

**\*TÜRK DEPREM YÖNETMELİĞİ-1998 (TDY-98) İLE DEPREM BÖLGELERİNDE  
YAPILACAK BİNALAR HAKKINDA YÖNETMELİK-2007(DBYBHY-2007)  
KARŞILAŞTIRILMASI<sup>1</sup>**

*A Comparison Of 1998 Turkish Earthquake Regulations (TDY-98) And 2007  
Regulations About The Buildings That Will Be Constructed On Earthquake  
Areas (DBYBHY-2007)*

Zekiye Aysu TAŞAN  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

H. Murat ARSLAN  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

**ÖZET**

Bu çalışmada birbirinden farklı özellikteki yapıların SAP2000 programı kullanılarak Mod Birleştirme Yöntemi ile analizi yapılmıştır. 1998 yılı Türk Deprem Yönetmeliği (TDY-98) ve 2007 yılı Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007)'nin öngördüğü şekilde düzensizlik ve deprem kontrolleri yapılarak iki yönetmelik arasındaki karşılaştırma sağlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** DBYBHY-2007, TDY-98, Düzensizlik Kontrolleri,  
Mod Birleştirme Yöntemi

**ABSTRACT**

In this study, the buildings which have different features from each other have been analyzed by SAP2000 program using Mode Superposition Method. By making controls of the irregularities and the earthquake, the comparisons between the two regulations have been made due form of the Turkish Earthquake Regulations in 1998 and Regulations About the Buildings That Will Be Constructed on the Earthquake Areas in 2007.

**Key Words:** DBYBHY-2007, TDY-98, Irregularity Controls, Mode Superposition Method.

**GİRİŞ**

Depremler genellikle yer kabuğunda soğuma veya çeşitli etkilerden açığa çıkan şekil değiştirme enerjisinin ani olarak ortaya çıkmasıyla oluşur. Deprem yapıda oluşturduğu hasar ise zemin hakim periyodu ile yapının doğal periyodunun yakınlığı ile ilgilidir. Zemin hakim periyodu ile yapının doğal periyodu kesinlikle çakışmamalıdır.

Yapıların deprem hesabı yapılırken çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanı Yöntem'leridir.

---

\*Yüksek Lisans Tezi-MSc. Thesis

## **MATERYAL ve METOD**

### **Materyal**

Günümüzde, yapıların projelendirilmesi aşamasında, sistemin modellenmesi, analizi ve boyutlandırılması için çeşitli paket programlar kullanılmaktadır. Bu çalışmada SAP2000 (V.10) analiz ve tasarım programı kullanılmıştır.

SAP2000 programı, yapı sistemi modellerinin geliştirilmesi, analizi ve boyutlandırılması için kullanılan genel amaçlı bir programdır. Program Windows ortamında çalışmakta ve tüm işlemler özel *Grafik Kullanıcı Arayüzü* (Graphical User Interface) yardımı ile SAP2000 ekranı üzerinde gerçekleştirilmektedir. Endüstriyel yapılar, köprüler, enerji iletim hatları kuleleri, kablolu yapılar, kablolu anten direkleri, bacalar, soğutma kuleleri, makina temelleri, spor tesisleri, kazık temelli yapılar, barajlar, petrol tankları, kıyı ve açık deniz yapıları, blok temeller gibi ekstrem bir çok yapı modellenebilmektedir.

Herhangi bir yapı sisteminin SAP2000 yardımı ile analiz ve boyutlandırılmasında, genel olarak aşağıdaki yol izlenmektedir :

a) Sistem Modelinin oluşturulması: Bu ilk aşamada, ya doğrudan doğruya veya SAP2000 içinde bulunan *Şablon* (Template) sistemler kullanılarak,

- Giriş, kolon v.b. çubuk elemanlar,
- Duvar, döşeme, kabuk gibi yapı bölümlerini temsil eden sonlu elemanlar,
- Düğüm noktalarında veya mesnetlerde elastik veya lineer olmayan birleşimler veya yaylar,
- Çeşitli tipte mesnetler

tanımlanarak sistem modeli oluşturulur. Bu sırada, çeşitli yapı elemanlarının birleştiği *Düğüm Noktaları* (Joints), Program tarafından otomatik olarak, türetilmektedir. Bazı durumlarda, ele alınan sistemin önce küçük (veya kaba) bir bölümü oluşturulur. Daha sonra SAP2000'in Copy, Paste, Replicate, Mesh Areas gibi olanaklarından yararlanarak sistem tamamlanır.

b) Malzeme Özelliklerinin Tanımlanması: SAP2000 içinde standart olarak, tüm özellikleri ile tanımlanmış olan Beton (CONC), Çelik (STEEL) ve Alüminyum (ALUM) malzemeleri mevcuttur. İstenirse bu malzeme türlerine ait özelliklerin bazıları veya tümü değiştirilebileceği gibi, yeni malzeme türleri de tanımlanıp kullanılabilir. Seçilen veya tanımlanan malzeme türleri, kesit tanımlaması sırasında kullanılmaktadır.

c) Kesit Özelliklerinin Tanımlanması: Çeşitli kesit tipleri ayrı kütükler içinde verilmiş bulunmaktadır. Özellikle çelik yapılarda bu kesit tipleri, doğrudan doğruya veya bazı özellikleri değiştirilerek kullanılabilen gibi, istenen türde kesit tanımlamak için, pek çok seçenek vardır. Seçilen veya tanımlanan kesitler sistem elemanlarına atanmaktadır.

d) Yüklerin Tanımlanması: Tekil, yayılı, üçgen veya yamuk yüklerle sıcaklık değişimleri tanımlanıp düğüm noktalarına, çubuklara veya sonlu elemanlara atanabilmektedir. Ayrıca, kütle ve spektrum diyagramları tanımlandıktan sonra, mod birleştirme yöntemi ile Dinamik Hesap da yapılabilir.

Çok sayıda (Sabit, hareketli, rüzgar, deprem v.b.) değişik yüklemeler tanımlanabileceği gibi, bunlar çeşitli süperpozisyon katsayıları ile çarpılarak *Yükleme Kombinasyonları* da oluşturulabilmektedir.

e) Çözüm (Analiz): Sistem modelinin malzeme, kesit özellikleri ve yüklemeleri ile birlikte tanımlanması bittikten sonra Çözüm (Analiz) yapılır. Çözüm sonuçları da SAP2000 ekranında görüntülenmektedir. Bu görüntü üzerinde istenen her türlü ayrıntı ayrıca görüntülenip incelenebilir. İstenirse, çözüm sonuçları bir kütüğe yazdırılıp orada incelenir veya bastırılabilir.

f) Boyutlandırma: Çözüm işlemi tamamlandıktan sonra, seçilen bir yönetmeliğin kuralları uygulanarak, çelik veya betonarme elemanların boyutlandırmaları da yapılabilmektedir. (Özmen, G.)

### **Metod**

Bu çalışmada SAP2000 yapı analiz ve boyutlandırma programı ile çeşitli örneklerin Mod Birleştirme Yöntemi ile çözümlenerek TDY-98 ve DBYBHY-2007 Deprem Yönetmelikleri'ne göre kıyaslanması yapılacaktır. Kullanılan örneklerin bilimsel çalışmalara elverişli olmasına özen gösterilmiştir. Örneklerde Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi kullanılmamasının amacı, Mod Birleştirme Yöntemi ile elde ettiğimiz taban kesme kuvveti değerini, Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile hesapladığımız taban kesme kuvveti değeri ile karşılaştırabilmektir.

Bu çalışmada SAP2000 V.10 programı ile çözümlenen örneklerin tamamında kat döşemeleri rijit diyafram modeli kullanılarak modellenmiş olup, döşemesiz analiz yapılmıştır.

Tüm örneklerde zemin sınıfı ve deprem bölgesi aynı kabul edilmiştir. (Z2-2.Derece Deprem Bölgesi) Malzeme olarak beton, sınıf olarak C35 tercih edilmiştir.

Tüm örneklerde 1. kat kolon ve perdelerin zemine ankastre bağlandığı kabul edilmiştir. Betonun elastisite modülü C35'e uygun olarak 3365063 kg/cm<sup>2</sup>, Poisson Oranı 0,15 alınmıştır.

Mod Birleştirme Yöntemi'ne göre, öncelikle ağırlık merkezlerine, birbirine dik doğrultuda serbestlik derecesi ile dönme serbestlik derecesi etkililmektedir. Böylece yapının periyotları hesaplanarak, spectrum analizi yapılmıştır. Bu analiz her iki deprem doğrultusunda (X-Y) ve  $\pm 5\%$  kaydırılmış kütle merkezlerine etkililerek deplasmanlar elde edilmiştir. Sonrasında bulunan deplasmanlara göre, yönetmeliklerde istenilen düzensizlik kontrolleri yapılmıştır.

### **ARAŞTIRMA BULGULARI VE SONUÇLAR**

Bu bölümde yapı analizinde Mod Birleştirme Yöntemi kullanılmıştır.

Mod birleştirme yönteminde, maksimum iç kuvvetler, yerdeğiştirmeler, kesme kuvvetleri ve momentler, yapıda yeterli sayıda doğal titreşim modunun her biri için hesaplanan maksimum katkılarının,

1.Kareleri toplamının karekökü kuralı (SRSS)

2.Tam karesel birleştirme (CQC)

kuralı gibi istatistik yöntemlerle birleştirilmesi ile elde edilir. Toplam etkin kütlelerin %80-90 'ına ulaşıncaya kadar yeterli sayıda mod katkısı hesaba dahil edilmelidir.

Çözümleme sonucunda 3.2.8.5 (DBYBHY-2007)'de ve 4.6.8.5 (TDY-98)'de belirtilen kontrolü gerçekleştirmek amacıyla tüm örneklerde Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile  $V_T$  hesabı yapılmıştır.

Ayrıca bu çalışmada DBYBHY-2007 ve TDY-98 yönetmelikleri kıyaslanacağından, öncelikle bu iki yönetmelik arasındaki farkları bilmemiz gerekmektedir. Buna göre;

1998 yönetmeliğinin yenilenmesinin temel amacı, 1998 yönetmeliği koşullarına uygun olarak yapılmamış mevcut binaların gelecekte maruz kalacakları deprem kuvvetleri altında gösterecekleri performansın değerlendirilmesi ve deprem dayanımı yeterli olmayan binaların güçlendirilmesi ile ilgili kuralların tanımlanmasıdır. Deprem yönetmeliğinin 7. Bölümü bu amaçla hazırlanmıştır.

1998 ve 2007 yönetmeliklerinde hesap farklılıkları da mevcuttur.

- Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nin Uygulanabileceği Binalar :

Tablo 1. TDY-98 Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nin Uygulanabileceği Binalar

| <b>Deprem Bölgesi</b> | <b>Bina Türü</b>   | <b>Toplam Yükseklik Sınırı</b> |
|-----------------------|--|--------------------------------|
| 1, 2                  | A1 türü burulma düzensizliği olmayan, varsa her bir katta $\eta_{bi} < 2.0$ koşulunu sağlayan binalar  | $H_N < 25$ m                   |
| 1, 2                  | A1 türü burulma düzensizliği olmayan, varsa her bir katta $\eta_{bi} < 2.0$ koşulunu sağlayan ve ayrıca B2 türü düzensizliği olmayan binalar | $H_N < 60$ m                   |
| 3, 4                  | Tüm binalar  | $H_N < 75$ m                   |

Tablo 2. DBYBHY-2007 Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nin Uygulanabileceği Binalar

| <b>Deprem Bölgesi</b> | <b>Bina Türü</b>   | <b>Toplam Yükseklik Sınırı</b> |
|-----------------------|--|--------------------------------|
| 1,2                   | Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2,0$ koşulunu sağladığı binalar  | $H_N \leq 25$ m                |
| 1,2                   | Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2,0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğinin olmadığı binalar | $H_N \leq 40$ m                |
| 3,4                   | Tüm binalar  | $H_N \leq 40$ m                |

- $\Delta F_N$  (Ek Eşdeğer Deprem Yükü Hesabı):

TDY-98 için ;  $\Delta F_N = 0.07 T_1 V_T \leq 0.2 V_T$  (1.)

$H_N < 25$  m. ise  $\Delta F_N = 0$  alınmaktadır.

DBYBHY-2007 için;  $\Delta F_N = 0,0075.N.V_t$  (2.)

$H_N$ 'e bağlı olmaksızın tüm binalarda  $\Delta F_N$  en üst kata etkilidir.

- $T_1$  (Birinci Doğal Titreşim Periyodu) Hesabı :

TDY-98 için ;  $H_N \leq 25$  m. için  $T_1$  ampirik formülle hesaplanabilir:

$$T_1 \square T_{1A} = C_T H_N^{3/4}$$

$$C_T = 0.075 / A_t^{1/2} \leq 0.05 \quad \rightarrow \text{Örneklerde } C_T = 0.05 \text{ alınmıştır.}$$

DBYBHY-2007 için;  $H_N$  'e bağlı olmaksızın tüm binalarda  $T_1$  Rayleigh Oranı ile hesaplanmaktadır.

$$T_1 = 2\pi \left[ \frac{\sum_{i=1}^N (m_i \cdot d f_i^2)}{\sum_{i=1}^N (F f_i \cdot d f_i)} \right]^{1/2} \quad (3.)$$

- $V_{IB} < \beta V_t$  kontrolü yapılırken:

TDY-98 için ; A1, B2 veya B3 türü düzensizlerden en az birinin binada bulunması durumunda,  $\beta = 1.00$ , bulunmaması durumunda  $\beta = 0.90$  alınmaktadır.

DBYBHY-2007 için ; A1, B2 veya B3 türü düzensizlerden en az birinin binada bulunması durumunda,  $\beta = 0.90$ , bulunmaması durumunda  $\beta = 0.80$  alınmaktadır.

- Göreli Kat Ötelemeleri kontrolleri açısından :

TDY-98 için ;

$$\frac{(\Delta i)_{max}}{h_i} \leq 0.0035$$

$$\frac{(\Delta i)_{max}}{h_i} \leq 0.02 / R \quad (4.)$$

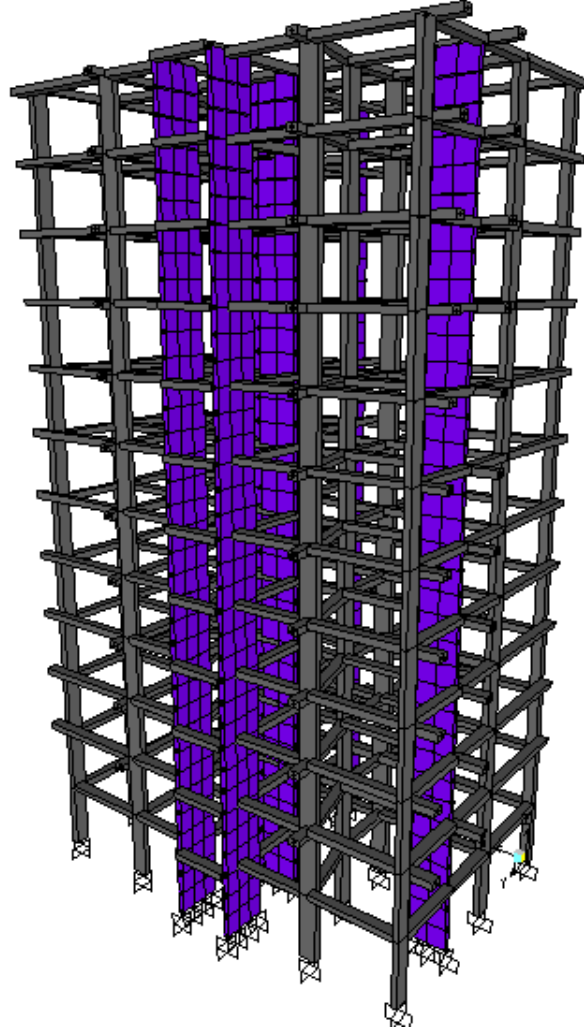
formülleri ile hesaplanır.

DBYBHY-2007 için ;

$$\frac{(\delta_i)_{max}}{h_i} \leq 0.02 \quad (5.)$$

formülü ile hesaplanır.

**Örnek 1**



Şekil 1. Örnek 1 'e Ait Perspektif Görünüş

Bu örneğimiz 12 katlı, düşey taşıyıcı sistemi kolon ve perdelerden oluşan, düzenli taşıyıcı sisteme sahip bir yapıdır. Deprem yönünü Y olarak seçip, +%5 eksantiriste durumunu incelediğimizde, öncelikle bina kat ağırlıkları ve buna bağlı olarak katlara etkiyen fiktif yükler hesaplanır. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kullanarak, binanın birinci doğal titreşim periyodunu hesaplanır. DBYBHY-2007'ye ve TDY-98'e göre;

$$T_1 = 2\pi \left[ \frac{9,6394 * 10^{-6}}{1,7815 * 10^{-4}} \right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow T_1 = 1,4615474 \text{ sn buna bağlı olarak,}$$

$$V_i = \frac{3782,885 * 0,2660}{7} \Rightarrow V_i = 143,75 \text{ ton olarak bulunur.}$$

Bu adım tamamlandıktan sonra Mod Birleştirme Yöntemi kullanılmaktadır.

• Mod Birleştirme Yöntemi uygulanırken rijit diyafram çalıştığı kabul edilen her kat için birbirine dik iki yatay serbestlik derecesi ile kütle merkezinden geçen düşey eksen etrafındaki dönme serbestlik derecesi kullanılır. Bu şekilde hesaplanan her bir deprem yönüne ait kat deprem kuvvetleri her bir katta yapının deprem doğrultusuna dik boyunun  $\pm\%5$ 'i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalarla ve ek bir yükleme olarak kat kütle merkezine uygulanır. Yerel zemin sınıfına ve yapının bulunan her bir doğal periyoduna bağlı olarak Denk. 3.2.'ye göre Spektrum Katsayısı S(T) hesaplanır.

• Binanın her bir modu için hesaplanan Spektrum Katsayıları kullanılarak, Denk.3.1'e göre Spektral İvme Katsayıları  $A(T)$  hesaplanır.

Spektral ivme katsayısının yer çekimi ivmesi g (9.81 m/s<sup>2</sup>) ile çarpılmasından Elastik Spektral İvme Katsayısı  $S_{ae}(T)$  bulunur.

• Taşıyıcı sistem Davranış Katsayısı'na (R) ve binanın her bir doğal periyoduna bağlı olarak Denk.3.3'e göre Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı  $R_a(T)$  hesaplanır.

• Yapının spektrum analizi yapılarak deplasmanlar ve iç kuvvetler bileşenlerine göre her modan gelen maksimum katkılar dikkate alınarak hesaplanır. Spektrum analizi ile hesaplanan değerler Denk. 3.2.8.4'de belirtilen yöntemlerden uygun bir birleştirme yöntemi ile, Karelerin Toplamının Kare Kökü (SRSS) veya Tam Karesel Birleştirme Kuralı (CQC) ile yapı deplasmanları ve eleman uç kuvvetleri bulunur.

• Mod Birleştirme Yöntemi ile hesaplanan iç kuvvet ve yer değiştirme büyüklükleri DBYBHY-2007, 3.2.8.5'deki alt sınır değerlere göre kontrol edilir. Bunun için Mod Birleştirme Yöntemi ile hesaplanan bina toplam deprem yükü ( $V_{TB}$ ) ile Eşdeğer Deprem Yöntemi ile hesaplanan toplam deprem yükü karşılaştırılır. Aşağıda belirtilen  $\beta$  değerine göre  $V_{TB} < \beta V_T$  olması durumunda Mod Birleştirme Yöntemine göre bulunan tüm iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklükleri Denk.3.16'a göre büyütülecektir.

• DBYBHY-2007, Tablo 3.1'de belirtilen planda ve düşey doğrultudaki düzensizlik durumlarına karşı kontroller yapılır. A1, B2 veya B3 türü düzensizliklerin en az birinin yapıda bulunması durumunda  $\beta=0.90$ , bulunmaması durumunda ise  $\beta=0.80$  alınacaktır. 8. adımdan sonra işlemler tekrar edilecektir.

• Göreli kat ötelemelerinin ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü yapılır.

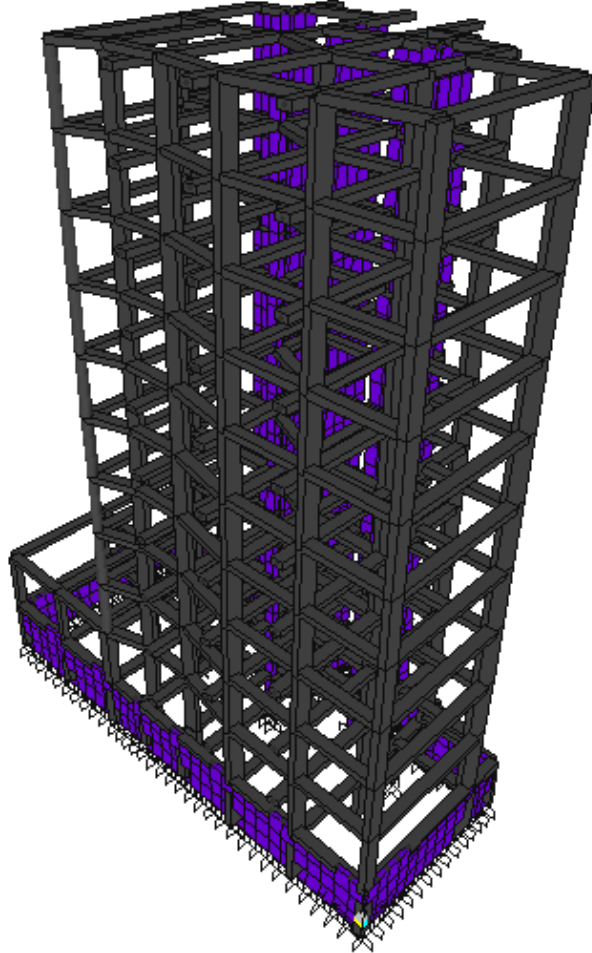
Bu örnekte  $V_{TB} < \beta V_T$  olduğundan deplasmanlarda büyütme yapılmıştır.

Çizelge 1 . Örnek 1'e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması

| 2007   |             |                         |                         |                        |            | 1998  |                         |                        |            |
|--|-------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------|---|-------------------------|------------------------|------------|
| Kat No   | $\eta_{bi}$ | $\Delta_i/\Delta_{i+1}$ | $\Delta_i/\Delta_{i-1}$ | $(\Delta_i)_{max}/h_i$ | $\theta_i$ | $\eta_{bi}$   | $\Delta_i/\Delta_{i+1}$ | $(\Delta_i)_{max}/h_i$ | $\theta_i$ |
| 12   | 1,049       | ---                     | 0,9037                  | 0,00071                | 0,0065     | 1,049   | ---                     | 0,00079                | 0,0069     |
| 11   | 1,076       | 1,1066                  | 0,8960                  | 0,00081                | 0,0092     | 1,076   | 1,1066                  | 0,00090                | 0,0100     |
| 10   | 1,102       | 1,1160                  | 0,9058                  | 0,00092                | 0,0078     | 1,102   | 1,1160                  | 0,00102                | 0,0085     |
| 9  | 1,122       | 1,1040                  | 0,9207                  | 0,00104                | 0,0070     | 1,122   | 1,1040                  | 0,00115                | 0,0077     |
| 8  | 1,144       | 1,0862                  | 0,9377                  | 0,00115                | 0,0066     | 1,144   | 1,0862                  | 0,00128                | 0,0073     |
| 7  | 1,159       | 1,0664                  | 0,9569                  | 0,00124                | 0,0063     | 1,159   | 1,0664                  | 0,00138                | 0,0069     |
| 6  | 1,175       | 1,0450                  | 0,9918                  | 0,00131                | 0,0060     | 1,175   | 1,0450                  | 0,00146                | 0,0066     |
| 5  | 1,192       | 1,0083                  | 1,0305                  | 0,00134                | 0,0056     | 1,192   | 1,0083                  | 0,00149                | 0,0062     |
| 4  | 1,215       | 0,9704                  | 1,1109                  | 0,00133                | 0,0052     | 1,215   | 0,9704                  | 0,00148                | 0,0058     |
| 3  | 1,233       | 0,9002                  | 1,2799                  | 0,00121                | 0,0045     | 1,233   | 0,9002                  | 0,00135                | 0,0050     |
| 2  | 1,270       | 0,7813                  | 2,3704                  | 0,00098                | 0,0034     | 1,270   | 0,7813                  | 0,00109                | 0,0038     |
| 1  | 1,266       | 0,4219                  | ----                    | 0,00041                | 0,0014     | 1,266   | 0,4219                  | 0,00046                | 0,0015     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\eta_{bi} &gt; 1,2</math> – A1 Burulma Düzensizliği vardır.</li> <li><math>\Delta_i/\Delta_{i-1} &gt; 2,0</math> – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği vardır.</li> <li><math>(\Delta_i)_{max}/h_i &lt; 0,02</math> koşulu sağlanmaktadır.</li> <li><math>\theta_i &lt; 0,12</math> koşulu sağlanmaktadır.</li> </ul> |             |                         |                         |                        |            | <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\eta_{bi} &gt; 1,2</math> – A1 Burulma Düzensizliği vardır.</li> <li><math>\Delta_i/\Delta_{i-1} &lt; 1,5</math> – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur.</li> <li><math>(\Delta_i)_{max}/h_i &lt; 0,0028571</math> koşulu sağlanmaktadır.</li> <li><math>\theta_i &lt; 0,12</math> koşulu sağlanmaktadır.</li> </ul> |                         |                        |            |



**Örnek 2**



Şekil 2. Örnek 2 'ye Ait Perspektif Görünüş

Bu örneğimiz 10 katlı, düşey taşıyıcı sistemi kolon ve perdelerden oluşan, düzenli taşıyıcı sisteme sahip bir yapıdır. Ancak bu örnekte bodrum katta çepeçevre perdeler mevcuttur. Bu durumda bodrum kat yalnızca Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile çözülebilmektedir. Üst katları ise Mod Birleştirme Yöntemi ile çözümlenerek, hesaplar Örnek 1'deki gibi tekrarlanır. Buna göre;

**Adım 1 :**

Rayleigh Oranı ile  $T_1$  hesabı yapılır.

**Adım 2 :**

Bodrum katına etkiyen eşdeğer deprem yükü binanın birinci periyodu hesaplanmaksızın Şekil 3.6 'daki denklem yardımıyla bulunur.

$$F_{bk} = A_0 / W_{bk} / 1.5$$

$$F_{bk} = 0,30 * 1 * 389,333 = 77,87 \text{ ton}$$

**Adım 3 :**

Çizelge 2. Örnek 4'e Ait Y Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Bulunan Perde Kesit Tesirleri

| Yük Y Yönü       | Adım 1<br>Malt(ton-m) | Adım 2<br>Malt(ton-m) | Adım 3<br>Malt (ton-m) |
|------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| -%5 Eksantiriste | 48,039                | 10,38                 | 49,15                  |

Çizelge 3. Örnek 2'ye Ait TDY-1998 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması

| Kat No | 2007        |                         |                         |                        |            | 1998        |                         |                        |            |
|--------|-------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------|-------------|-------------------------|------------------------|------------|
|        | $\eta_{bi}$ | $\Delta_i/\Delta_{i+1}$ | $\Delta_i/\Delta_{i-1}$ | $(\Delta_i)_{max}/h_i$ | $\theta_i$ | $\eta_{bi}$ | $\Delta_i/\Delta_{i+1}$ | $(\Delta_i)_{max}/h_i$ | $\theta_i$ |
| 10     | 1,062       | ---                     | 0,75147                 | 0,00068                | 0,00675    | 1,062       | ---                     | 0,00068                | 0,00619    |
| 9      | 0,971       | 1,331                   | 0,99223                 | 0,00083                | 0,01102    | 0,971       | 1,331                   | 0,00083                | 0,01055    |
| 8      | 1,157       | 1,008                   | 1,00195                 | 0,00099                | 0,00821    | 1,157       | 1,008                   | 0,00099                | 0,00800    |
| 7      | 1,354       | 0,998                   | 0,80062                 | 0,00116                | 0,00673    | 1,354       | 0,998                   | 0,00116                | 0,00662    |
| 6      | 1,224       | 1,249                   | 0,95111                 | 0,00131                | 0,00727    | 1,224       | 1,249                   | 0,00131                | 0,00720    |
| 5      | 1,262       | 1,051                   | 0,98829                 | 0,00142                | 0,00688    | 1,262       | 1,051                   | 0,00142                | 0,00684    |
| 4      | 1,294       | 1,012                   | 1,05728                 | 0,00147                | 0,00644    | 1,294       | 1,012                   | 0,00147                | 0,00642    |
| 3      | 1,328       | 0,946                   | 1,21201                 | 0,00143                | 0,00575    | 1,328       | 0,946                   | 0,00143                | 0,00574    |
| 2      | 1,347       | 0,825                   | 1,62997                 | 0,00120                | 0,00459    | 1,347       | 0,825                   | 0,00120                | 0,00459    |
| 1      | 1,309       | 0,613                   | ----                    | 0,00071                | 0,00329    | 1,309       | 0,613                   | 0,00071                | 0,00329    |

- $\eta_{bi} > 1,2$  – A1 Burulma Düzensizliği vardır.
- $\Delta_i/\Delta_{i-1} < 2,0$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur.
- $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,02$  koşulu sağlanmaktadır.
- $\theta_i < 0,12$  koşulu sağlanmaktadır.

- $\eta_{bi} > 1,2$  – A1 Burulma Düzensizliği vardır.
- $\Delta_i/\Delta_{i-1} < 1,5$  – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur.
- $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,0028571$  koşulu sağlanmaktadır.
- $\theta_i < 0,12$  koşulu sağlanmaktadır.

### **Sonuçlar Ve Öneriler**

Karşılaştırma tablolarına bakıldığında, hangi katlarda hangi düzensizliklere rastlandığı görülmektedir.

Yapılan örnekleri düzensizlik açısından incelendiğimizde, A1 türü düzensizlik durumu, iki yönetmeliğin sınır şartlarına göre değişiklik göstermemektedir. B2 türü düzensizlik durumunu incelediğimizde ise genel olarak 2. katta meydana gelmekte ve iki yönetmeliğin sınır değerleri farklı olduğundan, sonuçlar da birbirinden farklı olmaktadır. Örneğin TDY-98'e göre B2 düzensizliği olmayan bir yapıda, DBYBHY-2007'ye göre bu düzensizliğe rastlanmaktadır. Göreli kat ötelemeleri kontrolünde, deplasmanlarda ve iç kuvvetlerde büyütme yapılmadığında, iki yönetmelik için de aynı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Ancak iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapıldığında, iki yönetmeliğin değerleri de farklı olmaktadır. İkinci mertebe etkileri kontrolü, taban kesme kuvveti ve katlara etkiyen deprem yükleri ile orantılı olduğundan ve yönetmeliklerde, ek eşdeğer deprem kuvveti farklı formüllerle hesaplandığından, sonuçları da farklı olmaktadır.

Yapılar modellenirken mümkün olduğunca çerçeve sistemler tercih edilmeli, kütle merkezi ile rijitlik merkezinin üst üste düşmemesi sağlanmalıdır.

A1 türü düzensizlikten kaçınmak için, düzensizliğin olduğu doğrultu boyunca simetrik şekilde perdeler yerleştirilebilir. B2 türü düzensizlikten kaçınmak için, ardışık katlar arasındaki rijitliklerin orantılı olması gerekmektedir. Örneğin bir kat çok rijitken, diğer kat rijitlik açısından zayıf olmamalıdır.

Bodrum katlarında rijit çevre perdeleri bulunan binalarda, tamamıyla Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi esas alınarak uygulama yapılmaktadır. Ancak bazı özel koşullarda Mod Birleştirme Yöntemi uygulanması gerekebilir. Binanın üst ve alt bölgeleri için farklı S ve R değerleri seçilemeyeceğinden, böyle bir uygulama gerçekleştirilemeyecektir.

### **KAYNAKLAR**

- TDY-1998, Türk Deprem Yönetmeliği, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara  
DBYBHY-2007, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik,  
T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara  
CSI, SAP2000, Ver 10.0, Integrated Finite Element Analysis and Design of  
Structures, Computers and Structures, Inc., Berkeley, CA.  
ÖZMEN, G., 2008. İnşaat Mühendisleri Odası Teknik Dergi, Mod Birleştirme  
Yöntemi İçin Uygulama Sınırları, İstanbul  
ÖZMEN, G., SAP2000 Yazılımında Etkileşimli Veritabanı Uygulamaları  
DARILMAZ K., 2002. Yapı Mühendisliğinde SAP2000 Kullanımı  
KIRAL, E., ÖZDEMİR, E., YERLİ, H.R., TEMEL, B., 2000. Yeni Deprem  
Yönetmeliğinin Analiz Bakımından Uygulamaları (Çözümlü Örnekler),  
Adana  
ÖZMEN, G., ORAKDÖĞEN E., DARILMAZ K., 2009. Örneklerle SAP2000, Birsen  
Yayınevi, İstanbul  
T.C. BAŞBAKANLIK AFET VE ACİL DURUM YÖNETİMİ BAŞKANLIĞI