

*** EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİ KULLANILARAK BİNALARDA
DEPREM PERDESİ ETKİLERİNİN DEPREM BÖLGELERİNDE YAPILACAK
BİNALAR HAKKINDA YÖNETMELİK-2007'YE GÖRE İNCELENMESİ¹**

*Effects Of Earthquake On Buildings Using Equivalent Lateral Load Method
Specification For Buildings To Be Built In Earthquake Areas -2007
Investigation By*

Salim URTİMÜR
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

H. Murat ARSLAN
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik, 06/03/2007 tarih ve 26454 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Yönetmelikte, yapı düzensizlikleri göz önüne alınarak yapıların deprem hesabının 3 boyutlu olarak yapılması istenmektedir.

Yapı düzensizlikleri planda düzensizlik ve düşey doğrultuda düzensizlik olarak 2 ana gruba ayrılmıştır. (A1) burulma düzensizliği, (A2) döşeme süreksizliği, (A3) planda çıkıntıların bulunması, (B1) zayıf kat düzensizliği, (B2) yumuşak kat düzensizliği ve (B3) taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği durumlarıdır.

Bu çalışmada Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik-2007 (DBYBHY-2007) irdelenmekte ve perdeli yapılarda perde yerleşimin etkisi incelenmektedir. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik-2007 (DBYBHY-2007) önerilen eşdeğer deprem yükü yöntemine bağlı kalarak rijit diyafram modeli ve kabuk modeli kullanılmıştır. Tüm örneklerin analizi için SAP2000 paket programı kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi, Deprem.

ABSTRACT

Specification for Buildings to be Built in Earthquake Areas - 2007 (DBYBHY-2007) was published in 06/03/ 2007 in the official gazette was come into. Earthquake calculations of the structure cosidering structural irregularities have been ruled by modelling the structures as 3 dimensional frames.

Structural irregularities are assembled in two main groups. Irregularities in the plan include are torsional irregularity (A1), the irregularity related to floor in which there are big hole or abrupt reductions in the stiffness (A2), the irregularity related to large projections in the plan (A3), vertical irregularities are weak storey (B1), soft storey (B2), and the irregularities caused by the discontinuity of vertical structural elements (B3).

*Yüksek Lisans Tezi-MSc. Thesis

In this study, Specification for Buildings to be Built in Earthquake Areas-2007 (DBYBHY-2007) has been studied, and the effect of shear wall location in the earthquake analysis are examined. The equivalent earthquake load method offered by Turkish Earthquake Code is used to solve the structure by SAP2000 software.

Key Words: Equivalent Lateral Load Method, Earthquake.

GİRİŞ

Ülkemiz topraklarının, nüfusunun, sanayinin ve barajların %90'dan büyük bölümü deprem bölgeleri içerisinde bulunmaktadır. Önceden tahmin edilmesi ve önlenmesi olanaksız olan depremler çoğunlukla can ve mal kaybına sebep olmaktadır. Depremlerin oluşturacağı yapısal hasarları en aza indirmek ve can kaybını önlemek amacıyla gelişmiş ülkelerde çeşitli önlemlere başvurulmaktadır. Deprem afetine karşı yapılacak en etkili davranış biçimi, kuşkusuz, depreme dayanıklı yapılar yapılmasıdır. Yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçlar ve tasarımcıların yaptığı öneriler ışığında, depreme dayanıklı tasarım konusunda kayda değer gelişmeler sağlanmıştır. Bu tür sonuçların uygulamaya aktarılmasını sağlamak amacıyla deprem yönetmelikleri oluşturulmuştur. Depreme dayanıklı yapılar yapılması konusunda en belirleyici hususların başında deprem yönetmelikleri gelmektedir.

1975 yılından bu yana ülkemizde uygulanmakta olan deprem yönetmeliği 23 yıl gibi çok uzun bir süreden sonra yenilenerek 1 Ocak 1998 yılında yeniden yürürlüğe girmiştir. 1975 yönetmeliği 1960'lı yılların teknolojisini ve araştırma sonuçlarını yansıtmaktaydı. 1998 yönetmeliğinin 1991'de hazırlanmış olduğu düşünülürse 1980'li yılların teknolojisi ve araştırma sonuçlarını yansıtmaktadır. Gelişmiş ülkeler yönetmeliklerini periyodik şekilde yenilemektedirler. Böylece deprem mühendisliği konusunda ulaşılan son gelişmeler periyodik bir şekilde uygulamaya geçirilmiş olmaktadır. Deprem yönetmeliğinde yapılan son değişiklik 2007 yılında yapılmış, yönetmeliğin adı Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik olarak değiştirilmiş ve düzensizlik tanımları tekrar yapılmıştır.

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliğinde düzensiz binalar planda düzensiz ve düşey doğrultuda düzensiz binalar olmak üzere iki gruba ayrılmıştır.

Bu tezin kapsamında, özellikle bina hesaplarında kullanılan, SAP2000 gibi dünya literatüründe kabul edilmiş yapı analiz programı kullanılarak eşdeğer deprem yükü yöntemi ile perde kalınlığının, perde konumunun ve perde adedinin bina davranışına etkileri Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik-2007 (DBYBHY-2007)'de verilen ölçütlere göre incelenecektir.

MATERYAL ve METOD

Materyal

Bu çalışmada Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007) önerilen Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kullanılarak ETABS paket programı ile çözümler yapılmaktadır.

Deprem perdeleri yapıların yatay yüklerin doğurduğu deplasmanları azaltmak ve taban momentini küçültmek için kullanılır. Ancak, pencere kapı boşlukları bu perdelerin etkinliğini azaltır. Bu azaltmayı bir dereceye kadar engellemek için ortaya çıkan boşluklu perdeler yükseklik boyunca ara ara güçlendirici kirisler konulur. Uygulamada binalarda çok sıra boşluk bırakmak gerektiğinden deprem perdeleri oldukça zayıflamaktadır. Bu durumda kaç adet güçlendirici kiris gerektiği, kirislerin konumu ve sıralı boşluk sayısının belirlenmesi önemli bir çalışmadır. Güçlendirilmiş boşluklu perdelerin bulunduğu yapıların Esdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile analizinin yapıldığı bu çalışmada, TDY-98 de belirtilen düzensizliklerin ve yan deplasmanların değişimleri incelenmiştir.

Bosluklu perdeli yapılarda güçlendirici kirisin DBYBHY-2007'deki yapı düzensizliklerine etkisi, güçlendirici kiris konumu ve sayısı değiştirilerek bina içindeki perdeler yerleştirilerek ve her farklı durum için 3 boyutlu bina analizi yapılarak belirlenmiştir. Bina analizinde SAP2000 paket programı ile çözüm yapılmıştır. Perdeler sonlu elemanlar yöntemi ile modellenmiştir. Binanın deprem analizinde Esdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar çizelge ve grafiklerle karşılaştırılmış, güçlendirici kiris konumunun düzensizliklere etkisi gözlenmiştir.

Esdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulanacağı tüm binalar için taşıyıcı sisteminde deprem perdeleri bulunan binalar SAP2000 paket programı ile modellenmiştir. Binanın rijit temele oturduğu aynı zamanda kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı kabul edilmiştir. Bu kabule göre hesaplanan fiktif yükler kat kütle merkezine etkilerek SAP2000 ile üç boyutlu analizi yapılmıştır. Elde edilen birim deplasmanlar ile binanın birinci doğal titreşim periyodu Rayleigh Oranı ile hesaplanmıştır. Bu analiz deprem perdeleri arasına yerleştirilen güçlendirici kirislerin konumları yer değiştirdikçe tekrarlanarak güçlendirici kiris konumuna bağlı olarak değişen birinci titreşim periyotları elde edilmiştir. Bu periyotlar sayesinde hesaplanan gerçek kuvvetler her bir güçlendirici kiris konumu için farklı değerler olup ± 5 eksantrisite ile Master Noktası'na etkilip binanın köşe noktalarının gerçek deplasmanları hesaplanır. Bulunan bu deplasmanlar ile binada A1 Burulma Düzensizliği, Görelî Kat Ötelemeleri, İkinci Mertebe Etkileri Kontrolü yapılarak güçlendirici kirisin en iyi yapısal davranışı gösterdiği konumlar belirlenmiştir.

Metod

Bu tezde alınan uygulamaların tamamı, SAP2000 paket programı ile çözülmüştür. Tezde perde yerleşiminin düzensizliğe etkisi uygulamalarında Rijit Diyafram Modeli kullanılmıştır.

Tezin hazırlanmasının temel amacı, Türk Deprem Yönetmeliği'nin analiz bakımından uygulamaları göstermek olduğundan; ele alınan tüm örnekler tek bir deprem yönü ve iki eksenin sadece pozitif eksantrisiteleri için açıklanmaktadır.

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007 de belirtilen A1 türü burulma düzensizliği durumuna uygun örnekler ele alınmıştır. Örneklerde rijit diyafram modeli uygulanmış, eşdeğer deprem yükü yöntemi ile çözüm yapılmıştır. Ayrıca yapıların değişik yerlerine perdeler yerleştirilerek yapıların perdeli durumları incelenmiştir. Bütün çözümler SAP2000 yapı analiz programı ile yapılmıştır.

SAP2000'DE ÜÇ BOYUTLU ANALİZ

Rijit Diyafram Modeli

Rijit diyafram kabulünde döşemelerin düzlemi içinde sonsuz rijit olduğu yani şekil değiştirmedeği kabul edilir. Ayrıca kirişler rijit diyafram içinde kaldığından dolayı bu elemanlarda da eksenel deformasyon meydana gelmemektedir. Bu kabul bazı kolaylıklar getirmektedir. Bunlar;

1. Döşeme diyaframları dış yükler altında rijit cisim hareketi yapacağından kat kütleleri, bu diyaframın kütle merkezinde tanımlanabilmektedir.
2. Bilinmeyen sayısı büyük ölçüde azalacağından, çözüm kolaylaşmaktadır.
3. Döşemelerin varlığının hesaba katılması sağlanmaktadır. Aksi takdirde döşemelerin üç boyutlu kabuk eleman kullanılarak sonlu elemanlar yöntemi ile sisteme dâhil edilmesi gerekmektedir.

SAP2000 de Analiz

Sistem Modelinin Oluşturulması

Bu ilk aşamada ya doğrudan veya SAP2000 içinde bulunan şablon sistemler kullanılarak,

- Kiriş, kolon v.b. çubuk elemanlar,
- Perde duvar, döşeme, kabuk gibi yapı bölümlerini temsil eden sonlu elemanlar,
- Düğüm noktalarında veya mesnetlerde elastik lineer olmayan birleşimler veya yaylar,
- Çeşitli tipte mesnetler tanımlanarak sistem modeli oluşturulur.

Malzeme Özelliklerinin Tanımlanması

SAP2000 içersinde standart olarak, tüm özellikleri ile tanımlanmış olan beton (Conc) ve çelik (Stell) malzemeleri mevcuttur. Bunların dışında istenilen malzeme özelliklerinde yeni malzeme türleri de tanımlanıp kullanılabilir. Seçilen veya tanımlanan malzeme türleri, kesit tanımlama sırasında kullanılacaktır.

Kesit Özelliklerinin Tanımlanması

Çeşitli kesit tipleri ayrı kütükler içinde verilmiş bulunmaktadır. Burada istenilen kesitte elemanlar tanımlanabilmektedir. Seçilen ve tanımlanan kesitler sistem elemanlarına atanmaktadır.

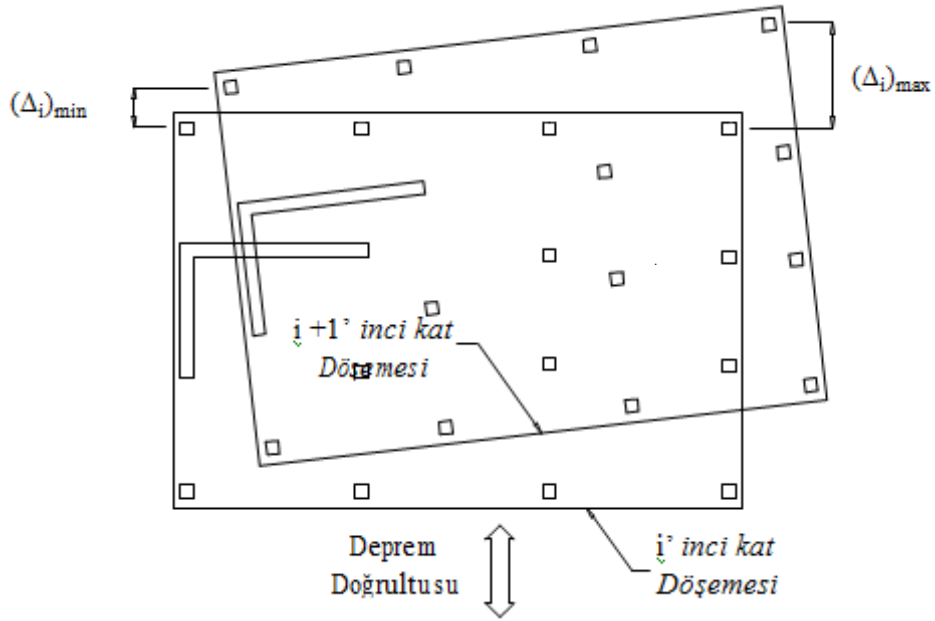
Yüklerin Tanımlanması

Tekil, düzgün yayılı, üçgen yayılı veya yamuk yüklerle sıcaklık değişimleri tanımlanıp düğüm noktalarına çubuklara veya sonlu elemanlara atanabilmektedir. Ayrıca sabit, hareketli, rüzgâr, deprem v.b. değişik yüklemeler tanımlanabileceği gibi, bunlar süper pozisyon katsayıları ile çarpılarak yükleme kombinasyonları oluşturulabilir.

Analiz (Çözüm)

Sistem modeli, malzeme, kesit özellikleri ve yüklemeler tanımlandıktan sonra analiz (Çözüm) yapılır. Çözüm sonuçları SAP2000 ekranında görüntülenebilmektedir. Bu görüntü üzerinde istenen her türlü ayrıntı ayrıca görüntülenip incelenebilir. İstenilirse çözüm sonuçları bir dosyaya yazdırılabilir ve çıktısı alınabilir.

(A1) Burulma Düzensizliği



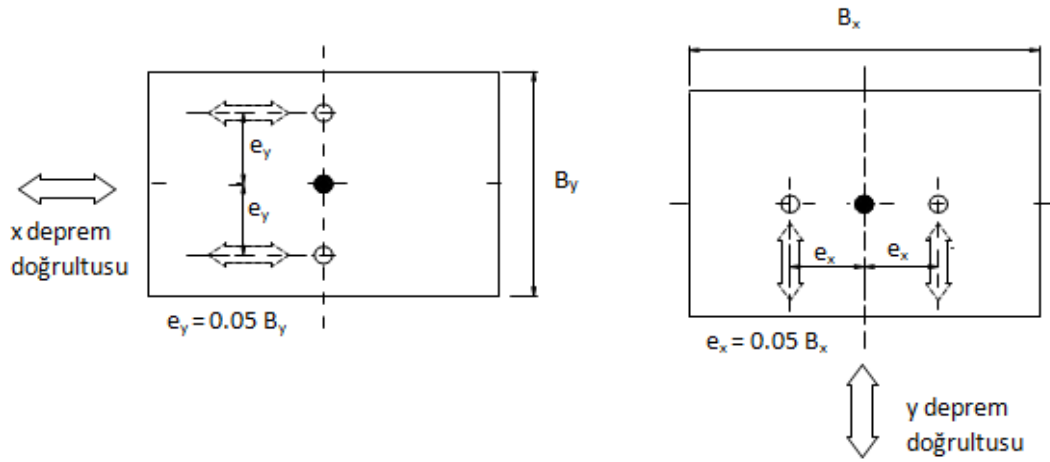
Şekil 1 (A1) Burulma Düzensizliği

Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda $(D_i)_{ort} = 1/2[(D_i)_{max} + (D_i)_{min}]$

Burulma düzensizliği katsayısı : $\eta_{bi} = (D_i)_{max} / (D_i)_{ort}$

Burulma düzensizliği durumu : $\eta_{bi} > 1.2$

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden katsayıya burulma düzensizliği katsayısı η_{bi} denilmektedir. Kat deplasmanları ve buna bağılı olan görelî kat ötelemeleri, deprem yüklerinin \pm % 5 eksantrik olarak yapıya etkilemesiyle belirlenmelidir.



Şekil 2. Kaydırılmış Kütle Merkezi

$1.2 \leq \eta_{bi} \leq 2$ ise eksantrisite değerleri, her iki doğrultu için D büyütme katsayısı ile çarpılarak büyütülmeli ve analiz yeniden yapılmalıdır. D_i büyütme katsayısı:

$$D_i = (\eta_{bi} / 1.2)^2$$

$\eta_{bi} \geq 2$ ise dinamik analiz yapılması zorunludur.

Görelî Kat Ötelemelerin Kontrolü

Herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yer değiştirme farkını ifade eden *azaltılmış görelî kat ötelemesi* (D_i) ile ifade edilmektedir.

$$D_i = d_i - d_{i-1}$$

d_i ve d_{i-1} , her bir deprem doğrultusu için binanın i ' inci ve $(i-1)$ ' inci

katlarında herhangi bir kolon veya perdenin uçlarında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yatay yer değiştirmeleri göstermektedir. Her bir deprem doğrultusu için, binanın i ' inci katındaki kolon veya perdeler için *etkin görelî kat ötelemesi* δ_i ile ifade edilmektedir.

$$\delta_i = R \Delta_i$$

Her bir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir i ' inci katındaki kolon veya perdelerde, hesaplanan δ_i etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri $(\delta_i)_{\max}$ verilen koşulu sağlayacaktır.

$$\frac{(\delta_i)_{\max}}{h_i} \leq 0.02$$

Koşulun binanın herhangi bir katında sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği artırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır. Ancak verilen koşul sağlansa bile, yapısal olmayan gevrek elemanların (cephe elemanları vb) etkin görelî kat ötelemeleri altında kullanılabilirliği hesapla doğrulanacaktır.

İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

Taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal elastik olmayan davranışını esas alan daha kesin bir hesap yapılmadıkça, ikinci mertebe etkileri yaklaşık olarak aşağıdaki şekilde göz önüne alınabilir:

Göz önüne alınan deprem doğrultusunda her bir katta, *İkinci Mertebe Gösterge Değeri*, q_i 'nin verilen koşulu sağlaması durumunda, ikinci mertebe etkileri yürürlükteki betonarme ve çelik yapı yönetmeliklerine göre değerlendirilecektir. Koşulun herhangi bir katta sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği yeterli ölçüde artırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır.

Rijit Diyafram Modeli

Rijit kabulünün hesaplarda getirdiği kolaylıklar aşağıdaki gibi sıralanmıştır;

- Döşeme diyaframları dış yükler altında bir " rijit cisim " hareketi yapacağından, kat kütleleri bu diyaframın kütle merkezinde tanımlanabilmektedir.
- Bilinmeyen sayısı büyük ölçüde azalacağından, çözüm kolaylaşmaktadır.
- Döşemelerin varlığının hesaba katılması sağlanmaktadır. Aksi takdirde döşemelerin üç boyutlu kabuk elemanı kullanılarak sonlu elemanlar yöntemi ile sisteme dahil edilmesi gerekmektedir.
-

Döşemeleri Rijit Diyafram Olarak Çalışmayan Yapılar

Yapıda döşeme süreksizliklerinin bulunması ve planda çıkıntıların

bulunması (A2,A3 düzensizlikleri) halinde rijit diyafram modeli yanlış sonuçlar verebilmektedir. Bu durumda döşemenin düzlem içi davranışının göz önüne alınması gerekmektedir.

İzlenecek yol, döşemenin yeterli sayıda üç boyutlu kabuk elemanlara bölünerek oluşturulacak sonlu elemanlar modelinin statik veya dinamik analizinin yapılmasıdır. Modelde kat kütlelerinin döşeme düğüm noktalarına uygun bir tarzda dağıtılması gerekmektedir.

SAYISAL UYGULAMA

Yapı Elemanı Boyutları:

Tüm Kolonlar	: 60 cm x 60 cm
Tüm Kirişler	: 50 cm x 25 cm
Kat Yüksekliği	: 3.5 m
Perde Kalınlığı	: 20 cm

Bina Bilgileri:

Kat sayısı: 5

Bodrum kat sayısı: -

Bina önem katsayısı: I=1

Taşıyıcı sistem türü: Yerinde dökme betonarme çerçeve sistem.

Possion Oranı: 0.15

Elastisite modülü: 2850000 ton/m²

Deprem Bilgileri:

Deprem Bölgesi: 1. Bölge

Etkin Yer İvmesi Katsayısı: A₀= 0.4

Yerel Zemin Sınıfı: Z3

Spektrum Karakteristik Periyotları: T_A= 0.15 sn, T_B= 0.60 sn

Hareketli Yük Katılım Katsayısı: n= 0.3

Taşıyıcı Sistem Davranışı Katsayısı: R= 8

Perdeli Sistemler İçin Taşıyıcı Sistem Davranışı Katsayısı: R= 7

Kullanılan Program: SAP2000

Seçilen Yöntem: Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

Sonuç

Bu çalışmada, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Rijit Diyafram modelinin uygulandığı 5. bölümdeki perdeli ve perdesiz yapılar, SAP2000 paket programı kullanılarak ve perdeler kabuk elemanı ile modellenerek incelemeler yapılmıştır. İncelemeler sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Perdeler yapının kütle merkezinden uzaklaştıkça, yapı emniyeti de artmış ve daha iyi sonuçlar alındığı gözlemlenmiştir.
2. Perdeleri simetrik olarak yerleştirilmiş yapıların, perdesiz veya perdeleri simetrik olarak yerleştirilmemiş olan yapılardan daha emniyetli olduğu

ve depreme karşı daha dayanıklı olduğu gözlemlenmiştir.

3. Perdeleri simetrik yerleştirilmiş yapılar arasında, deprem yönüne paralel olarak yerleştirilmiş perdeleri olan yapıların diğerlerine göre depreme daha dayanıklı olduğu ve daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.
4. Perdeler deprem yönüne dik olarak yerleştirilmiş ise, aynı uzunluktaki perdelerin aynı doğrultuda yer değiştirmesinin sonucu çok değiştirmedeği gözlemlenmiştir.

Bu nedenle yapılarda perdelerin, yapının kütle merkezinden uzakta, simetrik ve depremin hangi yönden geleceği belli olmadığından her iki eksen doğrultusunda yerleştirilmesi önerilmektedir.

Kaynaklar

- AYDINALEV, F., 2000. Çok Katlı Yapıların Yeni Deprem Yönetmeliği (TDY'98)'ne Göre Analizi ve Yapı Düzensizliklerinin İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- AYDINOĞLU, M. N., 1997, "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" İle İlgili Eğitim Programı, İnşaat Mühendisleri Odası, Ankara.
- BİLİR, H., 2004. Yeni Deprem Yönetmeliğine Göre Betonarme Yapıların Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- DUMAN, M., 2000. STA4-CAD Hazır Programının Yeni Deprem Yönetmeliği (TDY'98) Bakımından İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- DÜNDAR, C., KIRAL, E., TANRIKULU, K. ve TOKGÖZ, S., 1998. Yeni Deprem Yönetmeliğine Göre Bina Analiz ve Tasarımı, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Adana Şubesi, Adana 102s.
- EVCİL, E., 2005. Yeni Deprem Yönetmeliğine (TDY98) Göre Düzensizliklerin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- GÜLLÜ, E., 2004, Yapıların Deprem Yönetmeliğine Göre Hesabında Perde Yerleşiminin Etkisi ve A2 Düzensizlik Durumunun İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- GÜZELDAĞ, S., 2001. Yeni Deprem Yönetmeliğinin (TDY98) SAP2000 ve ANSYS Programları ile İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- KIRAL, E., YERLİ, H.R., TEMEL, B. ve ÖZDEMİR, E., 2000, Yeni Deprem Yönetmeliğinin Analiz Bakımından Uygulamaları, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Adana Şubesi, Adana 114 s.
- MACİT, F.K., 2000. Asal Eksenleri Deprem Doğrultularına Paralel Olmayan Taşıyıcı Sistem Elemanlarına İlişkin Büyüklüklerin Düzeltilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- MAVRUK, M., 2006. Boşluklu Perdeli Yapıların Yeni Deprem Yönetmeliği'ne (TDY98) Göre İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- ÖZDEMİR, E., 1999, Yeni TDY98'in ANSYS İle İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- ÖZMEN, G., ORAKDÖĞEN, E. ve DARILMAZ, K., 2002, Örneklerle SAP2000,

Birsen Yayınevi, İstanbul.

SAP2000, 2002. Integrated Software for Structural Analysis and Design, Version 8.0, Computers and Structures, Inc., Berkeley, California, USA.

TMMOB İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI, 1998, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, İzmir, 85 s.

TMMOB İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI, 2007, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, İstanbul, 166s.