

Betonarme Yapıların Projelendirilmesinde Beton Sınıfı Değişiminin İncelenmesi

Ali ERGÜN*
Ayşegül LÜLE**

ÖZ

Ülkemizde meydana gelen yıkıcı depremler sonucu birçok bölgede elle beton üretimi terk edilmiş, hazır beton kullanımı yaygınlaşarak, betonarme proje hesabında beton sınıfı olarak C20 daha yeni kullanılmaya başlamıştır. Bu çalışmada, tip1 ve tip 2 olmak üzere iki farklı kat planına ve ayrıca tip 2 de perdesiz ve çekirdek bölgesinde perde bulunan taşıyıcı sisteme sahip 5, 7 ve 9 katlı binaların projelerinin betonarme hesabında donatı sınıfı BÇIII, beton malzeme sınıfı C20, C25, C30 alınması durumunda paket program kullanılarak TS 500 ve DBYBHY göre optimum çözümler yapılmıştır. Çözüm sonuçlarına göre; beton malzeme sınıfı değişikliğinin binaların 1. doğal periyotları, tasarımda alınacak deprem yükleri, taşıyıcı elemanların beton ve donatı miktarlarındaki değişimi üzerine etkileri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Betonarme bina, Proje hesabı, Beton sınıfı

ABSTRACT

Investigation of Concrete Class Variation on Reinforced Concrete Structural Design

As a result of the recent destructive earthquakes occurred in our country, the producing concrete with hand was given up, the ready-mixed concrete using has become widespread and C20(BS20) quality concrete has begun to use newly in buildings. In this study, having two different floor plans as type 1 and 2 and two different structural systems with only frame and shear walls in the center of buildings for type 2 have been taken into consideration. These type buildings are 5, 7 and 9 story. The optimum analysis of reinforced concrete design for type 1 and 2 buildings have been done considering BÇIII(S420) reinforcing steel and C20, C25 and C30 concrete classes with a structural analysis program suitable for TS 500 and DBYBHY. According to the result of structural analysis; the variation of the first natural vibration period, the design seismic load, the quantity of reinforcing bars and concrete were investigated for different concrete classes.

Keywords: Reinforced concrete building, Project analysis, Concrete class

Not: Bu yazı

- Yayın Kurulu'na 24.05.2006 günü ulaşmıştır.
- 31 Mart 2008 gününe kadar tartışmaya açıktır.

* Afyon Kocatepe Üniversitesi, Yapı Eğitimi Bölümü, Afyonkarahisar- aergun@aku.edu.tr

** TMMOB. İnş.Müh. Odası, Afyon Temsilciliği, Afyonkarahisar - aysegullule@mynet.com

1. GİRİŞ

Yapıların betonarme projelendirilmesinde beton basınç mukavemeti ve donatının akma sınırı önemli rol oynar. Uygulamada öngörülen beton basınç dayanımından daha düşük beton basınç dayanımı ve donatı akma gerilmesinden daha düşük donatı akma gerilmesi meydana gelmesi durumunda betonarme elemanların taşıma gücünde kayıplar meydana gelmektedir[1]. Projelendirmede beton sınıfının yükselmesi sonucu daha narin betonarme elemanlar oluşturulabilmekte, TS500 ve DBYBHY göre sağlaması gereken koşullar daha kolay gerçekleşebilmektedir. Ayrıca beton malzeme sınıfının yükselmesi betonarme elemanlarının donatı korozyonu, betonun donma-çözülme, asit ve tuz etkisi bakımından dayanıklılığı kısaca dürabiliteyi de artırmaktadır [2]. Ayrıca yapılan bir araştırmanın sonuçlarına göre, yüksek sınıflarda beton kullanıldığı takdirde, yapı maliyetinin yükselmediği tersine düştüğü, sonucunda C14 yerine C35 sınıf beton kullanılması durumunda 1. derece deprem bölgesinde %4, 2. derece deprem bölgesinde %6 oranında bir tasarruf sağlandığı belirtilmiştir [3]. Yapılan başka bir çalışmada ise beton dayanımının yükseltilmesinin, yapı maliyetini artırmadığı hatta küçük de olsa tasarrufa neden olduğu metraj yapılarak ortaya konulmuştur [4]. Ön inceleme niteliği taşıyan bu çalışmada, tip 1 çerçevesi ve tip 2 çerçevesi ve perdeli olmak üzere farklı kalıp planına sahip 5, 7 ve 9 katlı binaların betonarme proje hesabında donatı sınıfı BÇIII, beton malzeme sınıfı C20, C25 ve C30 alınması durumunda paket programı kullanılarak TS500 ve DBYBHY göre optimum çözümler yapılmıştır. Çalışmada, bütün projelerde donatı sınıfı BÇIII alınmasının nedeni; ülkemizde BÇI çeliğinin üretiminin azalması ve BÇIII ile fiyat farkının olmamasıdır. Beton malzeme için seçilen sınıfların belirlenmesinde ise DBYBHY göre öngörülen tüm deprem bölgelerinde C20 veya daha yüksek dayanımlı beton kullanılması zorunluluğu ve hazır beton kullanımının ülke genelinde yaygınlaşmasına bağlı olarak C25 ve C30 betonlarının olağan olarak üretilmesi rol oynamıştır.

2. BETON KALİTESİNİN BETONARME KESİT HESABINA ETKİSİ

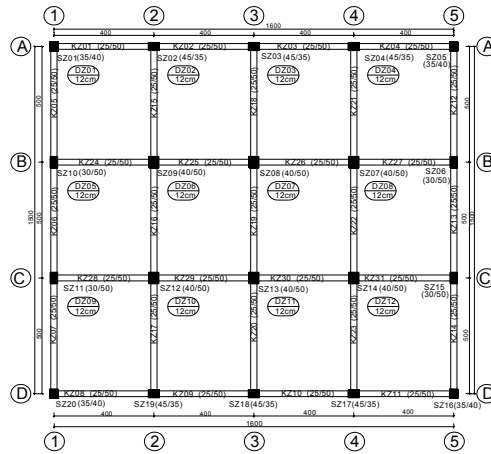
Betonarme kesit hesabında dış yüklerden meydana gelen iç kuvvetler, kesit boyutları ve malzeme (beton ve çelik) sınıfı bilgileri kullanılır. İç kuvvetlerin çeşitliğine göre ortaya çıkan mukavemet halleri esasına göre taşıma gücü ve boyutlandırma hesabı yapılır [5]. Yapılan bu hesaplamalara göre;

- basit eğilme etkisinde olan betonarme elemanlarda beton kalitesinin yükselmesi, taşıma gücü kapasitesini ve kesit hesaplarında gerekli donatı alanını çok fazla etkilememektedir. Buna karşılık kesitlerin eğrilikleri ve dolayısıyla sünekliliği önemli mertebede artırmaktadır.
- gerek TS 500 gerekse DBYBHY göre aynı normal kuvvet etkisinde bir kolonun ön boyutlandırılmasında C30 betonu ile üretilmesi durumunda C20'ye göre %50, C25 betonu ile üretilmesi durumunda %25 daha az kesite ihtiyaç gösterecektir.
- bileşik eğilme etkisi altında bulunan elemanlarda beton sınıfı kalitesinin artması küçük dışmerkezlik durumunda taşıma gücünü önemli mertebede artırmaktadır.

3. İNCELENEN YAPILARIN ÖZELLİKLERİ

Bu çalışmada değişik planda iki tip yapı incelenmiştir. Her iki tip binada, kolon kesitleri üçüncü kata kadar zemin katla aynı, üçüncü kattan sonraki her 2 kat için kesitler küçültülmüştür. Binalar 2.80 m kat yüksekliğine, 12 cm kalınlıklı kirişli plak döşeme sistemine ve 25/50 cm/cm kirişlere sahiptir. Döşemelerde zati ağırlık 0.525 t/m², hareketli yük 0.2 t/m², kenar kirişlerde zati ağırlık 1.2 t/m ve iç kirişlerde ise 1.0 t/m alınmıştır. Binanın birinci deprem bölgesinde bulunduğu ($A_0=0.4$), kullanım amacının konut ($I=1$) ve yerel zemin sınıfı Z3 olduğu kabul edilmiştir. Projelendirmede temel hesabı dikkate alınmamıştır. Donatı sınıfı BÇIII (S420) dir. İncelenen binaların C20, C25 ve C30 beton sınıfına göre TS500 ve DBYBHY göre optimum çözümleri yapılmıştır.

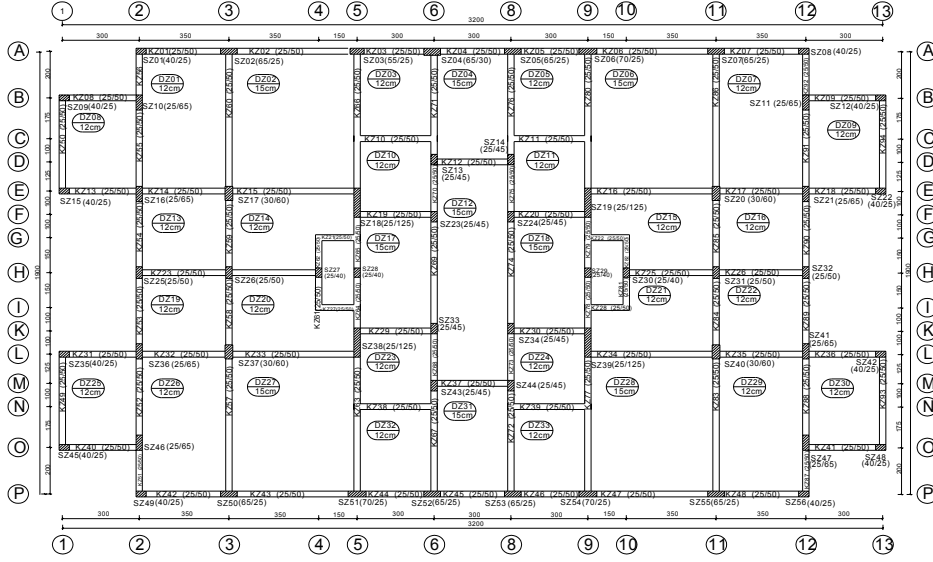
1. Tip Binalar: 1. tip binalar, zemin kat planı şekil 1. de verilen planda simetrik, ortogonal akslar üzerine kurulu düzgün taşıyıcı sisteme sahip 5, 7 ve 9 kattan oluşmakta ve taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R=8$ dir.



Şekil 1. Tip 1 bina zemin kat kalıp planı

2. Tip Binalar: 2. tip binalar, mimari gereksinimlere göre konut tasarımında çoğu zaman ortaya çıkan karmaşık planlı, açık çerçeve özelliği gösteren tamamen çerçeve (Şekil 2) ve çekirdek bölgesinde perde bulunan çerçeve 5, 7 ve 9 katlı olmak üzere toplam 6 ayrı binaları kapsamaktadır. Deprem yüklerin hesabında tamamen çerçeve olan binada $R=8$, perde+çerçeve olan binalarda ise $R=7$ alınmıştır.

Betonarme Yapıların Projelendirilmesinde Beton Sınıfı Değişiminin İncelenmesi



Şekil 2. Tip 2 çerçevesi bina zemin kat kalıp planı

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çok sayıda proje hesaplamaları yukarıda belirtilen tipteki binalar için gerçekleştirilmiştir. Sonuçlardan beton sınıfı değişiminin yapının 1. doğal periyoda, tasarım deprem yüküne, kullanılacak beton ve donatı miktarına etkisinin belirlenmesi esas alınmıştır. Yapılan proje hesap sonuçlarına göre tip 1 düzenli yapı sistemi tablo 1. de, tip 2 tamamen çerçevesi sistem tablo 2. de ve tip 2 çekirdek bölgesinde perde bulunan sistem tablo 3. de C25 ve C30 beton sınıflarının C20 beton sınıfına göre 1. doğal periyot, tasarım deprem yükü, donatı miktarı ve beton miktarındaki değişimleri verilmiştir.

Tablo 1. Tip 1 yapı sistemi için değişim yüzdeleri (%)

Kat Sayısı	Beton Sınıfı Değişimi	1.Doğal Periyot	Tasarım Deprem Yükü	Donatı Miktarı	Beton Miktarı
5	C25/C20	0.65%	-0.52%	-0.07%	-1.24%
	C30/C20	1.08%	-0.43%	-2.34%	-1.88%
7	C25/C20	1.80%	-3.43%	-3.01%	-1.55%
	C30/C20	2.70%	-5.01%	-4.54%	-2.71%
9	C25/C20	3.27%	-3.66%	-1.96%	-2.23%
	C30/C20	3.17%	-4.64%	-5.23%	-3.10%

Tablo 2. Tip 2 tamamen çerçevesi yapı sistemi için değişim yüzdeleri(%)

Kat Sayısı	Beton Sınıfı Değişimi	1.Doğal Periyot	Tasarım Deprem Yükü	Donatı Miktarı	Beton Miktarı
5	C25/C20	13.51%	-1.18%	-4.17%	-4.54%
	C30/C20	12.79%	-1.24%	-4.47%	-4.99%
7	C25/C20	13.20%	-10.95%	-8.34%	-5.82%
	C30/C20	14.26%	-11.93%	-9.80%	-6.72%
9	C25/C20	12.39%	-10.99%	-10.10%	-6.59%
	C30/C20	14.87%	-12.80%	-12.41%	-7.84%

Tablo 3. Tip 2 çekirdek bölgesinde perde bulunan yapı sistemi için değişim yüzdeleri(%)

Kat Sayısı	Beton Sınıfı Değişimi	1.Doğal Periyot	Tasarım Deprem Yükü	Donatı Miktarı	Beton Miktarı
5	C25/C20	2.43%	-0.33%	-1.11%	-1.33%
	C30/C20	4.98%	-0.46%	1.29%	-2.23%
7	C25/C20	8.61%	-1.52%	-2.82%	-2.95%
	C30/C20	12.29%	-4.35%	-3.32%	-4.59%
9	C25/C20	4.53%	-4.35%	-5.48%	-3.13%
	C30/C20	13.27%	-10.99%	-4.69%	-6.34%

Çeşitli tip ve taşıyıcı sisteme sahip binaların projelendirilmesinde beton sınıfının yükselmesi sonucu yapıların kolonları daha narin kesitlere sahip olduğundan 1.doğal periyot değerlerinde artışlar meydana gelmektedir. 1.doğal periyodun artışına bağlı olarak spektrum katsayısında ve narin kolon kesitlerine bağlı yapı ağırlığında düşmeler dolayısıyla binalara gelecek tasarım deprem yükünde azalmalar görülmektedir. Deprem yükleri altında bileşik eğilme etkisinde olan kolonlarda tasarım deprem yükünde azalma, kesitleri daha narin boyutlandırmakta, bunun sonucu olarak da donatı ve beton miktarlarında azalma ortaya çıkmaktadır. Donatı ve beton miktarlarında azalma oranları yaklaşık yapıya gelen tasarım deprem yükündeki azalma oranına paralel olmaktadır. Beton sınıfı C30 olması ve 7 kat ve daha yüksek binalarda değişim etkisi oldukça önemli mertebede olmaktadır. Projelerin C20 beton sınıfı yerine C30 sınıfı beton sınıfına göre çözülmesi halinde donatı ve beton miktarlarında sağlanan ekonomi, beton sınıfının değiştirilmesinden kaynaklanan maliyet artışını dengelemekte, hatta toplam maliyeti azaltabilmektedir. Beton kalitesinin yükseltilmesi ekonominin yanında ayrıca betonun geçirimsizliğini artırarak donatının korozyonu önlemekte ve dayanıklılığı sağlamaktadır. Bu nedenle DBYBHY 3.2.5.1. maddesinde verilen C20 beton sınıflarının deprem bölgelerindeki yapılar için en az C25 sınıfına yükseltilmesi hem taşıma gücü açısından narin kesitler elde edilmesi, hem de yapının ekonomikliği ve dayanıklılığı bakımından gereklidir. Günümüzde hazır beton kullanımı ile C25 ve C30 beton üretimi teknik ve ekonomik açıdan ilave zorluklar getirmemektedir. Bununla birlikte, betonarme proje hesabında belirtilen beton sınıfının sağlanması için ülke çapında hazır beton kullanılmasının tüm yapılarda zorunlu olması, gerekli denetimlerin, bakım ve kür koşullarının standartlarda öngörüldüğü şekilde

Betonarme Yapıların Projelendirilmesinde Beton Sınıfı Değişiminin İncelenmesi

yapılması gereklidir. Şayet proje dayanım sınıfından daha düşük beton üretilmesi taşıyıcı sistem elemanlarından özellikle yatay yükler(deprem ve rüzgar) nedeniyle bileşik eğilme etkisinde olan betonarme kolonlarda taşıma gücünde önemli mertebede kayıplar ortaya çıkaracaktır.

Kaynaklar

- [1] Eren, İ., Çeşitli Sınıflardaki Beton ve Çelik Kalitelerinin Yapı Tasarımına Etkisi, TMMOB İnşaat Müh. Odası, İstanbul Şubesi, Eğitim Semineri, (www.imoistanbul.org.tr) İstanbul.
- [2] Akman, S., Yapı Malzemeleri, İTÜ İnşaat Fak. Matbaası, İstanbul, 1990.
- [3] Karaesmen, E., Erkay C., Beton Basınç Mukavemetindeki Değişikliklerin Yapı Maliyetine ve Kalitesine Etkileri, Türkiye Hazır Beton Birliği Araştırma Projesi, İstanbul, 1998.
- [4] Özkan, Ö., Çeşitli Sınıflardaki Beton Dayanımlarının Yapı Maliyetine Etkisi, THBB Beton 2004 Kongresi, İstanbul, 2004.
- [5] Celep, Z., Kumbasar, N., Betonarme Yapılar, Sema Matbaacılık, İstanbul, 1998.
- [6] TS 500, Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara, 2000.
- [7] DBYBHY, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara, 2007.