. Maliye Bakanlığı Mensupları Yapı Kooperatifi Konut Bloklarında Beton Dayanımı ile İlgili Sorunlar", İnceleme Raporu, Ankara, 1983.
4. Ersoy, U., Tankut, T., "Ege Biracılık ve Malt Sanayii A.Ş. nin Acıkuyu ve Akköy Arpa Silolarındaki Çatlaklara İlişkin Düşünceler", İnceleme Raporu, Ankara, 1983.
5. "Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, TS-500", Türk Standartları Enstitüsü, 1984.
6. "Assessment of Concrete Structures and Design Procedures for Upgrading", CEB Task Group 12. CEB Bulletin no. 162, August 1983, Lausanne.

7. "Preliminary Report of CEB Task Group 21 on Redesign". Unpublished Report, 1988.
8. "Diagnosis and Assessment of Concrete Structures", CEB Task Group 19, CEB Bulletin no.192, January 1989, Lausanne.
9. Ersoy, U., Tankut, T., "Ankara'da 7866 Ada 3 Parselde Bulunan Tamamlanmamış Yapının Yapı Güvenliği Durumu", Ankara, 1988.