

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

106222

**PAKET PROGRAMLARLA BİNA TAKVİYESİ ve  
KARŞILAŞTIRMALI DEPREM HESABI**

**İnşaat Mühendisi Afşın Burak YÜZBAŞIOĞLU**

**F.B.E İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Mekanik Programında  
Hazırlanan**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Tez Danışmanı: Prof.Dr.Ercüment KÖKSAL**

106222

E. Köksal

Prof.Dr. Ercüment Köksal

Doc.Dr. Tülay AKSU  
İSTANBUL, 2001

TC. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Özkan Çiğdem

## İÇİNDEKİLER

Sayfa

|                                                                             |      |
|-----------------------------------------------------------------------------|------|
| SİMGE LİSTESİ .....                                                         | iv   |
| ŞEKİL LİSTESİ .....                                                         | v    |
| ÇİZELGE LİSTESİ .....                                                       | vi   |
| ÖNSÖZ .....                                                                 | viii |
| ÖZET .....                                                                  | ix   |
| ABSTRACT .....                                                              | x    |
| 1 GİRİŞ .....                                                               | 1    |
| 2 YAPININ DEPREME KARŞI DAVRANIŞI.....                                      | 2    |
| 2.1 Sınır Durumlar .....                                                    | 3    |
| 2.2 Mukavemet, Dayanım , Süneklik .....                                     | 4    |
| 2.3 Deprem Hesabı .....                                                     | 9    |
| 2.3.1 Eşdeğer Deprem Yüklü Hesabı .....                                     | 11   |
| 2.4 Depreme Dayanıklı Betonarme Taşıyıcı Sistem Hesabı.....                 | 17   |
| 2.5 Boyutlamada Kapasite Kavramı.....                                       | 19   |
| 3. HIZ SPEKTRUM EĞRİSİ.....                                                 | 22   |
| 3.1 Zemin Durumunun Deprem Hareketine Etkisi .....                          | 25   |
| 3.1.1 Maksimum İvme.....                                                    | 25   |
| 3.1.2 Maksimum Hız .....                                                    | 25   |
| 4. DEPREME KARŞI YAPI GÜÇLENDİRMESİ .....                                   | 27   |
| 4.1 Mevcut Yapının İncelenmesi .....                                        | 27   |
| 4.1.1 Depremsiz Yapı Analizi.....                                           | 27   |
| 4.1.2 1975 Deprem Yönetmeliğine Göre İncelenmesi .....                      | 27   |
| 4.1.3 1997 Deprem Yönetmeliğine Göre İncelenmesi .....                      | 28   |
| 4.2 Yapı Güçlendirmesi .....                                                | 28   |
| 4.2.1 Perde ve Mantolama Kullanılması .....                                 | 28   |
| 4.2.2 Perdelerin Modellenmesi .....                                         | 29   |
| 4.2.3 Güçlendirme Perdelerinin Tasarımı.....                                | 30   |
| 4.2.3.1 İki Kolon Arası Panel Perdeler.....                                 | 30   |
| 4.2.3.2 Başlık Bölgesi Kendi İçinde Yeni Perdeler .....                     | 31   |
| 4.2.3.3 Kirişin Kırılarak Perde Oluşmasının Avantaj ve Dezavantajları ..... | 33   |
| 4.2.4 Güçlendirmede Mantolama .....                                         | 34   |
| 4.3 O.D.T.Ü Tarafından Yapılan Mantolama Deney Sonuçları .....              | 36   |
| 5. HASAR ve TAKVİYE RESİMLERİ .....                                         | 37   |
| 6. PAKET PROGRAMLARLA YAPILAN HESAPLAR .....                                | 45   |

|     |                               |    |
|-----|-------------------------------|----|
| 7.  | SONUÇLAR ve TARTIŞMA .....    | 57 |
|     | KAYNAKLAR.....                | 60 |
|     | EKLER.....                    | 61 |
| Ek1 | Paket Program Çıktıları ..... | 62 |
| Ek2 | Çizim Paftaları .....         | -  |
|     | ÖZGEÇMİŞ.....                 | 82 |



## SİMGE LİSTESİ

|            |                                       |
|------------|---------------------------------------|
| $A$        | Spektral ivme katsayısı               |
| $A_o$      | Yer ivmesi                            |
| $C_t$      | 1. doğal titreşim periyodu            |
| $CR$       | Kritik oran                           |
| $E$        | Deprem yükü                           |
| $F$        | Rüzgar yükü                           |
| $F_i$      | İ'inci kata etkiyen deprem yükü       |
| $G$        | Ölü yük                               |
| $H$        | Yükseklik                             |
| $I$        | Bina önem katsayısı                   |
| $N$        | Rijit kattan itibaren bina yüksekliği |
| $n$        | Hareketli yük katılım çarpanı         |
| $S$        | Spektrum katsayısı                    |
| $S_v$      | Yer değiştirme periyodu               |
| $T_a, T_b$ | Spektrum karakteristik periyotları    |
| $T_i$      | Bina birinci titreşim periyodu        |
| $V_t$      | Taban kesme kuvveti                   |
| $W$        | Toplam ağırlık                        |
| $\Delta$   | Görelî kat ötelemesi                  |
| $\eta$     | Burulma düzensizliği katsayısı        |

## ŞEKİL LİSTESİ

|             | sayfa                                             |
|-------------|---------------------------------------------------|
| Şekil 2.1   | Rijitlik merkezi ve burulma ..... 5               |
| Şekil 2.2   | A3 türü düzensizlik ..... 7                       |
| Şekil 2.3   | A1-A2-A3 düzensizlikler ..... 8                   |
| Şekil 4.3.1 | Perde manto farkı ..... 29                        |
| Şekil 4.3.2 | Panel davranışı ..... 30                          |
| Şekil 4.3.3 | Perde donatılarının üst kata geçirilmesi ..... 32 |
| Şekil 4.3.4 | Beton mukavemetleri ..... 35                      |
| Şekil 5.1   | Göçme ..... 37                                    |
| Şekil 5.2   | Çatlak şekilleri ..... 38                         |
| Şekil 5.3   | Çatlak yorumları ..... 39                         |
| Şekil 5.4   | Kiriş hasarları ..... 40                          |
| Şekil 5.5   | Temel takviyesi ..... 41                          |
| Şekil 5.6   | Temel takviyesi ..... 42                          |
| Şekil 5.7   | Takviye perdesi (ankrajlı) ..... 43               |
| Şekil 5.8   | Çelik takviye ..... 44                            |



## ÇİZELGE LİSTESİ

|            | sayfa                                      |
|------------|--------------------------------------------|
| Şekil 2.1  | Deprem bölgesi yer ivme tablosu ..... 12   |
| Şekil 2.2  | Zemin sınıfları..... 12                    |
| Şekil 2.3  | Zemin sınıfı spektrum katsayıları ..... 13 |
| Şekil 2.4  | Süneklik katsayısı ..... 16                |
| Şekil 2.5  | Hareketli yük azaltma katsayısı ..... 17   |
| Şekil 3.1  | Maksimum yer ivmesi ..... 22               |
| Şekil 3.2  | Hıs spektrum periyod eğrileri ..... 23     |
| Şekil 3.3  | Zemin periyod ilişkileri ..... 24          |
| Şekil 3.4  | Kayada maksimum hız ..... 26               |
| Şekil 3.5  | Deprem merkezine uzaklığın etkisi..... 26  |
| Şekil 4.1  | Manto perde karşılaştırması..... 35        |
| Şekil 6.1  | Perde özellikleri ..... 46                 |
| Şekil 6.2  | Modlar ve deprem yükleri ..... 46          |
| Şekil 6.3  | Perde momentleri ..... 46                  |
| Şekil 6.4  | Takviye perde momentleri..... 47           |
| Şekil 6.5  | Deplasmanlar ..... 47                      |
| Şekil 6.6  | Donatılar ..... 47                         |
| Şekil 6.7  | Donatılar ..... 47                         |
| Şekil 6.8  | Donatılar ..... 48                         |
| Şekil 6.9  | Donatılar ..... 48                         |
| Şekil 6.10 | Perde özellikleri ..... 48                 |
| Şekil 6.11 | Modlar ve deprem yükleri ..... 49          |
| Şekil 6.12 | Perde momentleri ..... 49                  |
| Şekil 6.13 | Takviye perde momentleri..... 49           |
| Şekil 6.14 | Deplasmanlar ..... 50                      |
| Şekil 6.15 | Donatılar ..... 50                         |
| Şekil 6.16 | Donatılar ..... 50                         |
| Şekil 6.17 | Donatılar ..... 50                         |
| Şekil 6.18 | Donatılar ..... 51                         |
| Şekil 6.19 | Perde özellikleri ..... 51                 |
| Şekil 6.20 | Modlar ve deprem yükleri ..... 51          |
| Şekil 6.21 | Perde momentleri ..... 51                  |
| Şekil 6.22 | Takviye perde momentleri..... 52           |
| Şekil 6.23 | Deplasmanlar ..... 52                      |
| Şekil 6.24 | Donatılar ..... 52                         |
| Şekil 6.25 | Donatılar ..... 52                         |
| Şekil 6.26 | Donatılar ..... 52                         |
| Şekil 6.27 | Donatılar ..... 52                         |
| Şekil 6.28 | Perde özellikleri ..... 53                 |
| Şekil 6.29 | Modlar ve deprem yükleri ..... 54          |
| Şekil 6.30 | Perde momentleri ..... 54                  |
| Şekil 6.31 | Takviye perde momentleri..... 54           |
| Şekil 6.32 | Deplasmanlar ..... 55                      |
| Şekil 6.33 | Donatılar ..... 55                         |
| Şekil 6.34 | Donatılar ..... 55                         |
| Şekil 6.35 | Donatılar ..... 55                         |
| Şekil 6.36 | Donatılar ..... 55                         |
| Şekil 6.35 | Donatılar ..... 55                         |

sayfa

|            |                       |    |
|------------|-----------------------|----|
| Şekil 7.31 | Karşılaştırmalar..... | 57 |
|------------|-----------------------|----|



## ÖNSÖZ

Ülkemizde yaşanan depremlerden sonra inşaat mühendisliğinde bina takviyesi olayı gündeme geldi. Bakanlıkça yetki verilen müşavirler tarafından deprem bölgelerinde takviye uygulamaları yapıldı. Belli bir süre kıstasların belirlenememesi, ehil olmayan kişilerin bu işe soyunmaları sorunların çıkmasına neden oldu. Çizim ve hesap yöntemleri ancak bir süre sonra oturtulabildi.

Fakat hala yöntemlerin karşılaştırılmasına ihtiyaç var.Bu konuda hazırlanan ‘Paket programlarla bina takviyesi ve karşılaştırmalı deprem hesabı’ konulu tez bazı noktalara ışık tutmakta.

Kendisi de mekanik kürsüsünde çok sayıda takviye projesi yönetmiş, bana bu güncel konuyu vermiş ve değerli tavsiyelerde bulunmuş hocam Prof.Dr.Ercüment Köksal’a teşekkür ederim.



## ÖZET

Bir paket program kullanılarak, farklı zemin sınıflarında ve deprem bölgelerinde aynı binanın davranışı değişik takviye şekilleriyle karşılaştırılmıştır.

Aynı kesit alanına sahip takviye perdeleri farklı geometrilerde yerleştirilerek, takviye şekli tartışılmıştır.

Uzunlukları nedeniyle toplamda farklı atalet momentlerine sahip elemanlardan oluşan projeler karşılaştırılmıştır.

Deprem bölgeleri, spektrum katsayıları değiştirilerek çıkan donatılar oranlanmış, ekonomik kesit gösterilmiştir.

Fakat betonarmenin elastikliği, paket programlarla çalışmalar yapılmadan incelenmiş, sünek yapı davranışının üstünlüğü düşünülerek, matematiksel sonuçlar hemen kabul edilmemiştir.

Ayrıca takviye şekilleri karşılaştırılmış ,sonuçların bina büyüklüğüne göre farklı olabileceği belirtilmiştir.

**Anahtar kelimeler:**Takviye, paket program, deprem, zemin sınıfları, takviye perdesi

## **ABSTRACT**

The behaviour of the same structure was compared by using a computer program for different reinforcement methods in different local ground classes.

The shear walls that have the same cross sectional area were located in different geometries and their reinforcement styles were discussed.

The projects, composed of elements having different total moment of inertia because of their lengths were compared.

By changing earthquake areas and spectrum coefficients, bars ratio were calculated and the economic cross section was shown.

But the elasticity of the structure was studied without using any computer programs. By thinking the superiority of ductile structures, mathematical results were not accepted at first.

Besides, reinforcement styles were compared and it was asserted that the results could be different in proportion to size of the structures.

**Keywords:** Reinforcement, computer package, earthquake, local ground classes, shear wall for reinforcement.

## 1. GİRİŞ

Şüphesiz, bir mühendis için deprem olayının en olumsuz yanı, yer hareketini ve bina davranışını matematiksel olarak ifade edebilmektir. Eldeki malzeme tam elastik olamayan betonarme olunca bu zorluk artmaktadır. Zaten son yıllarda perde kullanımının artması kullandığımız malzemenin zaafiyetindendir.

Kullanılan donatı ile elastiklik artsada, 2.mertebe momentlerinin ortaya çıkması ile yıkım başlamaktadır. Belkide konulan donatı tam çekmeye bile başlamadan gevrek kırılma olmaktadır. Elastik olmaması, ağırlığının fazla olması dolayısıyla çok fazla deprem kuvveti almasının yanında, diğer malzemelere göre ucuz, kolay uygulanır, kalıp tutabilir olması, uzun yıllar daha betonarmenin kullanılacağını düşündürüyor.

Adapazarı depremi bina sağlamlığını dışında zemin parametrelerinde önemini ortaya çıkarmıştır. Merkez üssüne daha yakın yerler varken, buyarlere nazaran Avcılarda yıkımın fazla olması bunu kanıtlar. İnşaat mühendisliğinde zemin parametrelerinden; yer ivmesi ve spektrum periyotları deprem hesabında önemlidir.

Bu parametreler deprem kuvvetini saptamak için önemliken, bina geometriside binanın bu kuvvete karşı koyuşu için önem taşımaktadır.

Binanın depreme karşı koyuşu ile ilgili en iyi şartlar, (eleştirilere rağmen)1997 deprem yönetmeliğinde verilmiştir. Fakat 1997 öncesi projelendirilen yapılar deprem bölgelerinde hasar görmüş ve takviye ihtiyacı doğmuştur. Yönetmeliğe göre bile yapılmış yapılarda dahi görülen hasar, yerin ötelendiği, demir yolları ve ağaçların yer değiştirdiği deprem olayının büyüklüğünü göstermektedir. Takviye konusunda pek çok kitaplar yazıldığı halde bu konuda en ciddi bilimsel çalışma O.D.T.Ü. tarafından yapılmış, proje müşavirleri için hazırlanan kitapçık pek çok konuya açıklık getirmiştir.

Fakat takviye perdelerin yerleştiriliş biçimi,merkezdemi, dış kenarlardamı toplanması gerektiği, aynı kesit alanına sahipken az sayıda ama büyük atalettemi, yoksa çok sayıda ama küçük ataletlerde mi yapılması gerektiği,deprem katsayılarının maliyete etkisi ile ilgili bir çalışma yapılmamıştır.

Bu konu ile ilgili STA4CAD programı baz alınarak, takviye şekilleri karşılaştırılmış ve maliyet analizleri çıkartılmıştır. Çıkan sonuçlar normal statik projeler içinde geçerlidir.

Ayrıca ortaya çıkan takviyenin uygulanış biçimi, hakikaten bina ile beraber çalışıp çalışmayacağı, rot, ankraj gibi uygulamaların ne derece geçerli olabileceği tartışılmıştır.

## 2. YAPININ DEPREME KARŞI DAVRANIŞI

Depremlerin büyüklükleri ortaya çıkardıkları enerjiye bağlı olarak belirlenir. Büyük depremler şiddetli hasarlar meydana getirirler ve seyrek meydana gelirler. Yani, dönüşüm periyotları uzundur. Buna karşılık sık meydana gelen küçük depremler az hasar meydana getirir ve dönüşüm periyotları küçüktür. Deprem Yönetmeliklerinde yapının amacına bağlı olarak dönüşüm periyodu 100 ile 500 yıl arasında bulunan depremlere karşı binanın dayanımı söz konusu edilir. Ancak, bu tür depremlerden oluşan kesit etkilerinin taşıyıcı sistemin elastik davranışı ile karşılanması mümkün değildir. Buna karşılık bu değerlerin % 15-25 gibi oldukça küçük bir oranını elastik davranış içinde karşılanması esas alınır ve daha büyük depremlerin taşıyıcı sistemde meydana gelecek elastik ötesi şekil değiştirmeler ve enerji tüketilmesi ile karşılanacağı kabul edilir. Bunun sonucu olarak taşıyıcı sistemin dayanım kapasitesine sık rastlanan şiddeti düşük depremlerde erişilir. Bu durumda deprem etkisi yönünden yapının dayanım kapasitesine erişmesinin yıllık ihtimali %1- 3 gibi yüksek bir oran olarak ortaya çıkar. Bunun yanında düşey yükler altında taşıyıcı sistemin dayanım kapasitesine erişmesi ise % 0.01 gibi oldukça düşük bir oran civarında bulunur. Bu iki değer kıyaslandığında deprem etkisinin karşılanmasındaki eksikliklerin ne derecede sorun meydana getireceği anlaşılır.

Yapıların boyutlandırılmasında depreme karşı dayanımının da önemli olduğu düşüncesi 1920 1930 lara gitmektedir. Sayısal ölçümlerin eksikliğinin de sonucu olarak, deprem etkisi

yapının ağırlığının yaklaşık % 10 u bir yatay yük olarak kabul edilmiştir. Ancak, 1960 larda depremlerden elde edilen sayısal bilgiler, daha gerçekçi yük kabullerini beraberinde getirmiştir. Yakın zamanda bilgisayardaki gelişmeler de, taşıyıcı sistemin çözümlenmesini daha ayrıntılı biçimde yapma imkanını vermiştir. Bu arada depremlerden sonra yapılan incelemelerden bir kesitte yeterli eğilme momenti dayanımı bulunmamasının, taşıyıcı sistemin bütünlüğü bozulmamak koşulu ile, her zaman ağır hasara veya göçmeye götürmediği belirlenmiştir. Bunun yanında kesme kuvveti etkisinin karşılanamamasından ortaya çıkan elastik ötesi şekil değiştirmelerin önemli hasara neden olduğu gözlenmiştir. Yapılan çalışmalar, normal orta ve yüksek katlı binaların tipik bir depremde zorlanması durumunda çözümlenmenin elastik veya elastik ötesi davranış esas alınarak yapılmasına bağlı olmaksızın aynı mertebeye yatay yerdeğiştirmenin meydana geldiğini göstermiştir. Bir depremde yapının tamamen elastik davranış gösterdiği kabul edilmesi durumunda, yönetmeliklerde öngörülen yüklerin kullanılmasına göre 3 ile 6 kat arasında değişen kesit etkileri ve yerdeğiştirmeler meydana gelir. Bunun sonucu olarak yapılan incelemeler, dikkati dayanımdan elastik ötesi

davranışa kaydırmıştır. Taşıyıcı sistemin elastik ötesi yerdeğiştirmelerinin büyük olması veya sünek olması ile deprem enerjisinin sönmölenebileceği ve elemanlar arasında yardımlaşma sayesinde daha büyük deprem etkilerinin karşılanabileceği öne çıkmıştır. Ancak, elastik ötesi şekil değiştirmeler her zaman kolayca güvenilecek bir özellik değildir. Yerine göre bir kısmı süneklik sağlarken bir kısmı da meydana gelen aşırı ikinci mertebe etkileri nedeniyle sistemin göçmesine sebep olabilir.

Depreme dayanıklı yapı tasarımında genel eğilim sünek taşıyıcı sistemlerin teşvik edilmesi şeklindedir. Bunun yanında yatay ve düşey kesitlerde düzenli taşıyıcı sistemin seçimi ve elemanların birleşim bölgelerinde gösterilecek özen önemle vurgulanır. Ayrıca, taşıyıcı sistemde yatay yerdeğiştirmeleri sınırlandıracak rijitliğin oluşturulması ve bu suretle taşıyıcı olmayan elemanlarda meydana gelebilecek hasarların azaltılması diğer önemli bir husustur.

## 2.1 Sınır Durumlar

Deprem kayıtlarının ve yeryüzünün tektonik yapısının incelenmesinden deprem tehlikesi olan bölgeleri belirlemek oldukça kolay olmasına karşılık, yapının ömrü boyunca meydana gelebilecek en büyük deprem hakkında tahmin yapmak zordur. Depreme dayanıklı yapı tasarımında, yapının fonksiyonuna devam etmesinin sağlanması, hasarın sınıflandırılması ve yapı içindekilerin hayatının kurtarılması şeklinde olmak üzere değişik seviyelerde korunma söz konusudur. Bu seviyelerin belirlenmesi toplumun bu konuda yapacağı fedakarlığa ve ekonomik durumuna bağlıdır.

a) Kullanılabilirlik sınır durumu: Bölgede sık olarak ortaya çıkan küçük depremlerin yapının fonksiyonuna her hangi bir olumsuz etki yapmaması, taşıyıcı sistemde onarıma gerek gösteren hasarın meydana gelmemesi istenir. Bu ise, depremde meydana gelecek şekil ve yerdeğiştirmelerin sınırlandırılması ve depremde oluşacak etkilerin eleman kesitlerinde meydana getireceği gerilmelerin elastik bölgede kalması şeklinde sağlanır. Elemanlarda küçük çatlaklar oluşursa da, büyük çatlaklar ve betonun ezilmesi gibi bir olaylar meydana gelmemesi istenir. Bu duruma tasarımda esas alınacak deprem, yapının fonksiyonunun önemine bağlı olarak seçilir. Örneğin, konut binasında dönüşüm periyodu daha küçük olan bir deprem seçilirken; hastane, itfaiye binası, haberleşme ve santral binası gibi deprem durumunda fonksiyonuna devam etmesi istenen yerler için dönüşüm periyodu daha büyük olan depremler seçilir. Bu durum yapı önem katsayısının seçimi ile kontrol edilir.

b) Hasar kontrolü sınır durumu: Kullanılabilirlik sınır durumuna esas alınan depremden daha büyük depremlerde yapıda bazı hasarlar meydana gelir. Donatı akma durumuna gelirken,

onarmı gerekli olan geniş çatlaklar oluşabilir. Bunun gibi bazı yerlerde temizlenip yenilenmeyi gerektiren beton ezilmelerine rastlanabilir. Bu ikinci sınır durumu, ekonomik olarak onarılıp güçlendirilebilecek durum ile onarım güçlendirilmesi ekonomik olarak mümkün olmayan durumu birbirinden ayırır. Yapının ömrü boyunca, taşıyıcı sistemi bu sınır durumuna getirecek depremin meydana gelme ihtimalinin düşük olması gerekir. Böyle bir sınır durumuna karşı gelen depremden sonra yapının ekonomik olarak onarılabilir olması gerekir.

c) Göçme kontrolü sınır durumu: Yönetmelikte öngörülen kuvvetlerden çok daha büyük etki oluşturabilecek bir depremin meydana gelme olasılığı düşüktür. Böyle bir depremin, sıradan bir yapıda, sınırlı bir hasarla karşılaşması ekonomik olmaz. Ancak, böyle bir durumda göçme mekanizmasının kontrol edilerek, yapının içindekilerin hayatının korunması bu sınır durumu tarif eder. Ender olarak meydana gelecek depremlerde yapıda tamir edilemeyecek hasarın meydana gelmesi kaçınılmazdır. Ancak, bu durumda da can kaybının önlenmesi için yapının tamamen göçmesinin meydana gelmemesi gerekir. Büyük depremlerde yapı dayanım sınırı aşılabacağı için, yatay taşıyıcılıkta önemli kayıplar olmadan ve tamamen göçme meydana gelmeden, büyük plastik şekil ve yerdeğiştirmeler oluşabilecek şekilde boyutlamanın yapılması bu kontrolün esasını teşkil eder.

Yukarıda tarif edilen üç korunma seviyesinin gerçekleştirilebilmesi; yapıda yeterli seviyede yatay rijitlik, dayanım ve sünekliğin sağlanması ve yapının genel davranışının kontrol edilmesi ile mümkün olur. Bu üç seviyenin ayrılmasında oldukça büyük belirsizlikler olduğu muhakkaktır. Boyutlamada kapasite kavramına önem vererek, bu belirsizlikler belirli ölçüde yenilebilir.

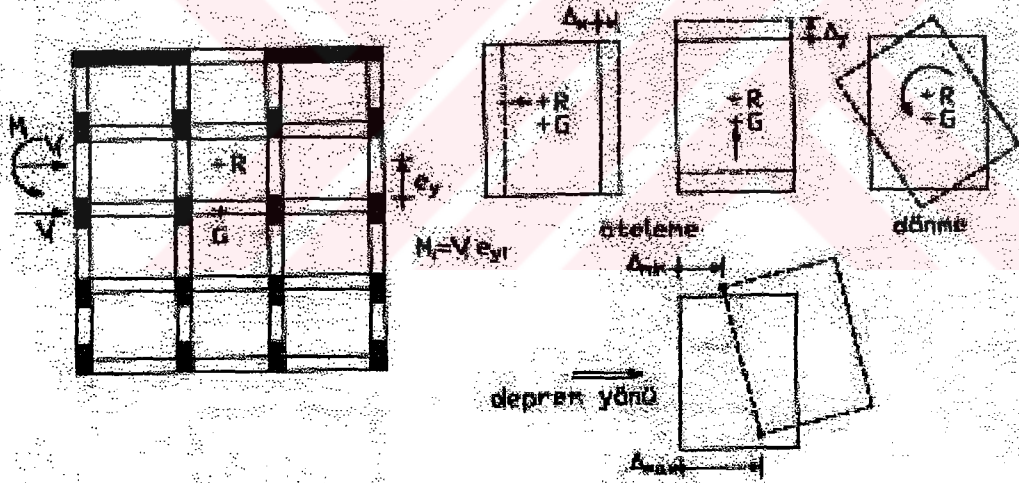
## **2.2 Mukavemet, Dayanım, Süneklik**

Yatay kuvvetler altında yapıdaki yerdeğiştirmelerin hesabı yanal rijitliğin belirlenmesine bağlıdır. Brüt eleman kesitlerinden ve betonun başlangıç elastiklik modülünden hareket edildiğinde, bulunacak rijitlik yatay yükün çok düşük seviyesi için geçerli olur. Kullanılabilirlik sınır durumundaki rijitlik için, betonun çatlamasının gözönüne alınması uygundur. Yatay kuvvetin büyümesiyle donatıda akma ve donatı ve betonda doğrusal olmayan davranışın hakim duruma geçmesi, rijitliği daha da azaltır. Binada taşıyıcı olmayan elemanlar, taşıyıcı olanlara göre daha az elastiktir ve gevrek bir davranış gösterirler. Rijitliğin arttırılması ile katların birbirine göre olan relatif yatay ötelenmesi sınırlandırılarak özellikle taşıyıcı olmayan elemanlarda meydana gelecek hasarı kontrol altına almak mümkündür. Bunun yanında özellikle yüksek yapılarda deprem sırasında düşey yüklerin ikinci merteye

etkilerini sınırlı tutmak için yerdeşistirmelerin sınırlandırılması amacıyla rijitliğin arttırılması gerekli olur.

Seçilen bir deprem etkisine karşı taşıyıcı sistemin gerekli dayanıma sahip olması boyutlamanın esasını teşkil eder. Dayanımın sağlanması sadece kesitte gerekli donatının bulunması olarak kabul edilmemelidir. Donatının aderansının sağlanması, gerekli kenetlenme boyuna sahip olacak şekilde başlangıç ve bitiş yerlerinin seçilmesi ve betonun yerleştirilmesini zorlaştıracak donatı düzenlerinden kaçınılması da, dayanımın oluşması için gereklidir. Ayrıca, konstrüktif kurallara uyulması da öngörülen dayanımın oluşmasında önemlidir.

Yapıda büyük hasarların ve tümenden göçmenin önlenmesi, taşıyıcı sistemin yatay yük dayanımının büyük bir kısmını büyük elastik ötesi yerdeşistirmelerde de devam ettirebilmesi ile mümkündür. Taşıyıcı sistemin veya elemanlarının veya kullanılan malzemenin elastik ötesi davranışta da, şekil ve yer değiştirmeler artarken, dayanımının önemli bir kısmını



Şekil 2.1 Rijitlik merkezi ve Burulma (Deprem Yönetmeliği 1997)

sürdürme özelliği süneklik olarak isimlendirilir. Sünek kavramı aynı zamanda büyük şekil ve yer değiştirme yapabilme, tekrarlı yüklemede enerji söndürebilme özelliğini de içerir. Bu durumda sisteme giren enerjinin bir kısmı doğrusal olmayan davranış sebebiyle söndürülürken, büyük şekil değiştirmeler elemanlar arası yardımlaşmaya imkan verecek ve taşıma kapasiteleri olan elemanların devreye girmesini sağlayacaktır. Depremde en büyük hasar nedeni sünekliğin sağlanamaması olarak gözlenmiştir. Matematiksel olarak süneklik, ulaşabilecek toplam yerdeğiştirmenin elastik sınıra erişildiğindeki yerdeğiştirmeye oranı olarak tarif edilebilir.

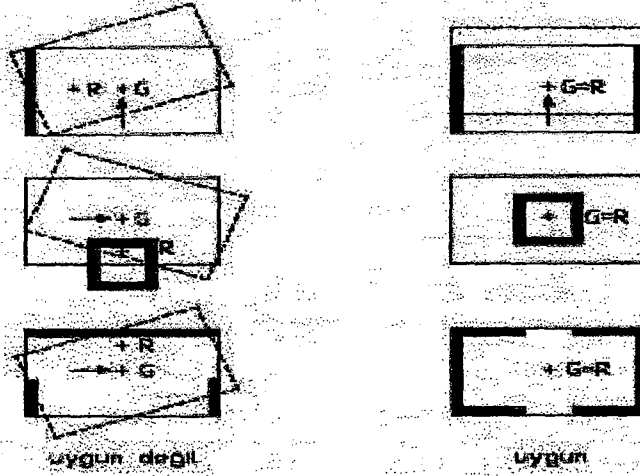
Kesit, kesitin bulunduğu eleman ve elamanların oluşurduğu taşıyıcı sistem için ayrı ayrı süneklilik tanımlanabilir. Taşıyıcı sistemin sünek davranış göstermesi için kullanılan malzemeler sünek olmalıdır. Donatının kopma gerilmesinin öngörülen değeri sağlaması yanında kopma uzamasının da yönetmelikte verilen sınırın altına düşmemesi gerekir. Bunun yanında donatının basınç gerilmeleri altında da sünek davranış gösterebilmesi için burkulmaya karşı korunmuş olması önemlidir. Beton, esas olarak basınç gerilmeleri taşıyıcı ve en büyük kısalması sınırlı bir değere sahiptir. Betonda sıklaştırılmış etriye düzeni ile yanal basınç oluşturarak, betonun basınç dayanımını ve özellikle en büyük birim kısalma değerini arttırmak mümkündür.

Betonarme elemanlarının eğilme momenti altında donatının akma gerilmesine erişmesi sonucu meydana gelen güç tükenmesi sünektir. Buna karşılık kesme kuvveti altında eğik çekme gerilmeleri veya eğik basınç gerilmelerinin betonda oluşturduğu güç tükenmesi gevrek olarak meydana gelir. Bunun gibi, donatı ile beton arasında aderansın sağlanmaması sonucu donatının betondan sıyrılması ile ortaya çıkan güç tükenmesi de gevreklerdir.

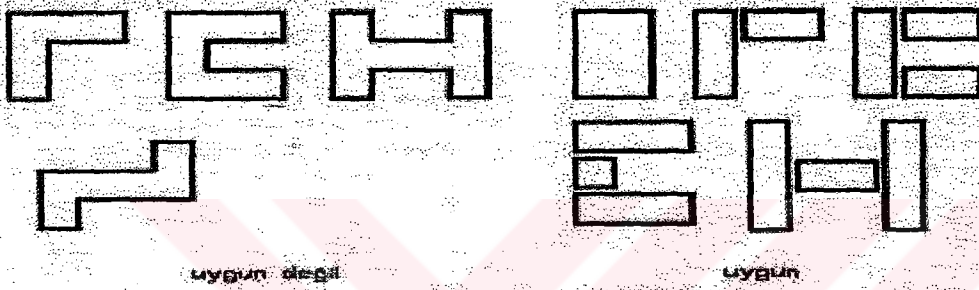
Yapılar, ilgili yönetmelikte Süneklilik Düzeyi Normal Sistemler ve Süneklilik düzeyi yüksek sistemler olarak iki gruba ayrılmıştır. Süneklilik Düzeyi Yüksek olan sistemlerde, oluşturulan yüksek süneklilikten dolayı elastik deprem yüklerinin daha büyük bir katsayı ile azaltılması öngörülmüştür. Bir sistemin süneklilik düzeyinin yüksek olabilmesi için özellikle aşağıdaki hususların sağlanması gerekir:

a. Kiriş ve kolonlarda sık etriye düzeni kullanılarak, betonun hem dayanımını ve hem de sünekliği arttırılmalıdır. Örneğin, depremde en çok zorlanması beklenen kolon-kiriş birleşim bölgelerine yakın kiriş ve kolon kesitlerinde etriye sıklaştırılmasının yapılması gibi.

b. Betonarme elemanlarda sünek güç tükenmesinin, gevrek olandan daha önce ortaya çıkması sağlanmalıdır. Örneğin, kiriş ve kolon gibi elemanlarda ve birleşim bölgelerinde gevrek güç tükenmesi ortaya çıkaran kesme kuvveti kapasitesinin, sünek güç tükenmesi ortaya çıkaran eğilme momenti kapasitesinden daha yüksek tutulması gibi.



Şekil 19.4. Perdeli yapıların deprem zikrindeki davranışları bakımından plandaki durumu



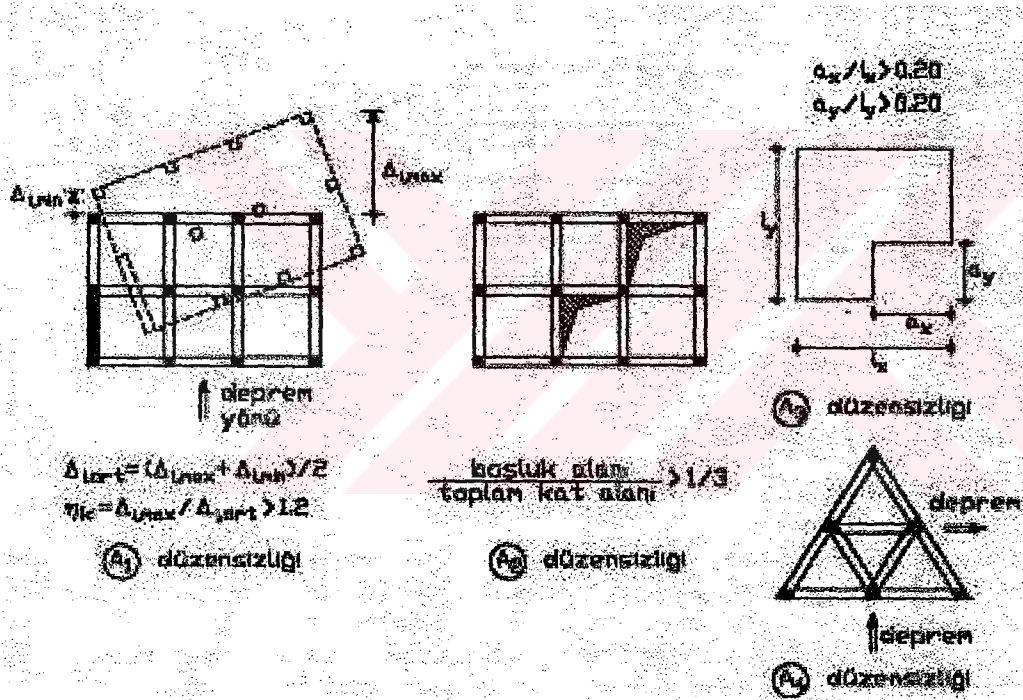
Şekil 2.2 A3 türü düzensizlik (Deprem Yönetmeliği 1997)

Yukarıda şekillerde görülen düzensiz binalarda binanın bütünlüğü sakıncalı olabilmektedir. Kat kesme kuvveti  $V_1$  ise, üst kattaki deprem yüklerinin dengelemek durumunda olduğu için, atalet kuvvetlerinin etki noktalarına bağlı olarak ortaya çıkar. Üst katların kütle merkezinin aynı düşeyde bulunduğu durumda, kat kesme kuvveti de bu noktada etkir. Her ne kadar deprem yükü bu noktada hareketin yönüne bağlı olarak herhangi bir yönde etkili olursa da, deprem yükünün ayrı ayrı binanın iki asal eksenini doğrultusunda etkidiği kabul edilir. Gerekirse herhangi bir doğrultuda etkimesini gözönüne almak amacıyla iki doğrultuda bulunan değerler uygun şekilde birleştirilir.

Yatay kuvvetlerin etkisiyle bir kat düşmesi alttaki kat döşemesine göre relatif olarak hareket eder. Eğer bu öteleme binanın bir asal doğrultusunda tüm kat kolonlarında aynı

doğrultuda ortaya çıkarsa, kat kesme kuvvetleri kolon öteleme rijitliği ile orantılı olur. Bu durumda kolon kesme kuvvetlerinin bileşkesi  $R$  kat rijitlik merkezi üzerinde olur. İki doğrultuda kat rijit ötelenmesi düşünülerek kat rijitlik merkezi bulunabilir. Planda kolonlar düzgün dağıtılmışsa rijitlik merkezi şeklin geometrik merkezine dolayısıyla  $G$  kütle merkezine yakın bulunur. Ancak, bina planda düzenli değilse, kolonlar planda iyi

dağılmamışsa veya binada simetrik yerleşmeyen perdeler varsa, rijitlik merkezi rijit elemanlara doğru kayar dışmerkez durumu ortaya çıkar. Kütle merkezinde bulunan kat kesme kuvveti bu noktaya geçirildiğinde ilave bir burulma momenti oluşur. Bu da, binayı planda rijilik merkezi etrafında döndürmeye çalışırken, kolonlarda ilave kesme kuvvetleri meydana getirir. Ek burulma momentinin etkisini azaltmak ve kat relatif yerdeğiştirmelerini sınırlandırmak bakımından kütle merkezi ile rijitlik merkezini birbirine yaklaştırmak uygundur. Planda rijit kısımların bir tarafa toplanması rijitlik merkezini ve kütle merkezinin birbirinden uzaklaşmasına neden olacaktır. Perdelerin planda simetrik düzenlenmesi ile rijitlik merkezinin planda simetri merkezine yaklaşmasını sağlar. Ayrıca, simetrinin olmaması durumunda oluşan burulma momentleri altında yapının davranışının sağlıklı olarak belirlenmesi zordur.



Şekil 2.3 A1-A2-A3 düzensizlikleri (Deprem Yönetmeliği 1997)

Ek zorlamaların çıkmasını önleyerek, depremin taşıyıcı sistemdeki etkisini azaltmak için yapının planda basit ve düzgün seçilmesi uygundur. T ve L gibi şekillerden kaçınılmalı veya Şekil 2.2. de gösterildiği gibi bunlar basit dikdörtgenlere bölünerek kullanılmalıdır. Yönetmelikte A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3 şeklinde isimlendirilen; burulma, döşeme süreksizliği, planda çıkıntılar olması, taşıyıcı sistem elemanlarının eksenlerinin paralel olmaması, zayıf kat, yumuşak kat, düşey eleman süreksizliği gibi düzensizlikler olmamalıdır. Şekil 2.3 de gösterilen iki bina tamamen aynı olsa bile, depremde aynı fazda titreşmeyebilir. Bu nedenle iki bina arasındaki köprü şeklindeki bağımlı binaların farklı serbest yatay

titreşimini mümkün kılacak ve yatay bir kuvvet iletimini önleyecek şekilde oluşturulmasıyla, ek zorlamaların meydana gelmesi önlenabilir.

Kat kirişlerinde süreksizlik bulunması, özellikle kısa kolon davranışı ortaya çıkarması ve çerçeve düğüm noktalarında ek zorlamalar oluşturması nedeniyle, uygun değildir. Özellikle kolonlarda diğer önemli bir hasar da, taşıyıcı olmayan rijit elemanlarla kolonun depremdeki doğal şekil değiştirmesinin önlenmesi nedeniyle ortaya çıkar. Rijit bölme duvarı kolonlardan birinin etkili boyunu kısaltırken, kolonun yanal yer değiştirme rijitliği artar. Depremden oluşan kat kesme kuvveti kolonlara yatay öteleme rijitlikleri ile dağıldığı için, yatay öteleme rijitliği artan kolon öngörülenden fazla yatay kuvvet karşılamak durumunda kalır. Kolonda kesme kuvveti artarken, etkili boyun kısalması eğilme momentini düşük değerde tutar. Kesme kuvveti ile oluşan güç tükenmesi, relatif olarak daha gevrek bir kırılmaya neden olur. Bu şekilde hiç beklenmeyen kırılma şekli taşıyıcı sistemi toptan göçmeye kadar götürebilir. Burada alınacak önlem, kısa kolon davranışının oluşmaması için kolonun serbest şekil değiştirmesinin sağlanması veya kısa kolon oluşumunun engellenemediği durumda, donatının artırılması gözönünde tutularak artırılan uç kesit eğilme momenti kapasiteleri ile hesaplanmış kesme kuvveti esas alınarak boyutlandırılmasıdır. Böylece, sünek olmayan kesme kuvveti güç tükenmesine sünek olan eğilme momenti güç tükenmesinden önce erişilmemesi sağlanmış olur.

Yapılarda kolonun bir konsolun ucuna mesnetlenerek B3 türü bir düzensizlik yapılmasına yatay yükün karşılanmasında çerçeve oluşumunu engellediği için izin verilmez. Ancak; kolon, iki ucundan mesnetli bir kirişe oturmuşsa, bu kirişin bağlandığı elemanlarda kesit etkileri %50 arttırılır. Bunun gibi, perdenin kolona oturtulması durumunda da kolon kesit etkileri %50 arttırılır.

### 2.3 Deprem Hesabı

Deprem etkisi altındaki bina türünden yapıların taşıyıcı sisteminde boyutlamaya esas olacak kesit etkilerinin bulunmasında farklı seviyelerde olan çözümleme yöntemleri vardır:

a) Zaman alanında çözümleme yöntemi: Bu çözümleme yöntemi, araştırma amacıyla kullanılması yanında, daha basit yöntemlerle yapılan çözümlerde bulunan sonuçların yorumlanmasında da kullanılabilir.

b) Mod birleştirme yöntemi: Bu elastik dinamik çözümleme yöntemi, sistemin davranışlarının, her bir serbest titreşim modunun deprem hareketine olan cevabının ayrı ayrı elde edilmesinden sonra birleştirilmesi ile bulunabileceği kabulüne dayanır. Binalarda kütlelerin katlarda toplandığı kabul edilerek her kat için iki öteleme ve bir dönme hareketi esas alınır. Dönme hareketi nedeniyle katlarda kütle merkezi ile rijitlik merkezinin üst üste gelmesinin etkisi de hesaba katılmış olur. Matematiksel olarak sağlam bir temele dayanmasına rağmen , kesin güveni zedeleyen bazı hususlara da sahiptir. Yöntemin hesap tekniği tamamen elastik davranışa dayanır. Ekonomik boyutlandırma genel olarak taşıyıcı sistemin sünek davranışının sağlanması ile ilgilidir. Sünek davranış esas alındığı oranda modları birleştirme tekniğinin uygulanabilirliği azalır. Betonun düşük gerilmelerde bile doğrusal davranıştan ayrılması, elastik davranış kabulünün geçerliliğini sınırlar. Depreme ait bilgilerin kabulünden sonra, teorik sonuçlara güvenilmemelidir. Doğrusal elastik davranış kabul edilse bile, deprem ile ilgili bilgilerin güvenilirliği mertebesinde sonuçların doğru olduğu unutulmamalıdır.

c) Eşdeğer deprem yöntemi: Yukarıda açıklanan hususlardan dolayı, bu yöntem taşıyıcı sistemi düzenli ve düzensizliği fazla olmayan binalar için, üç yöntemin en kullanışlısı olarak bilinir. Boyutlamada kapasite kavramının kullanılması, sünekliğin kontrollü bir şekilde ve istenilen yerlerde oluşmasının sağlanması ve istenmeyen güç tükenmesi şekillerinin önlenmesi koşulu ile bu yöntem daha karmaşık çözümlemelere ihtiyaç duyulmaksızın yaygın bir şekilde uygulanabilir. Özellikle taşıyıcı sistemi düzenli olan yapılarda yapı davranışını en iyi şekilde temsil eder. Taşıyıcı sistemde düzensizlik bulunması durumunda Mod Birleştirme Yöntemi öngörülürse de, elde edilen sonuçların Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile bulunanla karşılaştırılması istenir. Birbirine dik iki deprem doğrultusunun her biri için, her bir katta, en büyük relatif kat ötelemesinin aynı kattaki ortalama ötelemeye oranı olan Burulma düzensizlik katsayısının

$$\eta=2 \Delta_{\max}/(\Delta_{\max} + \Delta_{\min}) < 2.0 \quad (2.1)$$

olması yanında aşağıdaki koşulların sağlanması durumunda Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kullanılabilir:

•Birinci ve ikinci derece deprem bölgesinde, temel üst seviyesinden itibaren toplam yüksekliği 25m den fazla olmayan binalar

•Birinci ve ikinci derece deprem bölgesinde, temel üst seviyesinden itibaren toplam yüksekliği 25m ile 60m arasında ve B2 türü düzensizliğinin bulunmadığı binalar, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgesinde, temel üst seviyesinden itibaren toplam yüksekliği 75m den fazla olmayan tüm binalarda Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kullanılabilir.

Yukarıda açıklanan yöntemlerden biri ile deprem etkisinde bulunan E kesit tesirlerinin düşey yüklerle beraber bulunduğu kabul edilerek aşağıdaki yük birleştirilmeleri boyutlamada esas alınır.

$$1.0 G + 1.0 Q + 1.0 F \qquad \qquad \qquad 0.9 G + 1.0 E \qquad \qquad \qquad (2.2)$$

Birinci yük durumunda depremin sık ortaya çıkmadığı ve kısa süre devam ettiği düşünülerek yük katsayıları birim olarak alınmıştır. İkinci durum; düşey yükün, deprem yükünün karşılanmasında faydalı etkisi olduğu zaman söz konusu olur.

### 2.3.1 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

Kiriş, kolon ve perdelerden oluşan betonarme iskeletli yapılara etkiyen deprem yükleri genellikle yapıya döşemeleri seviyesinde etkiyen yatay yükler olarak kabul edilir. Yatay yüklerin binanın asal doğrultularında ayrı ayrı etkidiğı kabul edilerek, taşıyıcı sistemlerin elemanlarında kesit etkileri bulunur.

Yapıların depreme dayanıklı olarak boyutlanmasında kullanılan Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü, taban kesme kuvveti olarak bilinir ve W toplam yapı ağırlığı olmak

$$V_t = W A (T_1) / R_a (T_1) > 0.10 A_0 1W \qquad \qquad \qquad (2.3)$$

şeklinde belirlenir. İfadedeki A Spektral İvme Katsayısı

$$A(T_1)=A_0IS(T_1) \quad (2.4)$$

olarak verilmiştir. Burada;  $A_0$  Etkin Yer ivmesi Katsayısı,  $I$  Yapı önem Katsayısı,  $S$  Spektrum Katsayısı ve  $T_1$  saniye olarak Yapının Birinci Doğal Periyodunu göstermektedir. Etkin yer ivmesi katsayısı, deprem tehlikesinin bölgedeki durumunu göstermekte olup, deprem bölgesine bağlı olarak tablo 2.1 de verilmiştir.

Çizelge2.1 Deprem bölgesi, yer ivmesi tablosu (Deprem Yönetmeliği 1997)

| Deprem bölgesi | 1   | 2   | 3   | 4   |
|----------------|-----|-----|-----|-----|
| $A_0$          | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.1 |

Çizelge2.2 Zemin sınıfları (Deprem Yönetmeliği 1997)

| ZEMİN GRUBU | TANIMLAMA                                                                                        |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A           | Ayrışmamış sağlam kayalar;çok sıkı çakıl ve kum;sert kil ve sitli kil                            |
| B           | Ayrışmamış ve çatlaklı kayalar;sıkı çakıl ve kum ;çok katı kil ve siltli kil                     |
| C           | Yumuşak,süreksiz düzlemlili çok ayrışmış kayalar;orta sıkı çakıl ve kum;katı kil ve siltli kil   |
| D           | Yer altı su seviyesi yüksek olan yumuşak alüvyon tabakaları:gevşek kum;yumuşak kil ve siltli kil |

Çizelge2.3 Zemin sınıfı, spektrum katsayıları (Deprem Yönetmeliği 1997)

| ZEMİN SINIFI | TANIMLAMA                                                                                                                   | Ta(s) | Tb(s) |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|
| Z1           | A grubu zeminler; en üst tabaka kalınlığı 15m den az<br>B grubu zeminler.                                                   | 0.10  | 0.30  |
| Z2           | En üst tabaka kalınlığı 15m den fazla B grubu<br>zeminler; en üst tabaka kalınlığı 15m den az C grubu<br>zeminler           | 0.15  | 0.40  |
| Z3           | En üst tabaka kalınlığı 15-20 m arasındaki C grubu<br>zeminler; en üst tabaka kalınlığı 10m den az olan D<br>grubu zeminler | 0.15  | 0.60  |
| Z4           | En üst tabaka kalınlığı 50m den fazla C grubu<br>zeminler en üst tabaka kalınlığı 10m den fazla D grubu<br>zeminler.        | 0.20  | 0.90  |

Yapı önem katsayısı, yapının kullanım amacına bağlı olarak belirlenir. Depremden hemen sonra kullanılması gereken yapılarda ve halkın çok yığıldığı yapılarda, depremin doğuracağı can kaybı ve zarar daha fazla olacağından bu katsayı daha büyüktür.

Spektrum katsayısı,

$$S(T_1) = 1 + 1.5 T_1/T_a \quad (0 < T_1 < T_a) \quad (2.5)$$

$$S(T_1) = 2.5 \quad (T_a < T_1 < T_b) \quad (2.6)$$

$$S(T_1) = 2.5(T_b/T_1)^{0.8} \quad (T_b < T_1) \quad (2.7)$$

ifadesiyle verilir. Burada;  $T_a$  ve  $T_b$  saniye olarak Zemin Spektrum Karakteristik Periyotlarını göstermektedir. Tablo 2.3 de görüldüğü gibi, spektrum katsayısında başlangıçta yükselen bir kolun ardından, en büyük değeri aldığı bir bölüm bulunmaktadır. Daha sonra yapı periyodunun büyümesi ile katsayı küçülmektedir. Spektrum katsayısı yumuşak zeminlerde ( $Z_4$ ) daha geniş periyot bölgesinde en büyük değerini alırken, sert zeminlerde ( $Z_1$ ) bu bölge daha dar olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durum zemin büyütmesinin yumuşak zeminlerde daha geniş bölgede etkili olduğuna işaret etmektedir. Deprem etkisinin bir dinamik etki olduğu düşünülürse toplam deprem kuvvetinin Kütle x İvme şeklinde yazılabileceği kabul edilebilir. Bunun sonucu olarak  $A_0$  = maksimum deprem ivmesi /  $g$  olarak ifade edilebilir. Sonuç olarak taşıyıcı sisteme etkileyen toplam deprem yükü  $W A(T_1)$  şeklinde yapı ağırlığının spektral ivme katsayısı ile çarpılması olarak elde edilir. Bulunan bu deprem etkisini yapının elastik davranarak taşınmasını öngörmek ekonomik olmayan büyük boyutların ortaya çıkmasına neden olur. Deprem yönetmeliklerinde genel eğilim, meydana gelmesi olasılığı düşük olan deprem etkisinin taşıyıcı sistemin elastik ötesi kapasitesinin de gözönüne alınarak taşınmasıdır. Ancak, elastik ötesi davranış gözönüne alan çözümlemelerin zorluğu nedeniyle, doğrusal olmayan elastik ötesi davranış yerine, doğrusal elastik davranış şeklinde bir eşleştirme yapılır. Bu suretle taşıyıcı sistemin alışlagelen doğrusal elastik çözümlemesi kullanılır. Burada,  $R_a$  Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı olup, bunun kullanılmasıyla taşıyıcı sistemde doğrusal olmayan elastik ötesi davranış nedeniyle artan kapasite gözönüne alınmaktadır. Bu katsayı, taşıyıcı sistemin özelliğine bağlıdır. Hiperstatiklik derecesi yüksek olan taşıyıcı sistemde, elemanlar arası yardımlaşma daha fazla ve doğrusal olmayan elastik ötesi davranış nedeniyle kapasite artması, dolayısıyla deprem yükü azaltma katsayısı daha büyüktür. Bunun gibi, deprem etkisinin daha çok zorladığı kolon-kiriş birleşim bölgesinde sık etriye kullanılarak betonun sünekliğinin artırıldığı sistemlerde de aynı nedenle  $R_a$  katsayısı büyüktür. Benzer şekilde çerçeve taşıyıcı sistemler perdeli sistemlere göre daha sünek olduğu için, deprem yükü azaltma katsayısı daha büyüktür. Bunun gibi, boşuklu perdeler boşuksuz olanlara göre daha sünek olduğu için,  $R_a$  katsayısı boşuklu perdeli binalarda daha büyüktür. Yerinde dökme betonarme binaların hiperstatiklik derecesi, prefabrike yapılara göre daha yüksek olduğu için, elastik ötesi davranış nedeniyle ortaya çıkacak kapasite daha fazla olacaktır. Bunların yanında, yönetmeliklerde öngörülen donatı akma gerilmesi ve beton dayanımının yanında, öngörülen donatı kopma uzaması ve betonun en büyük kısalmasının sağlanması gibi, iki malzeme arasında aderansın gerçekleşmesinin sünekliğin önkoşulu olduğu unutulmamalıdır.

**Yönetmelikte  $R_a$  Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı**

$$R(T_1) = 1.5 + (R - 1.5) T_1/T_A \quad (0 < T < T_A) \quad (2.8)$$

$$R_a(T_1) = R \quad (T_A < T) \quad (2.9)$$

Titreşim periyodu çok küçük yapılarda relatif olarak daha rijit ve gevrek oldukları için, daha düşük tutulmuştur. Buna karşılık, periyodun artmasıyla daha kolay şekil değiştiren sünek yapılarda azaltma görülmüştür. Çizelge 2.3 de görüldüğü gibi, betonarme taşıyıcı sistemler boyutlamada uyulan kurallara bağlı olarak Süneklik Düzeyi Normal ve Süneklik Düzeyi Yüksek şeklinde ikiye ayrılmıştır. Tablonun incelenmesinden, süneklik düzeyi yüksek olan yapılarda, elastik ötesi davranış önemli olduğu için taşıyıcı sistem davranış katsayısı, dolayısıyla deprem yükü azaltma katsayısı büyük olduğu görülmektedir. Yerinde dökme betonarme binalar, prefabrike olanlara göre daha yüksek mertebeden hiperstatik olduğu için, taşıyıcı sistem davranış katsayısı daha büyüktür. Çerçevesiz sistemler, perdeli olanlara göre, daha sünek olmasının ve boşluklu perdelerin davranışının bu iki arasında bulunmasının da tabloda verilen değerlere yansıdığı görülmektedir.

Birinci ve ikinci deprem bölgelerinde temel üstünde ölçülen bina toplam yüksekliğinin  $H_N < 25\text{m}$  olması durumunda ve üçüncü ve dördüncü deprem bölgelerinde Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminin uygulandığı tüm binalarda, binanın Birinci Doğal Periyodu

$$T_1 = C_t H N^{0.75} \quad C_t = 0.07(0.05) \text{ çerçevesiz (perdeli) binalarda} \quad (2.10)$$

olarak hesap edilebilir. Diğer durumlarda yapının deprem hesabına esas olacak birinci doğal periyodu Rayleigh Yöntemi kullanılarak

$$T = 2\pi \sqrt{(\sum (W_i d_i^2) / \sum (g F_i d_i))} \quad (2.11)$$

formülüyle daha gerçekçi olarak hesap edilebilir. Burada;  $F_i$  katlara etkiyen yatay kuvvet,  $d_i$  karşı gelen kat yerdeğiştirmesi,  $g$  yerçekim ivmesi ve  $W_i$  kat ağırlığıdır. Toplama düşey kesitte her kat gözönüne alınarak yapılacaktır.

Çizelge2.4 Süneklilik katsayısı (Deprem Yönetmeliğı1997)

| TAŞIYICI SİSTEM                                                                         | SÜNEKLİK<br>NORMAL | SÜNEKLİK<br>YÜKSEK |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|
| <b>YERİNDE DÖKME BİNALAR</b>                                                            |                    |                    |
| DEPREM YÜKLERİ ÇERÇEVELERLE TAŞINAN                                                     | 4                  | 8                  |
| DEPREM YÜKLERİ BAĞ KİRİŞLİ(BOŞLUKLU)PERDELERLE TAŞINAN                                  | 4                  | 7                  |
| DEPREM YÜKLERİ BOŞLUKSUZ PERDELERLE TAŞINAN                                             | 4                  | 6                  |
| DEPREM YÜKLERİ ÇERÇEVELER VE PERDELERLE TAŞINAN                                         | 4                  | 7                  |
| <b>PREFABRİKE BETONARME BİNALAR</b>                                                     |                    |                    |
| DEPREM YÜKLERİNİN BAĞLANTILARI TERSİNİR MOMENT AKTARABİLEN ÇERÇEVELERLE TAŞINAN         | 3                  | 6                  |
| DEPREM YÜKLERİ TEMELE ANKASTRE ÜSTTE MAFSALLI TEK KATLI ÇERÇEVELERLE TAŞINAN            | -                  | 5                  |
| DEPREM YÜKLERİ PREFABRİKE BOŞLUKSUZ PERDLERLE TAŞINAN BİNALAR                           | -                  | 4                  |
| DEPREM YÜKLERİ PERDELERLE BAĞLANTILARI TERSİNİR MOMENT AKTARABİLEN ÇERÇEVELERLE TAŞINAN | 3                  | 5                  |

Çizelge 2.5 Hareketli yük azaltma katsayısı (Deprem Yönetmeliği)

| HAREKETLİ YÜK AZALTMA KATSAYISI                                                                                | N    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| DEPOLAR.                                                                                                       | 0.80 |
| OKULLAR, ÖĞRENCİ YURTLARI, SPOR TESİSLERİ, SİNEMA KONSER<br>SALONLARI, TİYATROLAR, GARAJ LOKANTA VE MAĞAZALAR. | 0.60 |
| ÖZEL KONUTLAR, OTEL VE HASTANELER, İŞYERLERİ                                                                   | 0.30 |

Taban kesme kuvveti  $V_t$  nin hesaplanmasında kullanılacak  $W$  toplam yapı ağırlığı”

$$W = \sum_{i=1}^N W_i \quad (2.12)$$

olup,  $W_i$  kat ağırlıkları

$$W_i = G_i + nQ_i \quad (2.13)$$

olarak hesaplanacaktır. Burada,  $G_i$  ve  $Q_i$  söz konusu kattaki sabit ve hareketli yüklerin toplamıdır.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) W_i H_i / (\sum_{j=1}^N W_j H_j) \quad (2.14)$$

Denklemden yapının kat seviyelerine uygulanacak yatay yükler hesaplanır.

#### 2.4 Depreme Dayanıklı Betonarme Taşıyıcı Sistem Tasarımı

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kullanılarak bulunan deprem yükü altında taşıyıcı sistemin çözümlenmesinin yapılması ve kesitlerin bulunan etkilerin karşılayacak şekilde boyutlandırılması depreme dayanıklı tasarımı birinci bölümünü oluşturur. Ancak, yapılan bu işlem yeterli olmayıp, tasarımın ikinci bölümü oluşturan iki dizi ek önlemin alınmasını gerektirir:

Deprem yükünün belirlenmesinde söz konusu edildiği gibi,  $W A(T_1)$  şeklindeki deprem yükü, taşıyıcı sistemin doğrusal elastik olmayan sünek davranışı düşünülerek  $W A(T_1) / R_a$

olarak azaltılmıştır. Bu işlemin yapılabilmesi için elemanların sünekliğinin öngörülen düzeye çıkarılması için, alınması gerekli önlemler.

Sınır durumların açıklanmasında sözkonusu edildiği gibi, yönetmelikte öngörülen kuvvetlerden daha büyük etki oluşturabilecek bir depremin meydana gelmesi durumunda, taşıyıcı sistemin göçme mekanizmasını kontrol ederek can kaybının önlenmesi için alınması gerekli önlemler.

Tasarımın ikinci bölümünü yukarıda açıklanan iki hususa ait önlemler oluşturur. Bu önlemler taşıyıcı sistemin boyutlandırılmasından daha çok, boyutlandırılmış bir taşıyıcı sistemde ilgili kontrollerin yapılarak öngörülen koşulların sağlandığının gösterilmesi şeklindedir. Eğer bu koşulların sağlandığı gösterilemiyorsa, ilgili boyut değişiklikleri yapıldıktan sonra, deprem etkisi altında taşıyıcı sistemin tekrar çözülmesi ve daha sonra ilgili koşulların tekrar kontrolü söz konusu olur. Yapı türlerinin deprem etkileri altındaki davranışı değişik olduğu için bu bölümdeki tasarım koşulları yapı türüne bağlıdır.

Deprem yükünün belirlenmesinde taşıyıcı sistemin doğrusal elastik olmayan sünek davranışı düşünülerek, deprem yükü, R taşıyıcı sistem davranış katsayısına bağlı olan  $R_a$  deprem yükü azaltma katsayısı ile azaltılmıştır. Betonarme taşıyıcı sistemlerde uygun önlemler alınarak süneklik düzeyini arttırmak mümkündür.

Verilen tabloda Süneklik Düzeyi Normal ve Süneklik Düzeyi Yüksek olmak üzere iki süneklik düzeyi tanımlanmıştır. Bu durumda yönetmelikte taşıyıcı sistemin tasarımı için iki seçenek verilmiştir:

**Süneklik Düzeyi Normal Taşıyıcı Sistem Tasarımı:** Yönetmelikteki tasarımının birinci bölümünde verilen daha küçük deprem yükü azaltma katsayısı kullanarak daha büyük deprem etkileri için boyutlamanın yapılması, buna karşılık tasarımın ikinci bölümünde bu süneklik düzeyi için öngörülen daha hafif koşulların sağlanması şeklindedir.

**Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistem Tasarımı:** Yönetmelikteki tasarımının birinci bölümünde verilen daha büyük deprem yükü azaltma katsayısı kullanarak daha küçük deprem etkileri için boyutlamanın yapılması, buna karşılık tasarımın ikinci bölümünde bu süneklik düzeyi için öngörülen daha ağır koşulların sağlanması şeklindedir.

Bu seçeneğin verilmesine rağmen, meydana gelen depremlerde sünek taşıyıcı sistemlerin deprem etkisindeki olumlu davranışı gözönünde tutularak, yönetmelikte süneklik düzeyi

yüksek sistemlerin tasarımı teşvik edilmiştir. Aşağıda verilen bölümlerde betonarme taşıyıcı sistem elemanları için depreme dayanıklı tasarımın ikinci bölümüne ait koşullar verilmiştir.

## 2.5 Boyutlamada Kapasite Kavramı

Taşıyıcı sistemde güvenliğin sağlanması için, düşey yüklerin belirlenmesindeki zorluklar ve malzeme dayanımındaki değişimler gözönüne alınarak, güvenlik katsayıları Sabit yüke göre hareketli yükün tesbitindeki belirsizlik gözönünde tutularak yük arttırma katsayısı büyük seçilir. Bunun gibi, şekle göre betonun kalitesinin büyük bir aralıkta değişebileceği gözönüne alınarak malzeme güvenlik katsayısı daha büyük kabul edilir. Düşey yüklerle kıyas edildiğinde, deprem ve rüzgar yüklerinin belirlenmesindeki güçlüğün fazla olduğu kolayca görülür. Deprem etkisinin sayısal olarak kabul edilip, taşıyıcı sistemin çözülmesinde gözönüne alınması pek çok kabulü içerir. Kabul edilen bir deprem etkisinin meydana gelmesi ancak belirli bir ihtimalle mümkündür. Bu nedenle, kabul edilen düzeydeki yatay yükün taşıyıcı sistem tarafından karşılanması yanında, daha büyük etkilerde meydana gelecek hasarın taşıyıcı sistemde dağılmış olarak ortaya çıkması, boyutlamada gözönüne alınan diğer önemli bir ilkedir. Sünek davranış gösteren elemanlarda kapasitenin kesitlere olabildiğince düzgün yayılması, öngörülen yükün üstünde yüklenmesi durumunda hasarın bir kesitte yoğunlaşmasını önleyecek ve yayılı olarak ortaya çıkmasını sağlayacaktır. Deprem yüklerinin kabul edilenin üstüne çıkması söz konusu olabildiği için, verilen açıklamaya uygun boyutlama yapılması bu durumda da önemlidir. Verilen örnekte kiriş kesitlerinin hepsi, sünek olan eğilme güç tükenmesi ile zorlandığı için, hasarın bunlara dağıtılması esas alınmıştır. Buna karşılık aşağıda da açıklanacağı gibi, sünek güç tükenmesi (eğilme momenti güç tükenmesi) ile sünek olmayan göçme (aderans çözülmesi, kesme kuvveti ve zımbalama güç tükenmesi) beraber bulunduğu sünek olmayan etkiye ait kapasite arttırılarak, güç tükenmesinin sünek olarak ortaya çıkması sağlanmalıdır.

Kapasite kavramı esas alınarak yapılan boyutlamada, yapının yatay yük taşıyan sisteminin, büyük depremlerde enerji sönümlemesi esas alınır. Elemanların eğilme momenti taşıyan kritik bölgelerinde elastik ötesi şekil değiştirmelerinin yoğunlaşması (plastik mafsall oluşumu) kabul edilirken, kapasitede alınan önlemlerle (aderans çözülmesi, kesme kuvveti güç tükenmesi ve zımbalama gibi) sünek olmayan güç tükenmesi önlenir. Kapasite kavramı esas alınarak yapılacak boyutlamada, önce şiddetli bir depremde sünek davranışın ortaya çıkması sonucu hasarın yoğunlaşması beklenen plastik mafsall bölgeleri seçilir. Bu bölgeler, öngörülen taşıma gücü oluşacak şekilde boyutlandırılır ve donatısı belirlenir. Sünekliğin oluşması için (etriye sıklaştırması, donatının kenetlenmesinin sağlanması gibi) gerekli önlemler alınır Plastik

mafsalın ortaya çıkması beklenen bölgeleri içeren elemanlarda gevrek göçme meydana getirebilecek (donatının aderansının çözülmesi, zımbalama ve kesme kuvveti güç tükenmesi gibi) elastik olmayan şekil değiştirmeler, plastik mafsal kapasitesini aşacak şekilde dayanım sağlanarak önlenir. Bunun gibi gevrek güç tükenmesine neden olacak bölgeler veya güç tükenmesi durumunda kararlı bir enerji sönümlenmesi mümkün olmayan elemanlar güçlendirilerek sünek plastik mafsal bölgelerinin daha önce oluşması sağlanır. Böylece diğer bölgelerin şiddetli bir depremde de elastik kalması sağlanmış olur. Görüldüğü gibi, boyutlamada kapasite kavramının kullanılmasıyla, şiddetli bir depremde yapı, sünek olan ve toptan göçmeye neden olmayan belirli bir göçme şekline zorlanmakta, diğer bir deyişle sünek olmayan ve toptan göçmeye neden olabilecek bir göçme şeklinin oluşmaması için önlem alınmaktadır.

Göçme şeklinin seçilmesiyle, büyük bir depremde hasarın yoğunlaşacağı plastik mafsal bölgeleri belirlenir. Boyutlamada, önce seçilen plastik mafsal bölgelerinde elastik ötesi şekil değiştirme meydana gelecek şekilde yapılır. Bu durumun gerçekleşmesi için, mafsal oluşması istenmeyen kesitlerin eğilme momenti kapasitesi, mafsal oluşması planlanan kesitlerden daha büyük tutulur. Örneğin, bir kiriş kolon birleşim bölgesinde yukarıda açıklanan nedenlerle mafsalın kolon kesitlerinden önce kiriş kesitlerinde oluşması uygundur. Bu durumda kolon kesitlerinin normal kuvveti de gözönüne alınarak hesaplanan eğilme momenti kapasitelerinin toplamının, kiriş kesitleri kapasitelerinin toplamından belirli bir oranda daha büyük olması sağlanmalıdır. Böyle bir kontrol yapılırken, statik hesap sonucu bulunan değerler yerine, kesitte mevcut donatı esas alınarak elde edilen kapasiteler kıyaslanmalıdır.

Betonarme elemanlarda kesme kuvveti güç tükenmesi sünek olmayan bir şekilde ortaya çıkar. Bu nedenle, elemanın kesme kuvveti karşılama kapasitesinin, eğilme momenti kapasitesinden daha büyük tutulması esas alınır. Örneğin, bir kolonda iki uç kesitin taşıyabileceği eğilme momenti kapasitelerinden hareket edilerek bir kesme kuvveti hesaplanır. Boyutlamada bu kesme kuvvetinin karşılanması esas alınır. Kesme kuvvetinin bulunan değeri, boyutlamaya esas alınan yükleme durumunda ortaya çıkan kesme kuvvetinden büyüktür. Aradaki fark; kesit moment kapasitelerinin hesaplanırken donatının pekleşmesinden dolayı bir artışın gözönüne alınması yanında kesit hesaplarının değişik nedenlerle eğilme donatısının arttırılarak seçilmesinden kaynaklanır. Bu nedenle böyle bir kapasite kontrolü eğilme donatılarının seçilmesinden sonra gerçekleşebilir. Kirişlerde hesaba esas alınacak kesme kuvveti belirlenirken, düşey yüklerden kirişe bulunan kesme kuvveti ve kolonlarda olduğu

gibi, kiriş uç kesitlerindeki eğilme momenti kapasiteleri ve deprem etkisinin yön değiştirebileceği gözönüne alınmalıdır.

Sünek olmayan güç tükenmesi türlerinden biri olan zımbalama güç tükenmesi ani ve yıkıcıdır. Örneğin, kirişsiz döşemede (plak ve tekil temelde) kolonların mesnetlenme bölgesinde zımbalama, boyutları belirleyen bir etki olarak ortaya çıkar. Bu durumda bu bölgenin zımbalama kapasitesinin komşu kesitlerin eğilme kapasitesinin üstünde bulunacak şekilde boyutlandırılması gerekir. Böylece, yükün yönetmelikte öngörüklenin üstünde bir artma göstermesi durumunda, bölgede zımbalama kapasitesine erişilmeden önce komşu kesitlerde sünek eğilme güç tükenmesi meydana gelir ve sistem büyük şekil değiştirmeler ve yerdeğiştirmelerle bu zorlanmaları karşılar. Kesitlerin eğilme momenti kapasitesi hesap edilirken, mevcut donatı esas alınmalıdır. Konstrüktif nedenlerle, eğilme donatısı arttırılmışsa, benzer şekilde zımbalama donatısının da arttırılması gerekir.

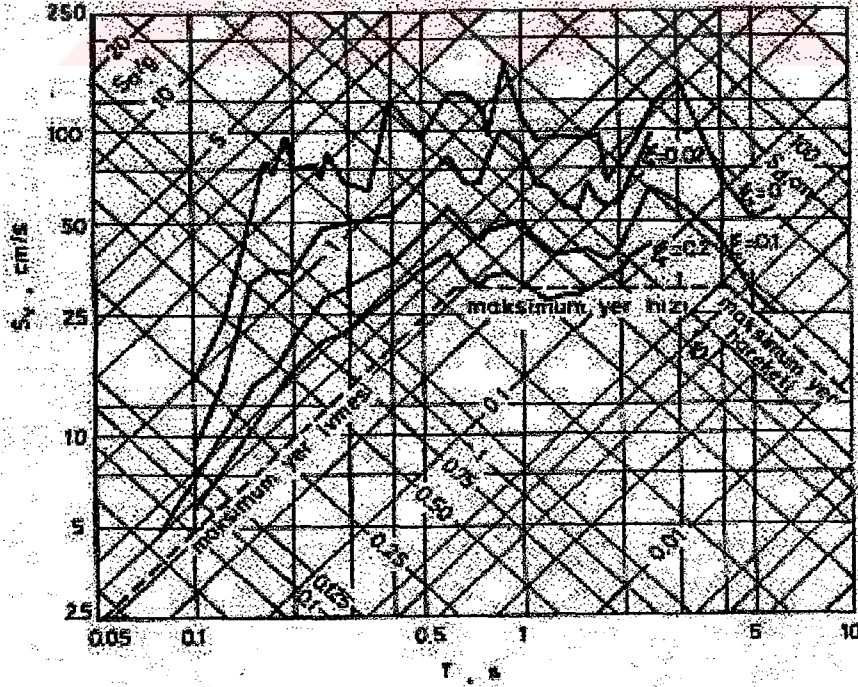
Gerekli olmadığı için kesilen donatının uygun kenetlenme boyu ile taşıdığı kuvveti betona iletmesi gerekir. Kenetlenme boyunun küçük olması sünek olmayan güç tükenmesi biçimi olan aderans çözülmesine sebep olur. Bunun için donatının aderans boyu hesap edilirken, eksenel kuvvet kapasitesinden hareket edilmeli ve buna uygun kenetlenme boyu sağlanmalıdır. Bu suretle, aderans çözülmesi meydana gelmeden donatının akmaya en erişmesi mümkün olacaktır.

### 3. HIZ SPEKTRUM EĞRİSİ

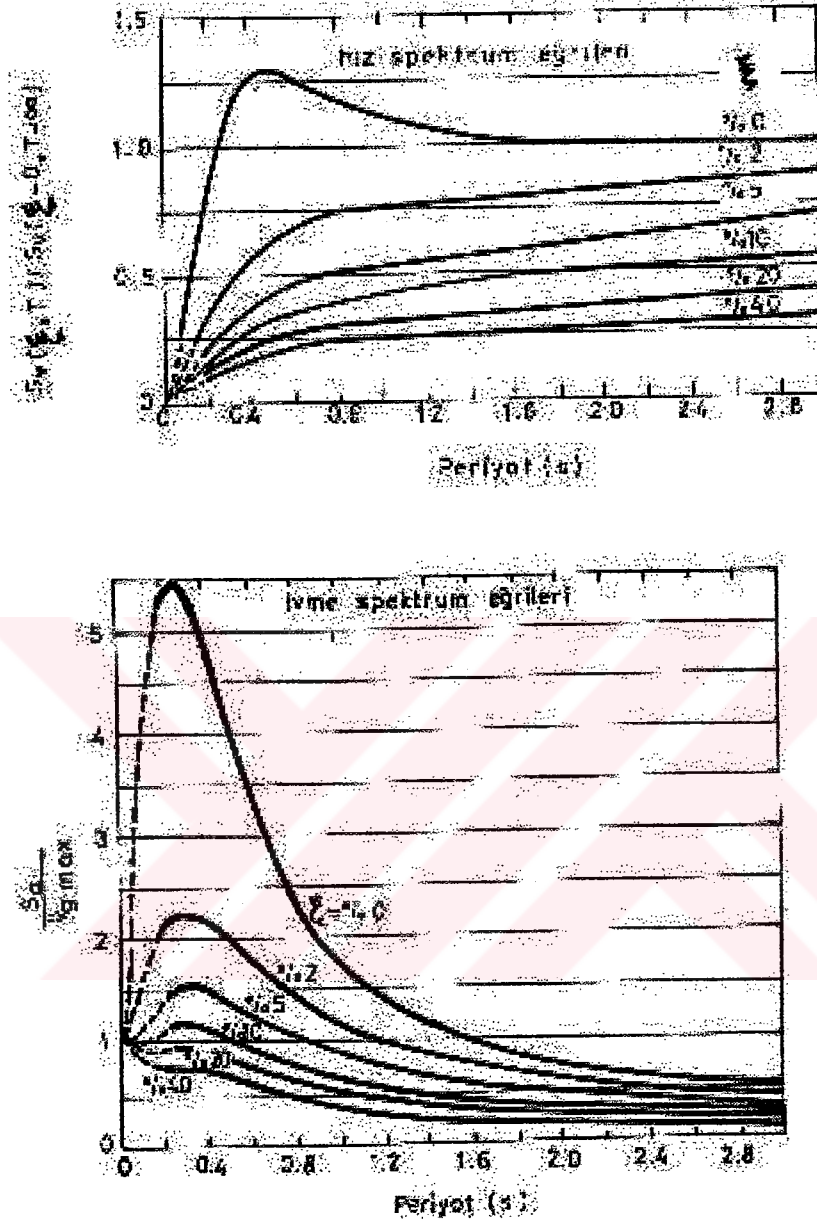
Periyodun çok büyük olduğu durumda, sistem deprem hareketine ataleti ile karşı koyacak ve hareket etmemek isteyecektir. Bu durumda sistemin yere göre olan yer değiştirmesi, deprem hareketinin yerdeğiştirmesinin ters işaretine eşit olacaktır. Bu sebepten periyod büyürken,  $S_d$  =maksimum deprem yerdeğiştirmesi,  $S_v$  = maksimum deprem hızı ve  $S_a$  = 0 olur. Burada  $S_d$  ve  $S_v$  nin relatif yerdeğiştirme ve hız spektrumu,  $S_a$  nın ise mutlak ivme spektrumuna karşı geldiği hatırlanmalıdır. Söz konusu üç spektrum eğrisi belli bir sönüm değeri için aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.

Açıklanan bu spektrum eğrileri belirli bir deprem içindir. Değişik depremlerde eğrilerin özellikleri aynı kalmakla beraber, iniş ve çıkışlar farklı yerlerde ortaya çıkar. Bu durum gözönüne alınarak Ortalama Spektrum düşüncesi ortaya atılmıştır, örneğin, Housner tarafından dört farklı deprem kaydının iki bileşeninin boyutsuzlaştırılıp ortalamalarının alınması ve yuvarlatılmasıyla elde edilen spektrum eğrileri verilmiştir. Yerdeğiştirme spektrumu sönümsüz durumda,  $S_v(T, \text{büyük}) = 1$  olacak şekilde ve ivme spektrumu ise maksimum yerhareketi ivmesine göre boyutsuzlaştırılmıştır. Zeminin sağlam kaya olması

Çizelge 3.1 Maksimum yer ivmesi (Celep Kumbasar 1996)

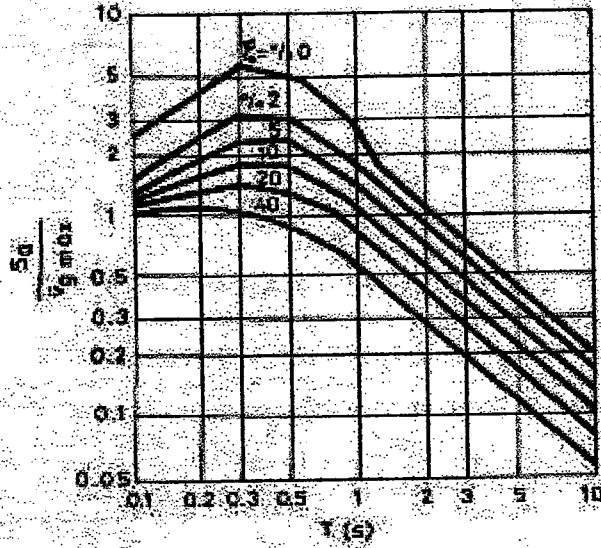


Çizelge 3.2 Hız spektrum peryot eğrileri (Celep Kumbasar 1996)

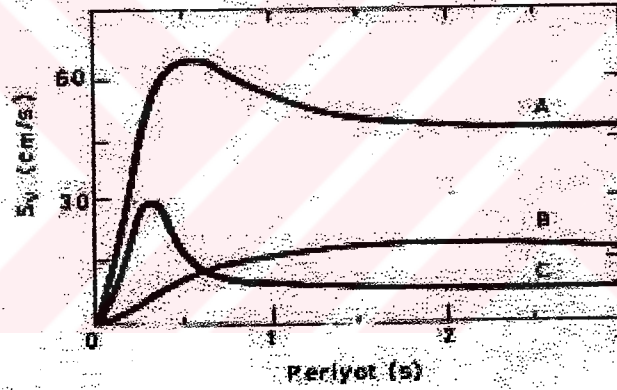


durumunda maksimum yer hareketi ivmesi  $V_{gmax}$  seçilerek bu eğriler kullanılabilir. Zayıf zeminler için ise Takeda tarafından elde edilmiş ortalama ivme spektrumları düzenlenmiştir. Her spektrum eğrisi belirli bir depremi karakterize etmekle beraber, depreme olduğu gibi ka-yıdın alındığı yere de bağlıdır. Bu farklılık zemin koşullarından ileri geldiği gibi deprem odağının kayıt yerine olan uzaklığı ile de ilişkilidir. A eğrisi büyük bir depremin 40 km uzağında, B eğrisi büyük bir depremin 110 km uzağında ve C eğrisi küçük bir depremin 15 km uzağında kaydedilmiş yer hareketinin hız spektrumlarının biçimini göstermektedir. Bu eğrilerden; deprem odağına yakın olunması durumunda, küçük periyodlu bölgede bir tepe gözlenmek,

Çizelge 3.3 Zemin periyot ilişkileri (Celep Kumbasar 1996)



Zayıf zeminler için ortalama ivme spektrumu eğrileri



Deprem büyüklük ve uzaklığının etkisini gösteren hız spektrumu eğrileri

bölgede bir tepe gözlenmektedir. Frekansı büyük deprem dalgaları odaktan uzaklaştıkça daha küçük frekanslı dalgalara göre daha hızlı sönüğü için A eğrisinde bulunan tepe, daha uzaktaki kayda ait B eğrisinde kaybolmuş bulunmaktadır. Hız spektrum eğrileri deprem hareketinin yapıya olan en büyük etkisini gösteren bir ölçüdür. Bu nedenle değişik sönüm oranları için verilen bu eğrilerden birinin altında kalan alan yer hareketinin şiddetinin bir ölçüsü olarak alınabilir. Spektrum siddeti olarak belirli bir sönüm için

$$SI(\xi) = \int Sv(\xi, T) dt \quad (3.1)$$

şeklinde tarif edilen büyüklük deprem hareketinin periyodu 0,1 ve 2.5 s arasındaki yapılarda meydana getirebileceği hasarın da bir ölçüsü olarak kabul edilebilir. Bu büyüklük depremin kayıtlarından çıkarıldığı için. Mercalli şiddeti ne göre depremin yapıların dayanım düzeyinden bağımsız daha gerçekçi bir mutlak ölçüsü olarak görülebilir. Ancak normal bir dayanıma sahip yapı türü kabul edilerek Spektrum şiddeti ile Mercalli şiddeti arasında bağlantı kurulabilir.

### 3.1 Zemin Durumunun Deprem Hareketine Etkisi

Depremin yeraltındaki bir kaynaktan yayılan titreşim hareketi olduğu bilindiğine göre yeryüzündeki bir bölgede meydana getirdiği etkinin bağlı olduğu belli başlı parametreler; 1) Depremin şiddeti. 2) Gözönüne alınan bölgenin enerjinin açığa çıktığı kaynağa olan uzaklığı. 3) Kaynaktan yayılan depremin dalgaının gözönüne alınan yere gelinceye kadar geçtiği ara bölgenin jeolojik durumu, 4) Depremin enerjisinin kaynakta açığa çıkma türü. 5) Ara bölgede bulunan faylardan veya serbest yüzeylerde deprem dalgasının kırılması ve yansması. 6) Bölgedeki zeminin durumu; olarak sınıflanabilir. Bu sayılan parametrelerden zemin durumu ile ilgili olanların depremin karakterine olan etkisi aşağıda açıklanacaktır.

#### 3.1.1 Maksimum İvme:

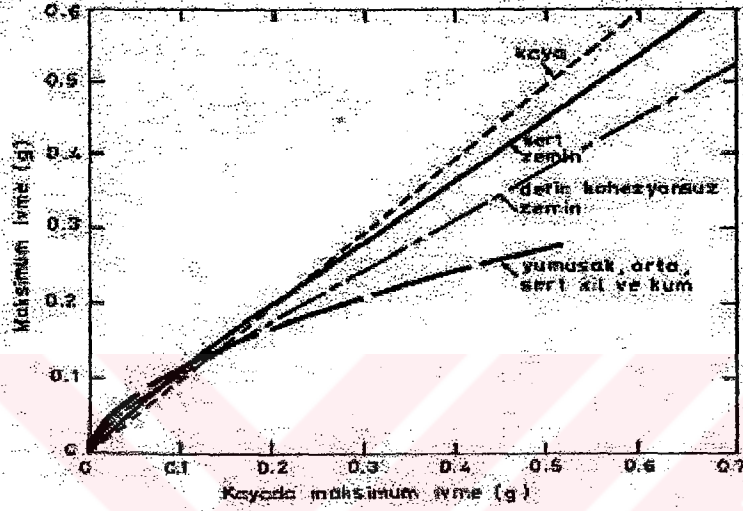
Zemin durumunun maksimum yer ivmesine olan etkisini şekil 3.3 göstermektedir. Buna göre kayada ölçülen ivme derin dolguya sahip zeminde ölçülenden daha fazladır. Ancak, daha ayrıntılı yapılan araştırmalardan bu durumun maksimum ivmenin 0,1g den büyük olması halinde ortaya çıktığını göstermiştir. şekil 3.2 de görüldüğü gibi eğer maksimum ivme 0,1 g den küçük ise durum tersine dönmekte ve maksimum ivme derin dolguda kayadakiniden daha fazla ortaya çıkmaktadır. Aradaki fark yumuşak ve orta derinlikteki kil ve kumlar için oldukça belirgindir. Diğer zemin çeşitleri için ise zeminin durumunun maksimum ivme değerine önemli bir etkisinin olmadığı söylenebilir.

#### 3.1.2 Maksimum Hız:

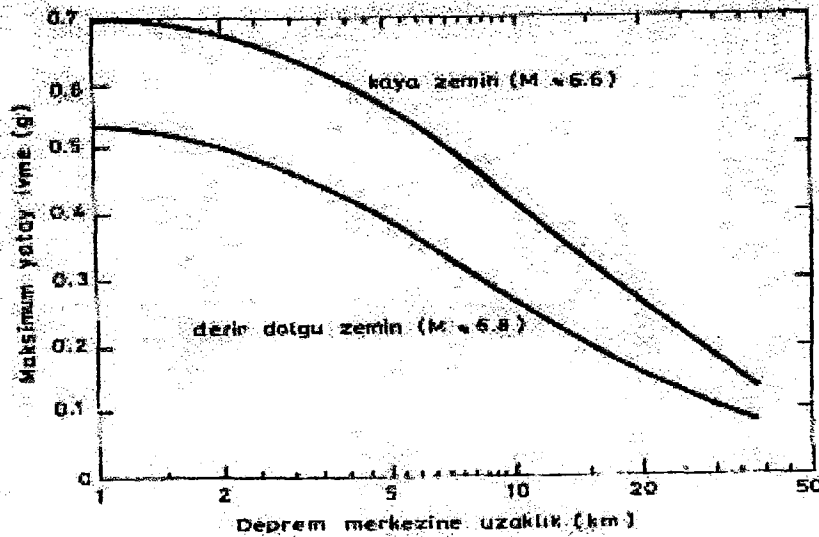
Zemin durumunun maksimum hıza olan etkisi şekil 3.2 da verilmiştir. Bu durumda, yerel zeminin meydana gelecek maksimum hıza önemli etkisi olduğu görülmektedir. Dolgu zemininde meydana gelen hız yaklaşık olarak kayadaki hızın iki katı civarındadır. Deprem hareketinin spektrumu zemin durumundan önemli derecede etkilenir. Farklı zemin durumlarına ait spektrum eğrilerinin birbirleriyle kıyaslanması amacıyla, önce spektrum eğrilerinin normalize edilmesi gerekir. Özellikle 0.5 s den büyük periyod için oldukça farklılıkların bulunduğu görülmüştür. Kohezyonsuz zeminde ve yumuşak ve orta sertlikteki

kil dolgusunda spektral değerlerin 0.5 S luk periyodun üzerinde, sert zemin ve kayaya göre daha büyük olduğu görölmektedir. Bu ise, söz konusu zeminlerin uzun periyoda ait titreşim bileşenlerinin daha büyük oranlarda yer hareketi ile etkileşime girdiğini gösterir. Bu özelliğin zemin derinliği ve yumuşaklık ile arttığı da görölmektedir.

Çizelge 3.4 Kayada maximum hız (Celep Kumbasar 1996)



Çizelge 3.5 Deprem merkezine uzaklığın etkisi (Celep Kumbasar 1996)



#### 4. DEPREME KARŞI YAPI GÜÇLENDİRMESİ

Esasında takviyenin en büyük sorunu yeni elemanların eskileriyle beraber çalışıp çalışmayacağıdır. Çünkü ankraj yapılacak olursa, kirişe 10 cm'de bir ankrajın zaten beton kalitesi düşük olan kirişin parçalanmasına sebep olacaktır.

Veya BS20 beton kullanılırsa, mevcut kiriş ve kolonlar BS10 seviyesinde ise BS20 kullanılması faydalı olsada bağlantı yapılan eleman BS10 luk seviyede kırılacağı için çok fazla avantaj sağlanmamış olur. Bu sebeplerden dolayı en sağlıklı takviye kirişlerin kırılarak başlık bölgesi perde yapılmasıdır. Burada önemli şart kirişin eski donatısının kesilmemesidir, böylece yeni elemanlar tüm çerçeveye çalışabilir.

Takviye ve analizde aşağıdaki sıraya dikkat edilmelidir.

##### 4.1 Mevcut Yapının İncelenmesi

Depreme karşı güçlendirilecek yapının projeye uygunluğunun tespiti, beton ve çelik kalitesinin bulunması ve zemin etüdlerinin yapılarak gerçek durumunun ortaya çıkarılmasıyla ön çalışmalar yapılmalıdır. Mevcut yapı, bilgisayar ortamında modellendikten sonra tüm kolon ve kirişler;2. elastisite modülünde (E2) elde edilen beton ve çelik karakteristik değerleri ve elastisite modülü tanımlanmalıdır.

##### 4.1.1 Depremsiz Yapı Analizi:

Analiz sırasında eşdeğer deprem analizi seçilmeli ve deprem katsayısı  $A_0=0$ ,  $R=4$  alınarak yapı analizi incelenmelidir. Yapı depremsiz durumdaki kolon kiriş ve temelleri incelenmelidir. Eğer depremsiz durumda elemanlarda yetersizlikler var ise öncelikle bunlar takviye edilmelidir.

##### 4.1.2 1975 Deprem Yönetmeliğine Göre İncelenmesi:

Yapının projelendirme tarihi ve o tarihteki deprem yönetmeliğine uygunluğunda araştırılmalıdır. Eğer 1975 deprem yönetmeliği öncesi ise depreme karşı oldukça zayıf tasarlanmıştır. 1975 deprem yönetmeliğine göre yapılmışsa ve özellikle kolonlarda sarılma bölgesi, boyuna donatı koşullarına uyulmuşsa depreme karşı biraz daha iyi durumda olması muhtemeldir. Yapıda perde kullanımı depreme karşı tasarım yapıldığını ifade eder. Ancak 1997 deprem yönetmeliği için yeterli değildir. Yetersizlik olması durumunda o deprem yönetmeliğinede uygun çözülmediği, daha fazla güçlendirmeye ihtiyacı olduğu bir gerçektir.

#### 4.1.3 1997 Deprem Yönetmeliğine Göre İncelenmesi:

Mevcut yapı, genelde yüksek sünek yapı özelliklerini içermeyecektir. Deprem yönetmeliğinde tanımlanan yüksek sünek özellikleri içeriyorsa, yüksek sünek olarak bir çözümle kontrol edilebilir.

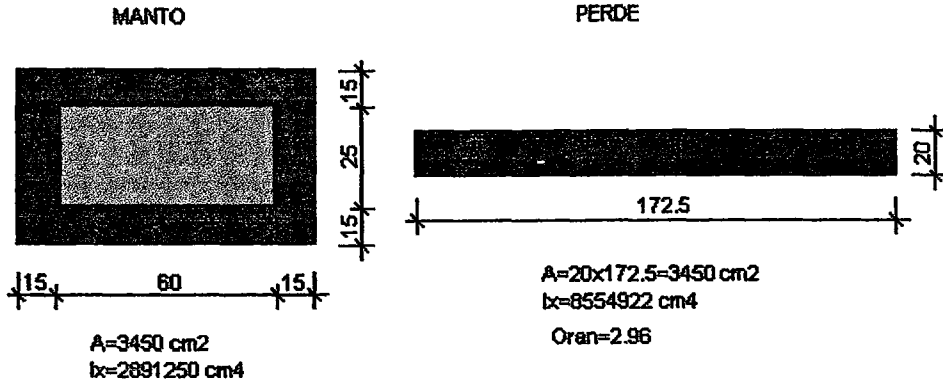
Ama yetersizliklerin çıkması durumunda normal sünek olarak çözümlenmelidir.  $R=4$  alınarak ve  $A_0$  değeri de bölge deprem katsayısı alınarak çözümlenmelidir. Yapıda muhtemelen yetersizlikler çıkacaktır. Yapının mevcut kolon donatıları bilgisayar programında girilerek yetersizlikler donatı bazında yapılmalıdır. Eğer mevcut kolon donatıları hakkında fazla bilginiz yoksa depremsiz yapı analizindeki kolon donatısını esas alanabilir. Yapı çözümlerindeki yetersizlik durumunda yapı güçlendirmesi gerekmektedir.

#### 4.2 Yapı Güçlendirmesi

Yapıda depreme karşı güçlendirmede en önemli eleman perdelerdir. Depremsiz yapı çözümünde Yetersizlikler var ise veya hasar görmüş ise o elemana mantolama yapılmalıdır. Depremsiz çözümde kirişlerde yetersizliklerin olması durumunda o kirişlere güçlendirme yapılmalı, ancak depremsiz durumda yeterli olupta, depremlili durumda yetersizlik var ise; güçlendirilmesine gerek yoktur. Çünkü güçlendirme perdelerinin katılımıyla yapıdaki deprem enerjisinin büyük bölümünü perdeler alacağı için güçlendirilmiş çözümde kirişlere gelen deprem tesirleri azalacaktır.

##### 4.2.1 Perde ve Mantoların Kullanılması:

Mantolar güçlendirme elemanı olarak değil, tamir veya lokal bir takviye elemanı olarak düşünülmelidir. Depreme karşı en önemli güçlendirme elemanı perdedir. Bir kolonun çevresine yapılan mantonun maliyeti, perde maliyetine yakın olmasına rağmen aynı hacimdeki perdenin ataletinin 1/3 kadarı olmaktadır. Deprem esnasında enson göçen eleman perdedir. Kolonlar deprem sırasında yetersizlikte plastikleşmesi durumunda, deprem enerjisini daha taşıyıcı perdeler tarafından karşılanacaktır. Bu nedenle yapıda yeni yapılan elemanların mevcut yapı elemanlarına nazaran daha rijit olması, plastik davranışta yeni rijit perdelerin deprem tesirlerinin taşıyabilen rijitlikte yapılması düşünülmelidir.



Şekil 4.3.1 Perde manto farkı (Amasralı 2001)

Yeni yapılan perdelerin deprem tesirleri, yapının deprem tesirlerinin en az %70 ini alacak şekilde Düşünülmeli ve toplam perdelerin perde moment taşıma kapasiteside deprem devrilme momentinden büyük olması depremde yapının plastikleşme durumunda en önemli sigortası olacaktır.

#### 4.2.2 Perdelerin Modellenmesi:

Perdelerin yapı içinde uygulanmasıda oldukça kolaydır, çünkü yapı içindeki bölme duvarların yerine kullanılarak az hacim kaybı ve az maliyetle yapmak mümkündür.

Perde tasarımında dikkat edilecek hususlar:

- 1-Perdeler birbirlerine yakın boyut ve rijitliklerde düzenlenmelidir.
- 2-Her iki yönde rijitlik merkezi ile ağırlık merkezi yakın olacak şekilde yapının kenarlarına yakın, burulma alacak şekilde yerleri belirlenmelidir.
- 3-Perdeler yapı boyunca sürekliliği olmalıdır.
- 4-Yüksek sünek perde özelliklerine uyulmalıdır.
- 5-Perdelerin her iki yönde perde moment taşıma kapasitesi deprem momentini karşılamalıdır.
- 6-Güçlendirme perdeleri 200-400 cm arası olması uygundur. Yapıda bodrum perdeleri var ise çok rijit perde tasarlanması uygundur, temellere gelen tesirler bodrum tarafından karşılanabilecektir. Bodrum perdeleri yok ise ve ilk katı çevre

duvarları bodrum perdesi haline getirilerek bodrumlaştırma imkanı yoksa orta rijitlikte daha fazla perde ile temeller düşünülerek tasarlanmalıdır.

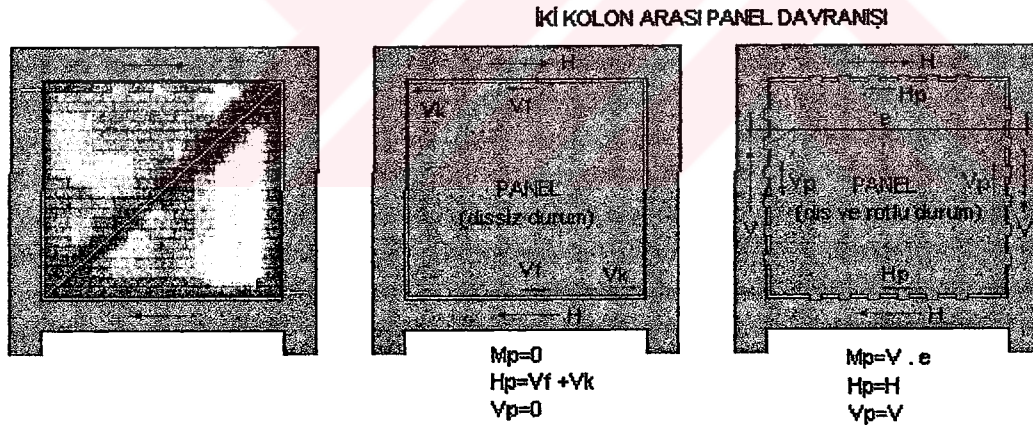
7-İnşaat derzlerinde mutlaka dış oluşturulmalıdır.

8-O.D.TÜ. tarafından proje müşavirleri için oluşturulan kriterlere göre,her iki yönde bina toplam alanının binde 2.5 kadar alna sahip perde konulmalıdır.

#### 4.2.3 Güçlendirme Perdelerinin Tasarımı

##### 4.2.3.1 İki Kolon Arası Panel Perdeler :

İki kolonun, panel perdenin başlık bölgesi olabilmesi için; asgari BS16 , donatı yüzdesi 0.01 den fazla ve etriye sıklaştırma bölgelerinin olması gerekir. Ayrıca genel perde alanının en az %10 unu sağlamalıdır. Analiz sonrası boyuna ve enine donatıların yeterli olması durumunda kullanılabilir. Yetersizlik durumunda mantolama ile takviye edilebilir veya başlık bölgesi kendi içinde perde tasarlanmalıdır. Bu taktirde panel elemanın başlık bölgesi manto-kolon ile teşkil edilecektir. Manto ve panel eleman birlikte yapılacağı için dış ve rota gerek kalmayacaktır.



Şekil 4.3.2 Panel davranışı (Amasralı 2001)

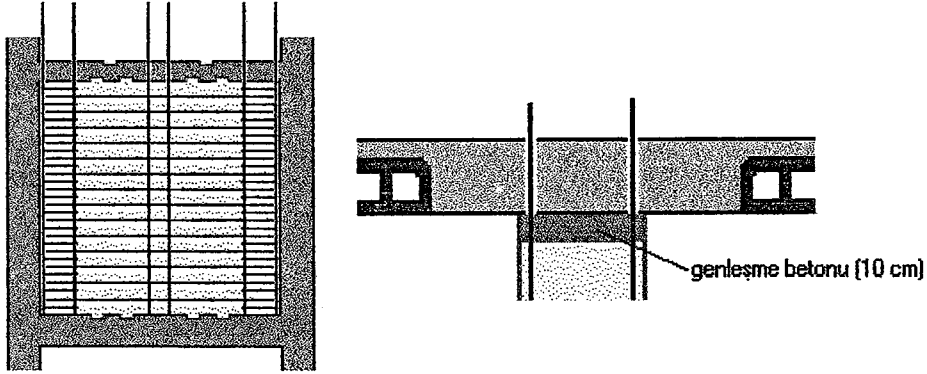
Panel eleman tasarımında dikkat edilecek husus hesaplarda dikkate alınan tesirlerin uygulamada aktarılmasıdır. Dış ve rot kullanılmaması durumunda yatay yükler bir taraftaki kolonun kesme kapasitesi ve düşey yükün sürtünme kuvvetiyle karşılanacaktır. Bu bazı durumlarda yeterli gelebilir. Ancak perde momentini sağlayan iki kolonun kuvvet çiftinin aktarılması mümkün olmayacaktır. Bu takdirde hesaplarda dikkate alınan perde momenti uygulamada dikkate alınmayacaktır. Mutlaka kolonlara dış oluşturulmalı ve rot ile bağlantılar yapılmalıdır.

Birleşim yüzeylerine, epoksi esaslı farklı betonun aderansını sağlayan kimyasal sürülmelidir. Rot bağlantısı, epoksi esaslı kimyasal malzeme ile yapılmalıdır. Bu dış ve rot uygulamasının yapılmaması daha rijit tuğla duvar davranışından farklı olmayacaktır.

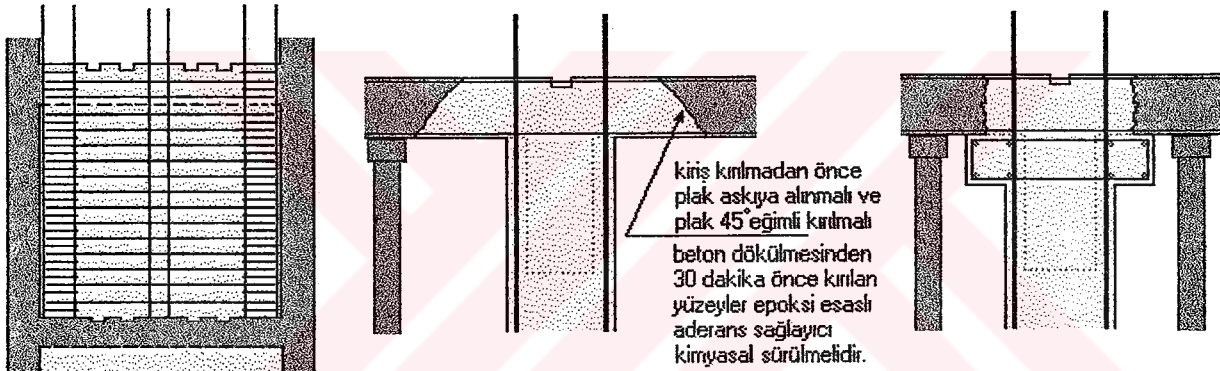
#### **4.2.3.2 Başlık Bölgesi Kendi İçinde Yeni Perdeler:**

Yukarıda tanımlanan panel perdelerde mevcut kolonların yeterli olmaması durumunda başlık bölgesi kendi içinde perde yapılabilir. Ancak bu uygulamada önemli bir noktada perdenin moment taşımasını sağlayan başlık bölgesi boyuna donatılarının sürekliliğidir. Mutlaka boyuna donatılar üst kattaki perdelerle geçiş yapmalıdır. Bunun için iki yöntemden biri ile yapılabilir. Mevcut üst kiriş geniş yassı bir kirişe delik açılarak donatılar geçirilebilir. Ancak dar bir kirişe; mevcut kirişin kenarlarındaki plaklar askıya alınıp, kırılır ve perdenin beton ve donatısında süreklilik sağlanır. Mevcut beton dökümünden yarım saat önce kırılan plak yüzeylerine epoksi esaslı aderans sağlayıcı kimyasal sürülmelidir. Dar kirişlerde, kirişin kenarından geçen perde donatısının betonu 10 cm den az olması durumunda zayıf kesit oluşacak, perdenin zayıf yönündeki çalışmasında çatlaklar oluşabilecektir.

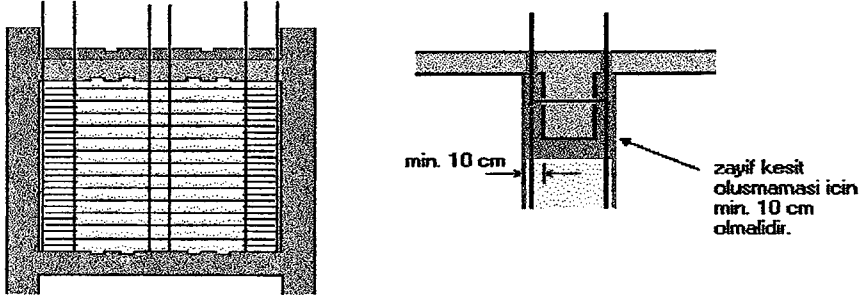
## GENİŞ KİRİŞLERDE PERDE DONATISININ DÜZENLEMESİ



## KİRİŞİN KIRILARAK PERDENİN DÜZENLENMESİ



## DAR KİRİŞLERDE PERDE DONATISININ DÜZENLENMESİ



Şekil 4.3.3 Perde donatılarının üst kata geçirilmesi (Amasralı 2001)

Yapı beton kalitesinin çok düşük olması durumunda perde içinde sürekliliği bozan kirişin kırılması perde için daha iyi olacaktır. Perdelerin en önemli özelliği deprem sırasında taşıdığı yatay deprem yükleridir. Bu nedenle perdelerdeki kesme kuvveti ve bunun oluşturduğu deprem momentlerinin mevcut yapı sistemi içinde emniyetle aktarılmalıdır.

Perde içinde kirişin kalması durumunda perde betonu ile kiriş arasında boşlukların oluşması ve betonun rötre büzülmesi dolayısıyla düşey yük transferi tam olmayacaktır. Uygulama kolaylığı bakımından 10 cm boşluk oluşturularak, boşluk daha sonra genleşen beton ile doldurulmalı ve düşey yükün doğru aktarılması sağlanmalıdır. Genleşen beton aynı zamanda mevcut kirişe ön gerilme vererek mevcut kolonların üzerindeki düşey yükün bir kısmının perdeler tarafından taşınmasını sağlayacak, perdenin sürtünme yatay yük taşımasında artıracaktır. Kirişin kırılarak yapılması durumunda; perdenin plak diyaframından alacağı yatay yüklerin emniyetli aktarılabilmesi için kırılan kirişin komşu kirişlerinin olması gerekir. Deprem yükünün her iki yönünde perde komşu kiriş alanı ile yük aktarımını sağlayacaktır.

#### **4.2.3.3 Kirişin Kırılarak Perde Oluşmasının Avantaj ve Dezavantajları :**

##### **Avantajları:**

1-Kirişlere açılan diş ve rot uygulamasına nazaran, zaman ve güçlüğü bakımından avantajlıdır. Bir rotun delinmesi ve epoksi uygulaması 30 dakikadan az olmayacaktır. Aynı şekilde diş oluşturulmasında süre olarak uzun olacaktır. Buna karşılık kirişin kırılarak yapılması daha kısa sürede olacaktır.

2-Perdenin davranışı bakımından, arada zayıf bir kesit olmaması ve perde gövdesi beton ve donatısı birlikte döküleceğinden emniyetle yük aktarma açısından yeni bir perde davranışı gibi olacaktır.

3-Kenar kolonların yetersiz olması durumunda başlık bölgesi yeni beton içinde oluşturup donatı sürekliliği ve kesme güvenliği açısından yapı içinde gerçek perde davranışı sağlanabilecektir.

4-Dar kirişlerde rot düzenlemesi kiriş içindeki donatılardan dolayı kolay olmayacaktır.

##### **Dezavantajları:**

1-Kirişe yük aktaran plakların askıya alınması gerekmektedir.

2-Geniş kirişlerde uygulanamaz. Asmolen tarzı yapılarda yükün tek yönlü gelmesi

3- Diyaframdan yük alması için kırılan kirişin komşu kiriş alanları ile olacaktır.

Uygulama kolaylığı ve perdenin davranışı bakımından, kirişin kırılarak yapılması daha avantajlı olmaktadır.

#### **4.2.4 Güçlendirmede Mantolama**

Güçlendirmede manto güçlendirme elemanı olarak düşünülmemelidir. Kolonlarda manto Hasarlı veya yetersizlik durumunda yapılmalıdır. Kolonlara manto, aşağıdaki durumlarda yapılmalıdır.

1-Kolonun deprem geçirmesi sonunda hasarlı olması.

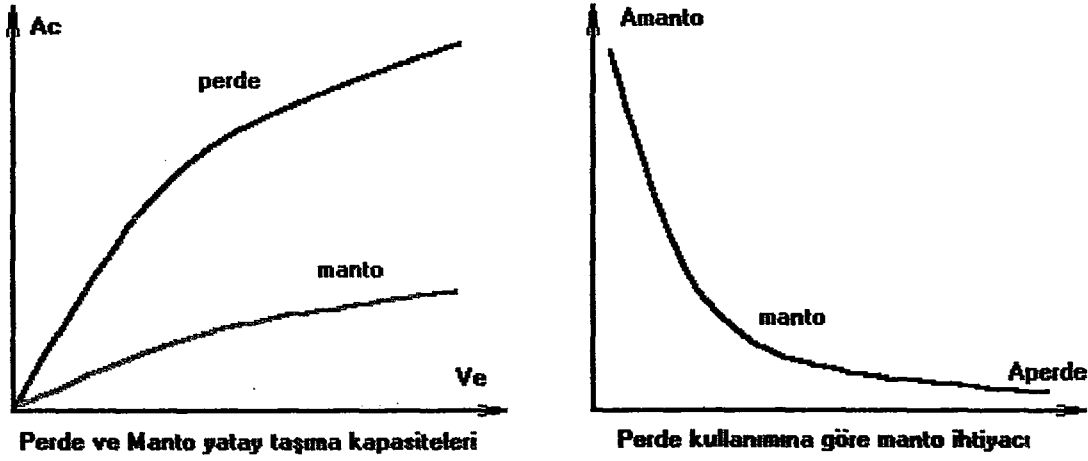
2-Düşey yükler altında yetersiz olması.

3-İki kolon arasına yapılan güçlendirme perdesi yapıma durumunda; kolonların perde başlık bölgesi olarak çalışması neticesinde yetersiz olması.

4-Güçlendirme amacıyla deprem perdelerinin konulmasında sonra kolonların yetersiz olması.

Yapı önce kolonlarda mantosuz olarak deprem analizi yapılmalıdır. Yapıda yetersizlikler olması muhtemeldir. Yapıyı depreme karşı güçlendirme perdelerle yapılmalıdır. Perdeler mevcut kolonlar üzerinde daha önce olan deprem momentlerini büyük ölçüde azaltacaktır. Bu da kolonların düşey yük altındaki tesirlerine yaklaşmasını sağlayacaktır. Bu şartlarda kolonlarda yetersizlik durumunda ya perdeler yeterli taşıyıcılığa sahip değildir, yada kolonlar yetersizlik sınırına çok yakındır. Gerekirse yeni perde ilaveleri yapılacak, yada bir çok kolon mantolanacaktır. Mümkün olduğunca deprem taşıyıcılığını perdelerle oluşturup, daha az sayıda manto yapılması yapı ekonomisi açısından önemlidir.

Çizelge 4.1 Manto perde karşılaştırması (Amasralı 2001)



Yukarıdaki (4.1) eğrisinde görüleceği gibi yapıda perde oranının artması durumunda Mantolanacak kolonların sayısı oldukça azalacaktır. Bu nedenle yapının ilk güçlendirme modellemesinde önce perdelerle yapı güçlendirilecek, yetersizlik durumunda manto kullanımına gidilecektir. Mantolanan kolon düşey yükleri zaten taşımaktadır. Yeni yapılan manto sıfır gerilmeye çalışacaktır. Bu aşamadan sonraki kolonlardaki tesirler rijitlikleri oranında paylaşılacaktır. Deprem olması durumunda, manto daharijit olması nedeniyle daha fazla deprem tesirlerini alacaktır. Bir avantajı da kolonun, deprem durumunda yetersizlik durumunda tüm taşıyıcılığı üstlenebilecektir.



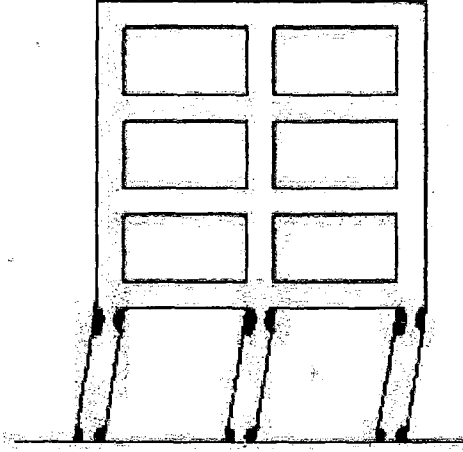
Örnek olarak manto BS20, kolonda BS14 olsun. Kesit ataleti ve alanı artırılmış, eğilme etkilerinde beton ve çelik kalitesi yükseltilmiş kompozit kesit. Bu kesitte yetersizlik durumunda, yan şekildeki tek ataletli düşük beton kaliteli kesite geçilmelidir. Soldaki kesit, sağdaki kesitten daha rijittir. Ancak bu kesitin betonarme olarak yetersizliğinde, mevcut beton kalitesinde, daha fazla donatının olacağı tek kesit olarak hesaplanmalıdır.

Şekil.4.3.4 Beton mukavemetleri (Amasralı 2001)

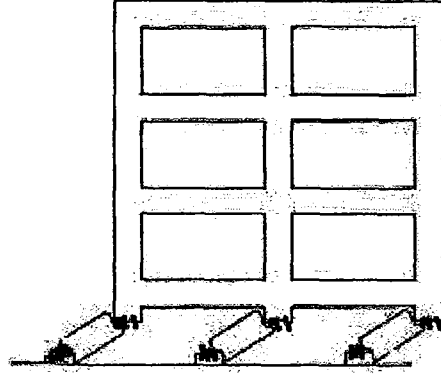
#### **4.3. O.D.T.Ü. Tarafından Yapılan Mantolama Deney Sonuçları**

1. Güçlendirme mantoları (hasarsız )monolitik referans elemanlarının taşıma gücünün %90'ına ulaşabilir.
- 2.Onarım mantoları (hasarlı)için taşıma gücü hesaplanırken, monolitik olarak hesaplanan kapasitenin %80'inin alınması önerilebilir.
- 3.Mantolanmış kolonların deneyde gözlenen sünekliği oldukça yeterlidir.Ancak bu gözlem yanıltıcı olabilir.Deney elemanlarının kesit boyutları küçük olduğundan süneklikle ilgili bir yargıya varmak zordur.
- 4.Hasarsız mantolanmış (güçlendirme) kolonunun rijitliği, monolitik olarak hesaplanan rijitliğin %90'ıdır.
- 5.Hasarlı olarak mantolanmış (onarım) kolonun rijitliği, monolitik olarak hesaplananın yüzde yetmişidir.

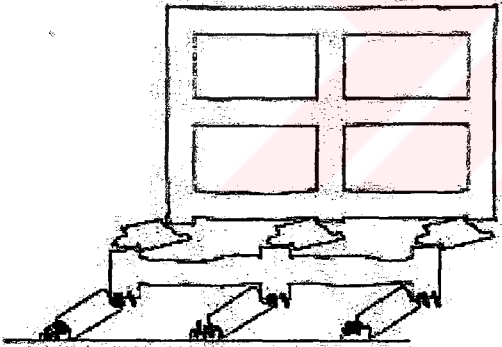
## 5. HASAR VE TAKVİYE RESİMLERİ



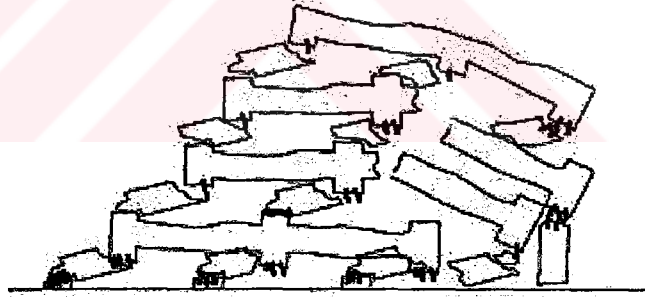
a) ZEMİN KAT KOLONLARININ  
ÜÇLERİNDE MAFSALLAŞMA



b) ZEMİN KATIN GÖÇMESİ

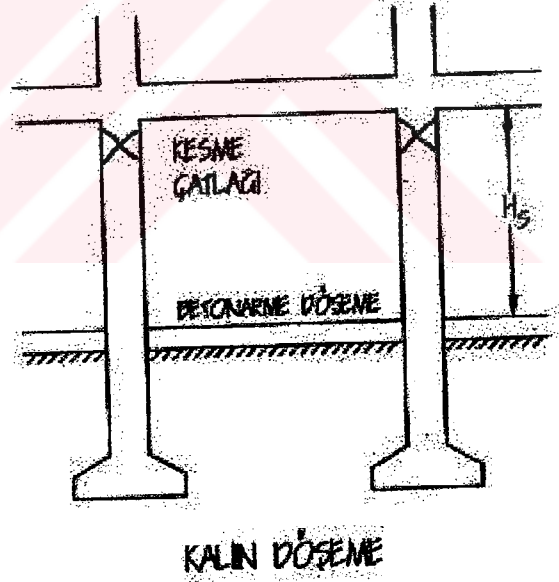
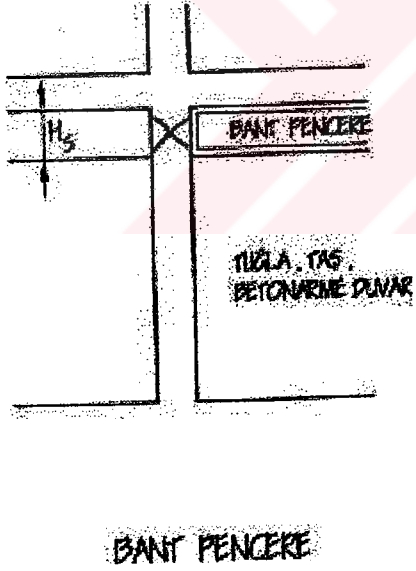
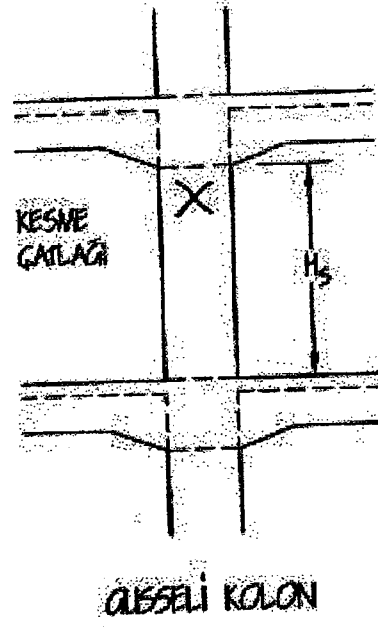
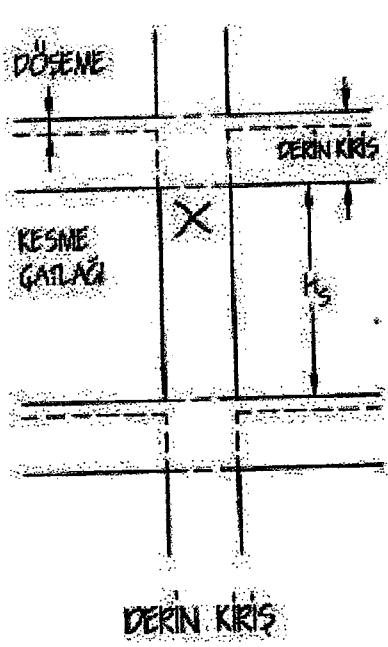


c) ÜST KATLARIN ÇÖKMESİ

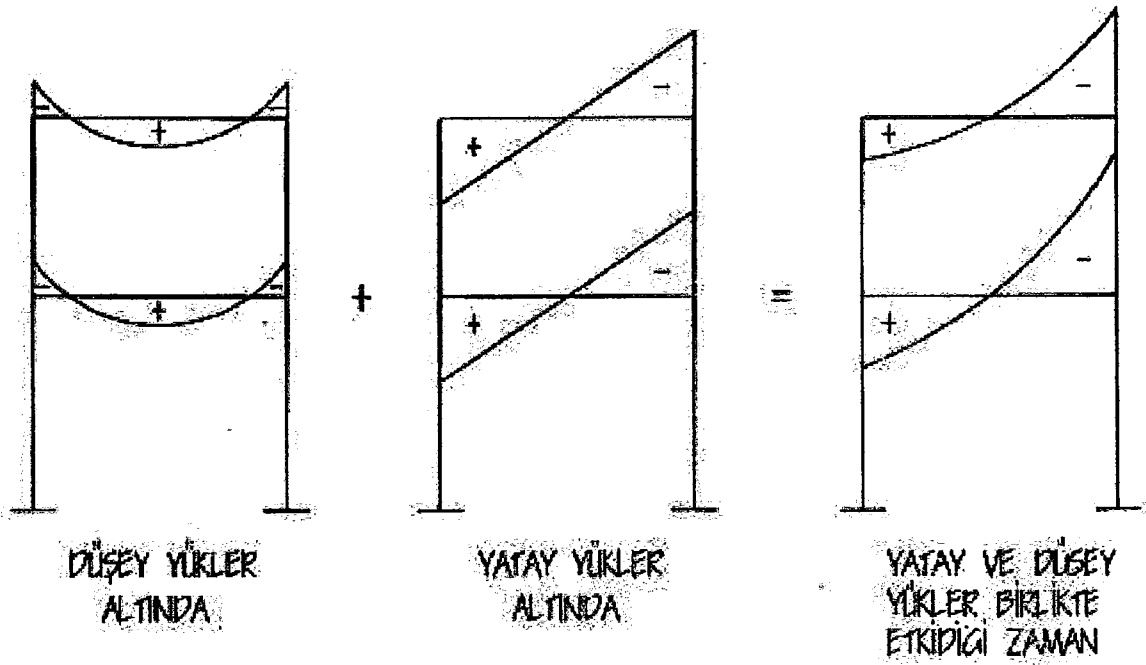


d) BÜKÜK YANAL ÖTELEME İLE  
ÜST ÜSTE YIKILMIŞ KATLAR

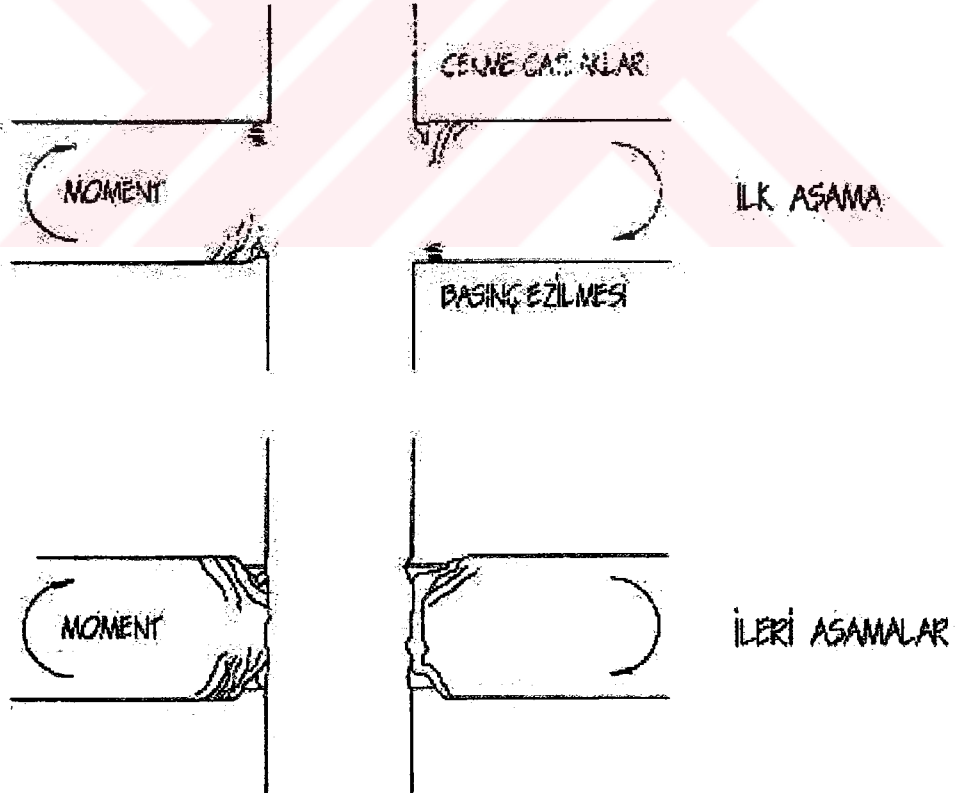
Şekil 5.1 Göçme (Bayülke 1999)



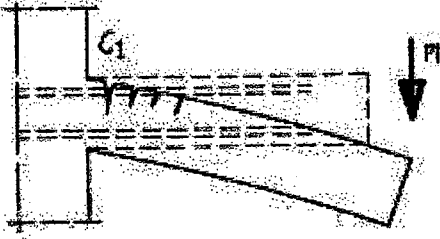
Şekil 5.2 Çatlak şekilleri (Bayülke 1999)



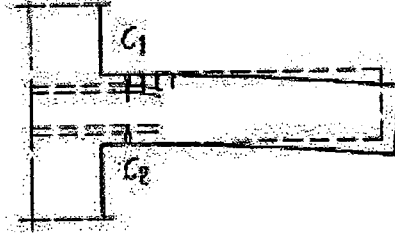
Sekil - 2.39 Kırışlerde Düşey ve Yatay (Deprem) Yükler ALTINDA OLUŞAN MOMENTLER



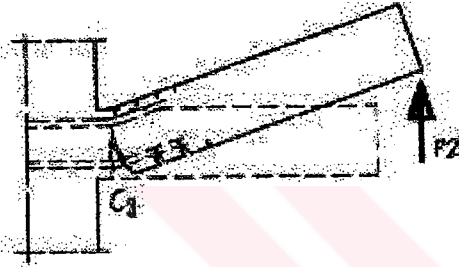
Şekil 5.3 Çatlak yorumları (Bayülke 1999)



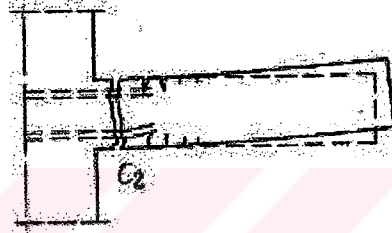
a) İLK YÜKLEME  
KALICI DEFORMASYONLAR



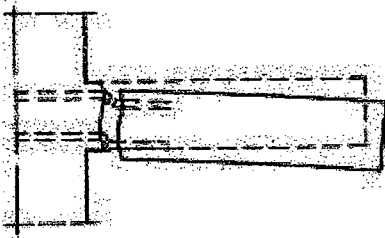
b) BOŞALTIMA, ÇATILAR TAM  
OLARAK KAPANMIYOR, ÜST  
DONATIDA KALICI UZAMALAR



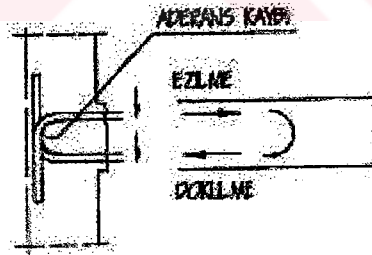
c) TERS YÖNDE YÜKLEME  
İLK YÜKLEMEDEKİ ÇATILARDA KAPANMA,  
YENİ DAHA BÜYÜK ÇATILAR.



d) BOŞALTIMA, BİRİNCİ YÜKLEME  
DEVRESİNİN SONU.  
ALT VE ÜST ÇATILAR  
DİREŞİR.

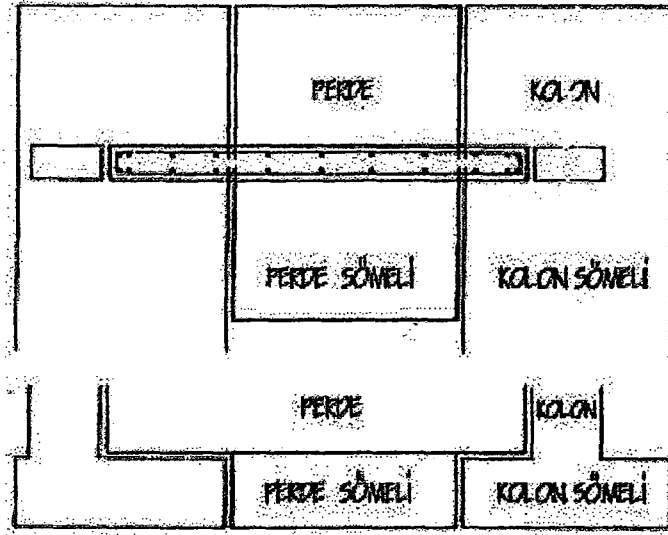


e) YENİ BİR YÜKLEME DEVRESİ  
ÖNCESİ DURUMU,  
YALNIZCA DONATININ KAMA ETKİSİ  
LE KESME KUVVETİ TAŞINIR.

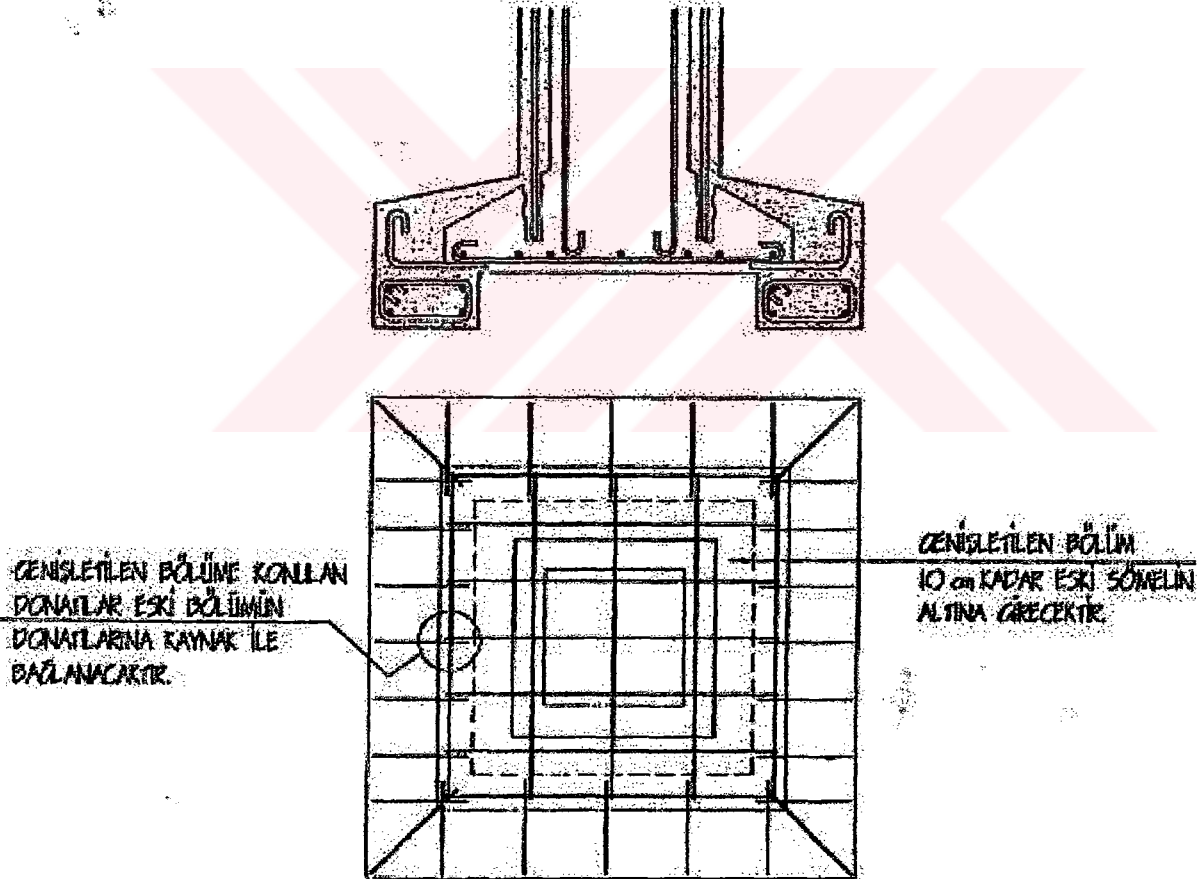


f) DAHA SONRAKİ YÜKLEMELERDE  
KIRIŞ BİTİRİLMİŞ EYLME VE DÖKÜLMÜ,  
DONATININ ADERANSININ AZALMASI.

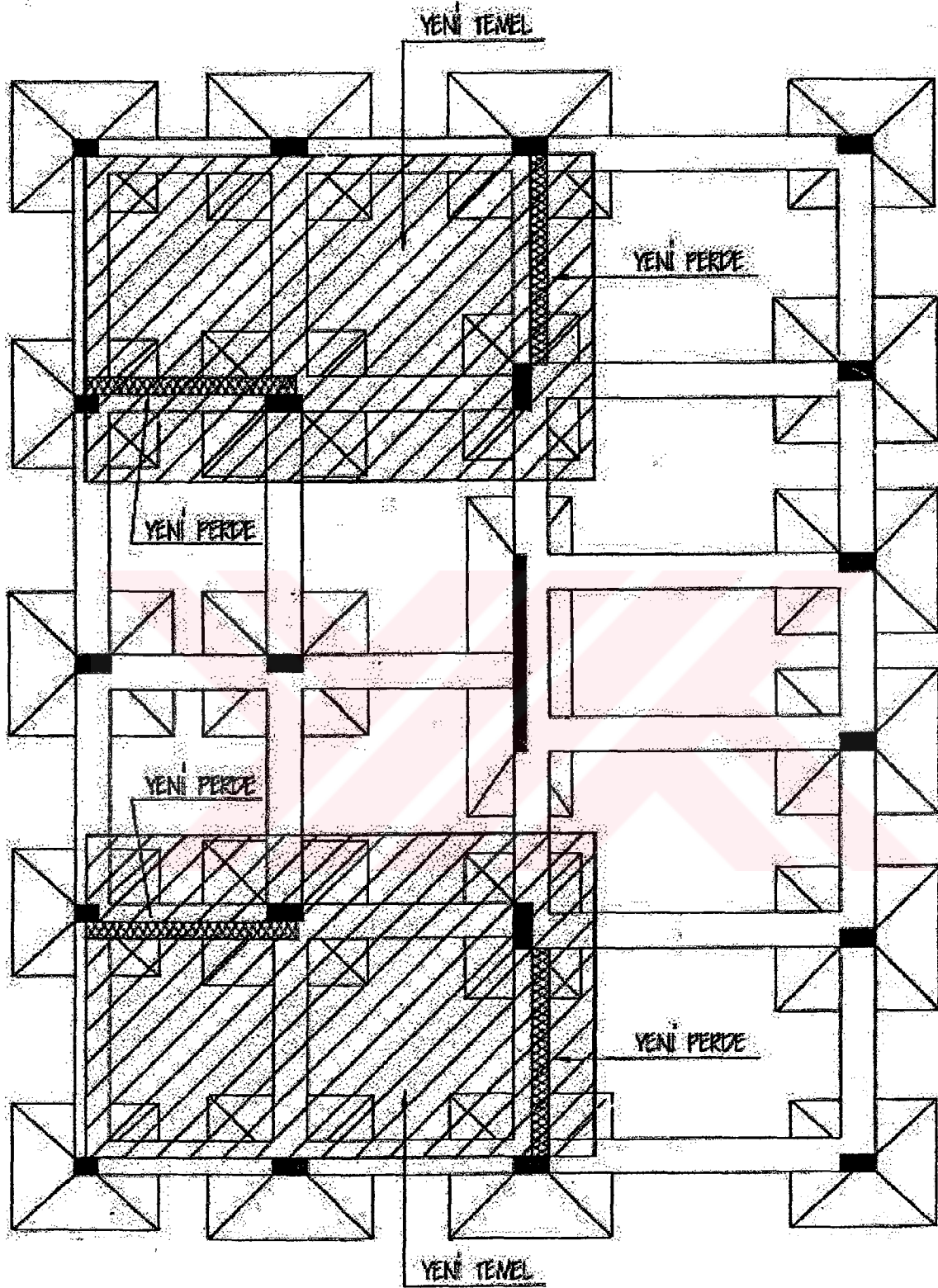
Şekil 5.4 Kiriş hasarları (Bayülke 1999)



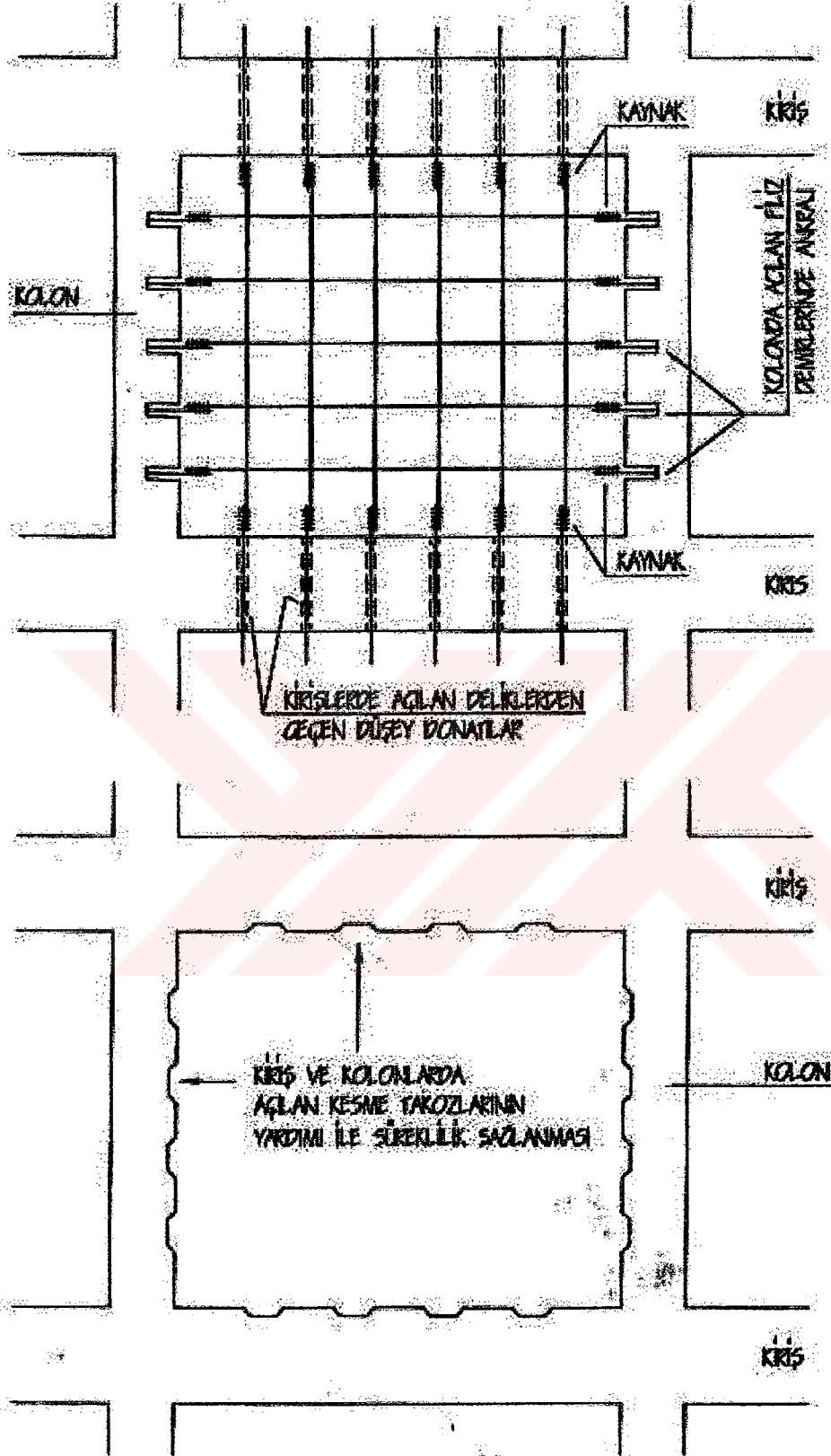
Şekil - 12.3 Takviye Perde Duvar TEMEL AYRINTILARI



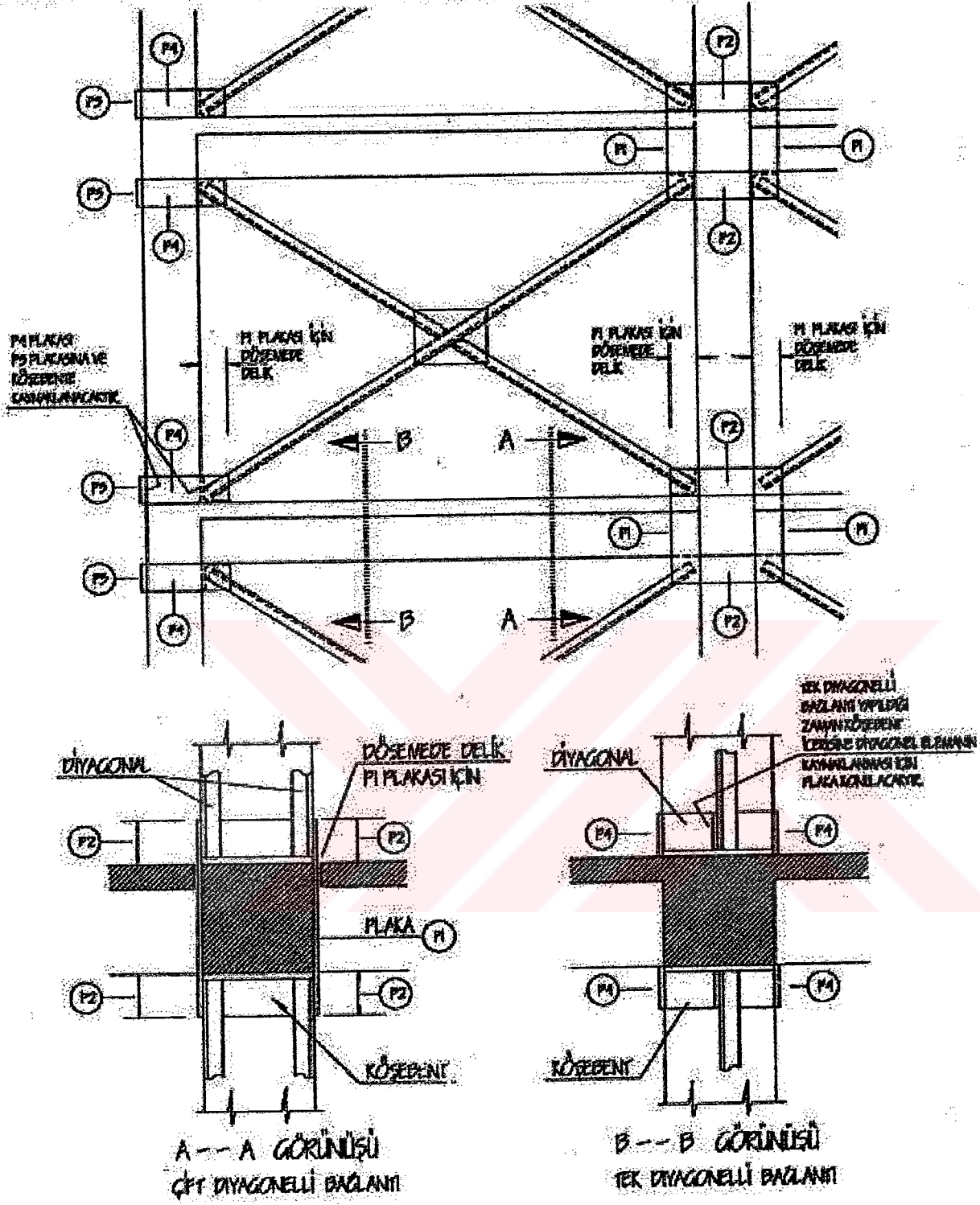
Şekil 5.5 Temel takviyesi (Bayülke 1999)



Şekil 5.6 Temel takviyesi (Bayülke 1999)



Şekil 5.7 takviye perdesi (ankrajlı) (Bayülke 1999)



Şekil 5.8 Çelik takviye (Bayülke 1999)

## 6. PAKET PROGRAMLA YAPILAN HESAPLAR

Bölüm 3 'de zeminin maksimum ivme, hız ve spektrumla ilişkisi irdelenmişti. Yönetmelikte Z1, Z2, Z3, Z4 şeklinde 4 çeşit zemin sınıfı belirlenmiş ve bu sınıflara göre spektrum karakteristik periyotları ( $T_a, T_b$ ) elde edilmiştir.

Ayrıca deprem bölgesine göre Etkin Yer İvmesi  $A_o$ , periyotlarla beraber binaya etkileyen deprem kuvvetinde etkindir.

$$A(T) = A_o I S(T) \quad (7.1)$$

Denkleminde  $S(T)$  değeri spektrum karakteristik periyotlarından,  $A_o$  değeri deprem bölgesinden belirlenmektedir. Yapı önem katsayısı  $I$  ise bina kullanım amacına göre yönetmelikte belirlenmiştir.

Bu formülasyonun yanında bina geometrisinin, deprem perdelerinin yerleştiriliş şeklininde yapı davranışına etkisi büyüktür. Aynı kesit alanına sahip ( $m^3$  olarakda aynı) perdeler farklı şekillerde konmuş ise bina farklı davranmaktadır.

Spektrum karakteristik periyotları, etkin yer ivmesi, deprem perdelerinin farklı yerleştirilmesiyle değişen sonuçları görmek amacıyla STA4CAD paket programıyla denemeler yapılmıştır. Projelerin tamamı takviye projesi olduğu için proje müşavirlik kriterlerince, her iki yönde bina toplam alanının binde ikibuçluğu kadar deprem perdesi konmuştur. Tak1, Tak12, Ctak1555, Ctak122 olarak isimlendirilen projelerin özellikleri aşağıdaki tablolardadır.

**TAK1 Projesi:** Perdeler merkezde toplanmış. 1.derece deprem bölgesi  $A_o=0.4$ ,  $R=6$ ,  $T_a, T_b=0.2/0.9$ , zemin emniyet gerilmesi= $20t/m^2$ , zemin yatak katsayısı= $2000t/m^3$ , bina mevcut beton mukavemeti  $120kg/cm^2$ , takviye elemanları beton mukavemeti= $200kg/cm^2$ .

**TAK12 Projesi:** Perdeler merkezde toplanmış. 2.derece deprem bölgesi  $A_o=0.3$ ,  $R=6$ ,  $T_a, T_b=0.15/0.4$ , zemin emniyet gerilmesi= $20t/m^2$ , zemin yatak katsayısı= $2000t/m^3$ , bina mevcut beton mukavemeti  $120kg/cm^2$ , takviye elemanları beton mukavemeti= $200kg/cm^2$ .

**CTAK1555 Projesi:** Perdeler X yönünde dağıtılmış. 1.derece deprem bölgesi  $A_o=0.4$ ,  $R=5.884$ ,  $T_a, T_b=0.2/0.9$ , zemin emniyet gerilmesi= $15t/m^2$ , zemin yatak katsayısı= $2000t/m^3$ , bina mevcut beton mukavemeti  $120kg/cm^2$ , takviye elemanları beton mukavemeti= $200kg/cm^2$

**CTAK122 Projesi:** Perdeler X yönünde dağıtılmış. 2.derece deprem bölgesi  $A_o=0.3$ ,  $R=5.884$ ,  $T_a, T_b=0.15/0.4$ , zemin emniyet gerilmesi= $15t/m^2$ , zemin yatak katsayısı= $2000t/m^3$ , bina mevcut beton mukavemeti  $120kg/cm^2$ , takviye elemanları beton mukavemeti= $200kg/cm^2$

## PROJE ADI:CTAK1

Çizelge 6.1 Perde Özellikleri

| Y yönü perdeleri |        |        | X yönü perdeleri |        |       |
|------------------|--------|--------|------------------|--------|-------|
| İSİM             | BOYUT  | ALAN   | İSİM             | BOYUT  | ALAN  |
| S27              | 20/330 | 0.66   | S23              | 250/20 | 0.5   |
| S28              | 20/330 | 0.66   | S24              | 250/20 | 0.5   |
| S29              | 20/475 | 0.95   | S33              | 540/25 | 1.35  |
| S30              | 20/475 | 0.95   | S34              | 560/25 | 1.4   |
| S31              | 25/325 | 0.8125 | S25              | 296/20 | 0.592 |
| S32              | 25/325 | 0.8125 | S26              | 296/20 | 0.592 |

4.845

4.934

## SONUÇLAR

## EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ(TON)

Çizelge 6.2 Modlar ve Deprem Yükleri

| MOD | Tx(s) | Ty(s) | Tb(s) | KAT NO | X  |
|-----|-------|-------|-------|--------|----|
| 1   | 0.316 | 0.448 | 0.48  | 1      | 88 |
| 2   | 0.067 | 0.081 | 0.098 | 2      | 19 |
| 3   | 0.03  | 0.034 | 0.042 | 3      | 35 |
| 4   | 0.019 | 0.021 | 0.025 | 4      | 53 |
| 5   | 0.014 | 0.016 | 0.019 | 5      | 70 |
| 6   | 0.012 | 0.014 | 0.016 | 6      | 88 |

353

Çizelge 6.3 Perde Momentleri

| DEPREM PERDELERİ TABAN MOMENT KONTROLÜ |        |        |        |       |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|-------|
| KAT                                    | H(m)   | Fx(t)  | Fx*H   | Fy(t) |
| 1                                      | bodrum |        |        |       |
| 2                                      | 2.8    | 24.7   | 68.81  | 24.36 |
| 3                                      | 5.6    | 33.28  | 186.37 | 32.85 |
| 4                                      | 8.4    | 44.92  | 377.35 | 44.5  |
| 5                                      | 11.2   | 62.3   | 697.81 | 62.41 |
| 6                                      | 14     | 101.53 | 1421.5 | 102.5 |

Mdx=2751tm Mdy=2759tm

Perde momentinin devrilme momentine oranı

X =0,85

Y =0,98

Çizelge 6.4 Takviye Perde Momentleri

## TAKVİYE PERDELERİNE GELEN MOMENTLER

| X YÖNÜ |        | Y YÖNÜ |        |
|--------|--------|--------|--------|
| S223   | 65.79  | S227   | 236.05 |
| S224   | 65.79  | S228   | 268.31 |
| S233   | 623.91 | S229   | 633.99 |
| S234   | 785.04 | S230   | 783.99 |
| S225   | 101.71 | S231   | 292.28 |
| S226   | 101.71 | S232   | 311.28 |

1744tm

2525tm

Çizelge 6.5 Deplasmanlar

## DEPLASMANLAR

| KAT NO |        | X         | Y       |           |
|--------|--------|-----------|---------|-----------|
|        | METRE  | RADYAN    | METRE   | RADYAN    |
| 1      | 0.0003 | 0.0000019 | -0.0006 | -0.000006 |
| 2      | 0.0011 | 0.0000092 | -0.0023 | -0.00004  |
| 3      | 0.0025 | 0.000027  | -0.0049 | -0.000095 |
| 4      | 0.004  | 0.0000508 | -0.008  | -0.00016  |
| 5      | 0.0056 | 0.000075  | -0.0114 | -0.000229 |
| 6      | 0.0073 | 0.0001    | -0.014  | -0.000219 |

Çizelge 6.6 Donatılar

| DONATILAR |       | X YÖNÜ |        |
|-----------|-------|--------|--------|
|           | KENAR | GÖVDE  | ETRİYE |
| S223      | 10    | 6.25   | 14     |
| S225      | 11.84 | 7.4    | 14     |
| S233      | 27    | 16.88  | 17.5   |
| TOPLAM    | 97.68 | 61.06  | 91     |

Çizelge 6.7 Donatılar

| DONATILAR |        | Y YÖNÜ |        |
|-----------|--------|--------|--------|
|           | KENAR  | GÖVDE  | ETRİYE |
| S227      | 20.64  | 8.25   | 14     |
| S229      | 43.73  | 11.88  | 14     |
| S231      | 23.85  | 10.16  | 17.5   |
| TOPLAM    | 176.44 | 60.58  | 91     |

Çizelge 6.8 Donatılar

| UYGULANAN DONATILAR |       |        | X YÖNÜ |
|---------------------|-------|--------|--------|
|                     | KENAR | GÖVDE  | ETRİYE |
| S223                | 10.78 | 16.03  | 54.3   |
| S225                | 12.32 | 21.37  | 54.3   |
| S233                | 28.15 | 45.12  | 54.3   |
| TOPLAM              | 102.5 | 165.04 | 325.8  |

Çizelge 6.9 Donatılar

| UYGULANAN DONATILAR |        |       | Y YÖNÜ |
|---------------------|--------|-------|--------|
|                     | KENAR  | GÖVDE | ETRİYE |
| S227                | 22.12  | 30.29 | 54.3   |
| S229                | 43.99  | 58.7  | 54.3   |
| S231                | 24.13  | 34.31 | 54.3   |
| TOPLAM              | 180.48 | 246.6 | 325.8  |

PROJE ADI:CTAK1555

Çizelge 6.10 Perde özellikleri

| X yönü perdeleri |        |      | Y yönü perdeleri |        |        |
|------------------|--------|------|------------------|--------|--------|
| İSİM             | BOYUT  | ALAN | İSİM             | BOYUT  | ALAN   |
| S35              | 140/20 | 0.28 | S27              | 20/330 | 0.66   |
| S36              | 140/20 | 0.28 | S28              | 20/330 | 0.66   |
| S37              | 140/20 | 0.28 | S29              | 20/475 | 0.955  |
| S38              | 140/20 | 0.28 | S30              | 20/475 | 0.955  |
| S39              | 140/20 | 0.28 | S31              | 25/325 | 0.8125 |
| S40              | 140/20 | 0.28 | S32              | 25/325 | 0.8125 |
| S41              | 140/20 | 0.28 |                  |        | 4.855  |
| S42              | 140/20 | 0.28 |                  |        |        |
| S23              | 250/20 | 0.5  |                  |        |        |
| S24              | 250/20 | 0.5  |                  |        |        |
| S25              | 296/25 | 0.74 |                  |        |        |
| S26              | 296/25 | 0.74 |                  |        |        |

4.72

Çizelge 6.11 Modlar ve deprem yükü

## SONUÇLAR

| MOD | T <sub>x</sub> (s) | T <sub>y</sub> (s) | T <sub>b</sub> (s) | EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ(TON) |       |
|-----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|-------|
|     |                    |                    |                    | KAT NO                   | X     |
| 1   | 0.45               | 0.45               | 0.47               | 1                        | 88.4  |
| 2   | 0.104              | 0.08               | 0.1                | 2                        | 18    |
| 3   | 0.044              | 0.034              | 0.044              | 3                        | 36    |
| 4   | 0.026              | 0.021              | 0.027              | 4                        | 57.09 |
| 5   | 0.019              | 0.016              | 0.02               | 5                        | 76.12 |
| 6   | 0.015              | 0.014              | 0.017              | 6                        | 95.15 |

**370.8**

Çizelge 6.12 Perde Momentleri

## DEPREM PERDELERİ TABAN MOMENT KONTROLÜ

| KAT | H(m)   | F <sub>x</sub> (t) | F <sub>x</sub> *H | F <sub>y</sub> (t) |
|-----|--------|--------------------|-------------------|--------------------|
| 1   | Bodrum |                    |                   |                    |
| 2   | 2.8    | 20.12              | 56.33             | 22.54              |
| 3   | 5.6    | 33.53              | 187.78            | 33.62              |
| 4   | 8.4    | 51.04              | 428.73            | 48.75              |
| 5   | 11.2   | 69.41              | 777.44            | 67.82              |
| 6   | 14     | 108.27             | 1515.8            | 109.64             |

**M<sub>dx</sub>=2966tm M<sub>dy</sub>=2955tm**

Çizelge 6.13 Takviye Perde Momentleri

## TAKVİYE PERDELERİNE GELEN MOMENTLER

| X YÖNÜ |        | Y YÖNÜ |        |
|--------|--------|--------|--------|
| S235   | 32.34  | S227   | 239.72 |
| S236   | 31.58  | S228   | 271.52 |
| S237   | 30.65  | S229   | 644.32 |
| S238   | 29.77  | S230   | 791.66 |
| S239   | 32.24  | S231   | 296.52 |
| S240   | 31.58  | S232   | 315.26 |
| S241   | 30.65  |        |        |
| S242   | 29.77  |        |        |
| S223   | 157.77 |        |        |
| S224   | 157.77 |        |        |
| S225   | 226.33 |        |        |
| S226   | 226.33 |        |        |

**2559tm****1016tm**

Perde momentinin devrilme momentine oranı

X =0,63

Y =0,97

Çizelge 6.14 Deplasmanlar

DEPLASMANLAR

| KAT NO |        | X          | Y        |           |
|--------|--------|------------|----------|-----------|
|        | METRE  | RADYAN     | METRE    | RADYAN    |
| 1      | 0.0004 | -0.000001  | -0.00058 | -0.000006 |
| 2      | 0.0022 | -0.000008  | -0.00237 | -0.000041 |
| 3      | 0.0051 | -0.000003  | -0.0049  | -0.000094 |
| 4      | 0.0083 | -0.0000089 | -0.0081  | -0.000156 |
| 5      | 0.0116 | -0.000027  | -0.022   | -0.000221 |
| 6      | 0.0147 | -0.000048  | -0.028   | -0.00028  |

Çizelge 6.15 Donatılar

| DONATILAR |        | X YÖNÜ |        |
|-----------|--------|--------|--------|
|           | KENAR  | GÖVDE  | ETRİYE |
| S235      | 6      | 3.75   | 14     |
| S223      | 21.77  | 6.25   | 14     |
| S225      | 16.67  | 7.4    | 14     |
| TOPLAM    | 124.88 | 57.3   | 168    |

Çizelge 6.16 Donatılar

| DONATILAR |        | Y YÖNÜ |        |
|-----------|--------|--------|--------|
|           | KENAR  | GÖVDE  | ETRİYE |
| S227      | 21.77  | 6.25   | 14     |
| S229      | 43.63  | 11.88  | 14     |
| S231      | 23.67  | 10.16  | 14     |
| TOPLAM    | 178.14 | 56.58  | 91     |

Çizelge 6.17 Donatılar

| UYGULANAN DONATILAR |        | X YÖNÜ |        |
|---------------------|--------|--------|--------|
|                     | KENAR  | GÖVDE  | ETRİYE |
| S235                | 9.24   | 13.86  | 48.26  |
| S223                | 22.91  | 27.15  | 54.31  |
| S225                | 18.1   | 25.14  | 54.31  |
| TOPLAM              | 155.94 | 215.46 | 603.3  |

Çizelge 6.18 Donatılar

| UYGULANAN DONATILAR |        |       | Y YÖNÜ |
|---------------------|--------|-------|--------|
|                     | KENAR  | GÖVDE | ETRİYE |
| S227                | 22.12  | 30.29 | 54.3   |
| S229                | 43.99  | 58.7  | 54.3   |
| S231                | 24.13  | 34.31 | 54.3   |
| TOPLAM              | 180.48 | 246.6 | 325.8  |

PROJE ADI:CTAK12

Çizelge 6.19 Perde özellikleri

| Y yönü perdeleri |        |        | X yönü perdeleri |        |       |
|------------------|--------|--------|------------------|--------|-------|
| İSİM             | BOYUT  | ALAN   | İSİM             | BOYUT  | ALAN  |
| S27              | 20/330 | 0.66   | S23              | 250/20 | 0.5   |
| S28              | 20/330 | 0.66   | S24              | 250/20 | 0.5   |
| S29              | 20/475 | 0.95   | S33              | 540/25 | 1.35  |
| S30              | 20/475 | 0.95   | S34              | 560/25 | 1.4   |
| S31              | 25/325 | 0.8125 | S25              | 296/20 | 0.592 |
| S32              | 25/325 | 0.8125 | S26              | 296/20 | 0.592 |
| 4.845            |        |        | 4.934            |        |       |

## SONUÇLAR

Çizelge 6.20 Modlar ve deprem yükleri

| MOD | Tx(s) | Ty(s) | Tb(s) |
|-----|-------|-------|-------|
| 1   | 0.316 | 0.448 | 0.48  |
| 2   | 0.067 | 0.081 | 0.098 |
| 3   | 0.03  | 0.034 | 0.042 |
| 4   | 0.019 | 0.021 | 0.025 |
| 5   | 0.014 | 0.016 | 0.019 |
| 6   | 0.012 | 0.014 | 0.016 |

Çizelge 6.21 Perde Momentleri

## DEPREM PERDELERİ TABAN MOMENT KONTROLÜ

| KAT | H(m)   | Fx(t) | Fx*H    | Fy(t) |
|-----|--------|-------|---------|-------|
| 1   | bodrum |       |         |       |
| 2   | 2.8    | 17.9  | 50.12   | 17.3  |
| 3   | 5.6    | 24.88 | 139.35  | 22.56 |
| 4   | 8.4    | 34.16 | 286.97  | 30.08 |
| 5   | 11.2   | 47.33 | 530.11  | 42.13 |
| 6   | 14     | 75.68 | 1059.56 | 70.57 |

Mdx=2066tm Mdy=1886tm

Perde momentinin devrilme momentine oranı

$$X = 0,85$$

$$Y = 0,93$$

Çizelge 6.22 Takviye Perde Momentleri

**TAKVİYE PERDELERİNE GELEN MOMENTLER**

| X YÖNÜ        |        | Y YÖNÜ        |        |
|---------------|--------|---------------|--------|
| S223          | 49.41  | S227          | 161.37 |
| S224          | 49.41  | S228          | 183.42 |
| S233          | 468.49 | S229          | 433.43 |
| S234          | 589.48 | S230          | 535.97 |
| S225          | 76.38  | S231          | 199.8  |
| S226          | 76.38  | S232          | 212.8  |
| <b>1309tm</b> |        | <b>1726tm</b> |        |

Çizelge 6.23 Deplasmanlar

**DEPLASMANLAR**

| KAT NO | X       |           | Y        |           |
|--------|---------|-----------|----------|-----------|
|        | METRE   | RADYAN    | METRE    | RADYAN    |
| 1      | 0.00021 | 0.0000015 | -0.00038 | -0.000004 |
| 2      | 0.00089 | 0.0000069 | -0.0015  | -0.000027 |
| 3      | 0.00188 | 0.0000207 | -0.0033  | -0.000065 |
| 4      | 0.0034  | 0.000045  | -0.006   | -0.00012  |
| 5      | 0.0042  | 0.000057  | -0.00014 | -0.0078   |
| 6      | 0.0054  | 0.000075  | -0.0101  | -0.000204 |

Çizelge 6.24 Donatılar

**DONATILAR**

**X YÖNÜ**

|        | KENAR | GÖVDE | ETRİYE |
|--------|-------|-------|--------|
| S223   | 10    | 6.25  | 14     |
| S225   | 11.84 | 7.4   | 14     |
| S233   | 27    | 16.88 | 17.5   |
| TOPLAM | 97.68 | 61.06 | 91     |

Çizelge 6.25 Donatılar

**DONATILAR**

**Y YÖNÜ**

|        | KENAR  | GÖVDE | ETRİYE |
|--------|--------|-------|--------|
| S227   | 13.25  | 8.25  | 14     |
| S229   | 28.73  | 11.88 | 14     |
| S231   | 16.25  | 10.16 | 17.5   |
| TOPLAM | 116.46 | 60.58 | 91     |

Çizelge 6.26 Donatılar

| UYGULANAN DONATILAR |       |        | X YÖNÜ |
|---------------------|-------|--------|--------|
|                     | KENAR | GÖVDE  | ETRİYE |
| S223                | 10.78 | 16.03  | 54.3   |
| S225                | 12.32 | 21.37  | 54.3   |
| S233                | 28.15 | 45.12  | 54.3   |
| TOPLAM              | 102.5 | 165.04 | 325.8  |

Çizelge 6.27 Donatılar

| UYGULANAN DONATILAR |        |        | Y YÖNÜ |
|---------------------|--------|--------|--------|
|                     | KENAR  | GÖVDE  | ETRİYE |
| S227                | 13.86  | 22.5   | 54.3   |
| S229                | 30.16  | 42.86  | 54.3   |
| S231                | 16.94  | 25.58  | 54.3   |
| TOPLAM              | 121.92 | 181.88 | 325.8  |

Çizelge 6.28 Perde özellikleri

PROJE ADI:CTAK122

| X yönü perdeleri |        |      | Y yönü perdeleri |        |        |
|------------------|--------|------|------------------|--------|--------|
| İSİM             | BOYUT  | ALAN | İSİM             | BOYUT  | ALAN   |
| S35              | 140/20 | 0.28 | S27              | 20/330 | 0.66   |
| S36              | 140/20 | 0.28 | S28              | 20/330 | 0.66   |
| S37              | 140/20 | 0.28 | S29              | 20/475 | 0.955  |
| S38              | 140/20 | 0.28 | S30              | 20/475 | 0.955  |
| S39              | 140/20 | 0.28 | S31              | 25/325 | 0.8125 |
| S40              | 140/20 | 0.28 | S32              | 25/325 | 0.8125 |
| S41              | 140/20 | 0.28 |                  |        | 4.855  |
| S42              | 140/20 | 0.28 |                  |        |        |
| S23              | 250/20 | 0.5  |                  |        |        |
| S24              | 250/20 | 0.5  |                  |        |        |
| S25              | 296/25 | 0.74 |                  |        |        |
| S26              | 296/25 | 0.74 |                  |        |        |

4.72

Çizelge 6.29 Modlar ve Deprem Yüklü  
SONUÇLAR

| MOD | T <sub>x</sub> (s) | T <sub>y</sub> (s) | T <sub>b</sub> (s) | EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ(TON) |            |
|-----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|------------|
| 1   | 0.45               | 0.45               | 0.479              | KAT NO                   | X          |
| 2   | 0.104              | 0.082              | 0.104              | 1                        | 66.37      |
| 3   | 0.044              | 0.034              | 0.044              | 2                        | 12.22      |
| 4   | 0.026              | 0.0216             | 0.027              | 3                        | 24.45      |
| 5   | 0.019              | 0.0164             | 0.02               | 4                        | 38.77      |
| 6   | 0.015              | 0.014              | 0.017              | 5                        | 51.69      |
|     |                    |                    |                    | 6                        | 64.62      |
|     |                    |                    |                    |                          | <b>258</b> |

Çizelge 6.30 Perde Momentleri  
DEPREM PERDELERİ TABAN MOMENT KONTROLÜ

| KAT | H(m)   | F <sub>x</sub> (t) | F <sub>x</sub> *H | F <sub>y</sub> (t) |
|-----|--------|--------------------|-------------------|--------------------|
| 1   | bodrum |                    |                   |                    |
| 2   | 2.8    | 14.06              | 39.35             | 15.82              |
| 3   | 5.6    | 22.84              | 127.89            | 23.03              |
| 4   | 8.4    | 34.28              | 287.92            | 32.86              |
| 5   | 11.2   | 46.51              | 520.85            | 45.62              |
| 6   | 14     | 74.1               | 1037.38           | 75.3               |

**M<sub>dx</sub>=2013tm M<sub>dy</sub>=2014tm**

Çizelge 6.31 Takviye Perdesi Momentleri  
TAKVİYE PERDELERİNE GELEN MOMENTLER

| X YÖNÜ |              | Y YÖNÜ |               |
|--------|--------------|--------|---------------|
| S235   | 21.86        | S227   | 163.38        |
| S236   | 21.43        | S228   | 185.05        |
| S237   | 20.8         | S229   | 439.18        |
| S238   | 20.2         | S230   | 539.59        |
| S239   | 21.88        | S231   | 202.1         |
| S240   | 21.43        | S232   | 214.87        |
| S241   | 20.8         |        | <b>1744tm</b> |
| S242   | 20.2         |        |               |
| S223   | 107.06       |        |               |
| S224   | 107.06       |        |               |
| S225   | 153.59       |        |               |
| S226   | 153.59       |        |               |
|        | <b>689tm</b> |        |               |

Perde momentinin devrilme momentine oranı

X =0,63

Y =0,97

Çizelge 6.32 Deplasmanlar

DEPLASMANLAR

| KAT NO |         | X         | Y        |           |
|--------|---------|-----------|----------|-----------|
|        | METRE   | RADYAN    | METRE    | RADYAN    |
| 1      | 0.00029 | -0.000001 | -0.00039 | -0.000004 |
| 2      | 0.00152 | -0.000005 | -0.0016  | -0.000028 |
| 3      | 0.0034  | -0.000002 | -0.0033  | -0.000064 |
| 4      | 0.0056  | 0.000006  | -0.0055  | -0.000106 |
| 5      | 0.0078  | 0.000018  | -0.0078  | -0.00015  |
| 6      | 0.01    | 0.000032  | -0.0102  | -0.00019  |

Çizelge 6.33 Donatılar

| DONATILAR |       | X YÖNÜ |        |
|-----------|-------|--------|--------|
|           | KENAR | GÖVDE  | ETRİYE |
| S235      | 6     | 3.75   | 14     |
| S223      | 13.02 | 6.25   | 14     |
| S225      | 11.84 | 7.4    | 14     |
| TOPLAM    | 97.72 | 57.3   | 168    |

Çizelge 6.34 Donatılar

| DONATILAR |        | Y YÖNÜ |        |
|-----------|--------|--------|--------|
|           | KENAR  | GÖVDE  | ETRİYE |
| S227      | 13.2   | 8.25   | 14     |
| S229      | 28.38  | 11.88  | 14     |
| S231      | 16.25  | 10.16  | 17.5   |
| TOPLAM    | 115.66 | 60.58  | 91     |

Çizelge 6.35 Donatılar

| UYGULANAN DONATILAR |        | X YÖNÜ |        |
|---------------------|--------|--------|--------|
|                     | KENAR  | GÖVDE  | ETRİYE |
| S235                | 9.24   | 13.86  | 48.26  |
| S223                | 9.24   | 19.1   | 54.31  |
| S225                | 12.32  | 21.37  | 54.31  |
| TOPLAM              | 117.04 | 191.82 | 603.28 |

Çizelge 6.36 Donatılar

| UYGULANAN DONATILAR |        |        | Y YÖNÜ |
|---------------------|--------|--------|--------|
|                     | KENAR  | GÖVDE  | ETRİYE |
| S227                | 13.86  | 22.5   | 54.3   |
| S229                | 30.11  | 42.86. | 54.3   |
| S231                | 16.94  | 25.58  | 54.3   |
| TOPLAM              | 121.92 | 181.88 | 325.8  |

## 7. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Aşağıdaki tabloda isimlendirilen projelerin sonuçları görülmektedir. İlk önce aynı deprem bölgesinde aynı spektrumlara sahip TAK1 ve CTAK155 projelerini karşılaştıralım.

Çizelge 7.1 Karşılaştırmalar

| KARŞILAŞTIRMALAR                     |                    |                    |                    |                    |
|--------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                                      | TAK1               | TAK12              | CTAK155            | CTAK122            |
| DEPREM YÜKÜ X                        | 276t               | 206t               | 289t               | 197t               |
| DEPREM YÜKÜ Y                        | 276t               | 189t               | 291t               | 199t               |
| PERDE TABAN MOMENTİ<br>X             | 2751tm             | 2066t              | 2966tm             | 2013tm             |
| PERDE TABAN MOMENTİ<br>Y             | 2759tm             | 1888t              | 2955tm             | 2014tm             |
| TAKVİYE PERDELERİ<br>TABAN MOMENTİ X | 1743tm             | 1310tm             | 1016tm             | 689tm              |
| TAKVİYE PERDELERİ<br>TABAN MOMENTİ Y | 2525tm             | 1726tm             | 2559tm             | 1744tm             |
| $\alpha_x$                           | 0.85               | 0.85               | 0.63               | 0.63               |
| $\alpha_y$                           | 0.98               | 0.93               | 0.97               | 0.97               |
| 6.KAT DEPLASMANLARI                  | 0.0073m            | 0.005m             | 0.0147m            | 0.0101m            |
| 6.KAT DEPLASMANLARI                  | 0.014m             | 0.0101m            | 0.00028m           | 0.0102m            |
| GEREKLİ TOPLAM<br>DONATI             | 250cm <sup>2</sup> | 250cm <sup>2</sup> | 351cm <sup>2</sup> | 323cm <sup>2</sup> |
| KULLANILAN TOPLAM<br>DONATI          | 592cm <sup>2</sup> | 593cm <sup>2</sup> | 973cm <sup>2</sup> | 912cm <sup>2</sup> |

Aynı m<sup>3</sup>'de takviye betonu harcanmış olan projelerde deprem yükleri yaklaşık aynı iken X yönünde takviye perdelerinin taşıdığı moment oranı  $1743/1016=1.71$  dir.TAK12 VE

CTAK122'de  $1310/689=1.9$  Y yönünde ise takviye geometrisinde değişiklik olmadığı için karşılaştırma yapılmayacaktır.

Buarada her iki grubun atalet momentleri oranı  $8.32/1.96=4.24$ 'ün momentlerle ilgili oranda epey farklı olduğu görülmektedir yani aralarında moment oranlarıyla ilgili bir ilişki bulunmamaktadır. Binanın tüm perdelerinin devrilme momentine oranı  $\alpha_x$  ise tak1 ve tak12'de 0.85 CTAK155 ve CTAK122'de 0.63 çıkmış.

Donatıları karşılaştırırken 1.kat rijit kat olduğu için 2. Kat takviye perde donatıları karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmada Y yönü perdeleri sabit olduğu için X yönü perde donatıları karşılaştırılmıştır.

Fakat donatılar gerekli ve şartname gereği olarak iki ayrı karşılaştırma yapılmıştır.

TAK1 ve CTAK155 projelerinin gerekli donatı alan yüzdeleri %40 civarındadır.Yani perdeleri merkezde toplayınca daha uzun yani daha büyük ataletli olarak dizayn edince daha az donatı harcanmaktadır. Bu oran 2. Derece deprem bölgesi içinde yaklaşık aynıdır.

Şartname gereği donatı konulunca ki bu tabloda görüldüğü gibi %64'lere ulaşmaktadır. Donatılarla ilgili ilginç bir nokta aynı projelerin 1. Ve 2. Derece deprem bölgelerinde olmasında hemen hemen hiç fark olmamıştır.

Buradan çıkan sonuç; hem normal hem takviye proje dizaynında merkezde, daha uzun ,büyük ataletli perdeler dizayn etmek daha uygun olacaktır.

Fakat matematiğin çekiciliği bizi yanıltıyor olabilir. Çünkü bu sonuç büyük bir alana yayılmış bina için geçerli olmayabilir, büyük bir bina merkezde büyük perdelerle göçmese de merkezinden uzak yerleri kırılabilir. Ayrıca perdeler binada tam göçmeyi önlesede çok büyük momentler alacakları için bağlı oldukları kirişleri kırabilirler. Binada (özellikle büyük alana yayılmış) kırılmalar olabilir. Büyük binaların kısmi yıkılmalara maruz kaldıkları olmuştur. Yapının çerçevesi beraber çalışmalı bina bütün olarak depreme karşı koymalıdır. Yani süneklikten taviz vermemek uygun olacaktır. Perdeleri (175/25)-(210/30) gibi bina boyunca dağıtmak sünekliği sağlayacaktır. Burada yeri gelmişken yönetmelikte 1/7 oranı yüzünden 20/140'ın perde olduğunu ama 25/170'in perde olmaması meselesinin yanlışlığına dikkat çekmek gerekir. Mesala (30/140) perdeler her iki yönde simetrik dağıtılır, merkezde de daha rijit (poligon kolon) çekirdek oluşturulursa daha sünek ama kısmen veya tam göçmeyen bir yapı elde edilmiş olur. Tabiki özellikle takviye ile ilgili sonuçlara deneylerle gidilmelidir.



**KAYNAKLAR**

- Amasralı, S, (2001) Sta4cad Kullanım Kulavuzu, Tasarım matbacılık, İstanbul
- Bayındırlık Bakanlığı, (1997) Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, İzmir inşaat mühendisleri odası, İzmir
- Bayülke, N, (1999) Depremde Hasar Görmüş Binaların Takviyesi, Sema matbacılık, İstanbul
- Celep, Z ve Kumbasar, N, (1998) Betonarme Yapılar, Sema matbacılık, İstanbul
- Celep, Z ve Kumbasar, N, (1998) Yapı Dinamiği, Sema Matbacılık, İstanbul
- O.D.T.Ü Proje Müşaviri Kurs Notları (1999), Bayındırlık Bakanlığı, Ankara



**EKLER**

Ek 1      Paket Program Çıktıları

Ek 2      Çizim Paftaları



```

[sm].....:ctak1555
[edi].....:6
[ctak].....:42
aks sayısı.....:23
aks sayısı.....:12
KATSAYISI.....:(A0).....:4
YAPI TİPİ KATSAYISI.....:(R).....:5.884
YAPI ÖNEM KATSAYISI.....:(I).....:1
ZEMİN HAKIM TİTREŞİM PERİYODU.....:(Ta/Tb).....:0.2 / 0.9
HAREKETLİ YÜK KATSAYISI.....:(n).....:0.3
SİFİR RÖLATİF HAREKET YÜKSEKLİĞİ (m).....:(n).....:0.280
EMNİYET GERİLMESİ.....:(t/m2).....:15.0
YATAK KATSAYISI.....:(t/m3).....:2000.0
RME HESAP YÖNTEMİ.....:TAJIMA GÜÇÜ YÖNTEMİ (TİS 500, 2000)
RME KESİTİ DONATI HESAP YÖNTEMİ.....:BRÜT KESİTİ GÖRE
HESABI YÖNTEMİ.....:MOD SÜPERPÖZİSYONU İLE DİNAMİK ANALİZ
ANALİZ OPSİYONU.....:TEMGİLLER DİKKATE ALINMADAN, YAPI ANALİZİ
gerilme1.....:80
gerilme1 deprem azaltması.....:25
gerilme1.....:1.5
n oluşturma katsı1s test1 garpanı.....:1.5
e kolon rijitlik bölge1i opsiyonu.....:Rijit davranış
uçlandırma elastik anka1treli opsiyonu : Elastik anka1tre

```

|                                            |            |        |       |
|--------------------------------------------|------------|--------|-------|
| ve ÇELİK MALZEME BİLGİLERİ                 | Kırs\Kolon | Döşeme | Temel |
| dayanım gerilme (kg/cm <sup>2</sup> )      | 120\ 200   | 160    | 200   |
| akma gerilme (kg/cm <sup>2</sup> )         | 4200       | 2200   | 4200  |
| akma gerilme (kg/cm <sup>2</sup> ) (Briye) | 4200       |        | 4200  |

|                             |                   |                       |
|-----------------------------|-------------------|-----------------------|
| HA GÜCÜ YÜK KATSAYILARI     | SABİT YÜK<br>1.40 | HAREKETLİ YÜK<br>1.60 |
| HA GÜCÜ MALZEME KATSAYILARI | BETON<br>1.50     | ÇELİK<br>1.15         |

(kg/cm<sup>2</sup>)      STRESS MODULUS

|     |        |     |        |
|-----|--------|-----|--------|
| E1= | 285000 | G1= | 114000 |
| E2= | 200000 | G2= | 80000  |

WÄRME BESAP YÜK KOMBİNASYONU

|     |           |       |        |        |
|-----|-----------|-------|--------|--------|
| Yük | Hareketli | Zemin | Deprem | Rüzgar |
| 40  | 1.60      | 0.00  | 0.00   | 0.00   |
| 40  | 1.60      | 1.60  | 0.00   | 0.00   |
| 40  | 0.00      | 0.00  | 1.00   | 0.00   |
| 00  | 1.00      | 0.00  | 1.00   | 0.00   |
| 00  | 1.00      | 1.00  | 1.00   | 0.00   |
| 90  | 0.00      | 0.00  | 1.00   | 0.00   |
| 00  | 1.30      | 0.00  | 0.00   | 1.30   |
| 00  | 1.30      | 1.00  | 0.00   | 1.30   |
| 90  | 0.00      | 0.00  | 0.00   | 1.30   |

ISS500T.COD

GERİTİMİTİ YÜK KOMBİNASYONU

|      |           |       |        |        |
|------|-----------|-------|--------|--------|
| Yük  | Haraketli | Zemin | Deprem | Rüzgar |
| 0.00 | 1.00      | 0.00  | 0.00   | 0.00   |
| 0.00 | 1.00      | 1.00  | 0.00   | 0.00   |
| 0.67 | 0.67      | 0.67  | 0.67   | 0.00   |
| 80   | 0.00      | 0.80  | 0.00   | 0.80   |

YERİ GİRİLMESİ HAREKETLİ YÜK AZALTIMA DEĞERLERİ

|        |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|--------|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
|        | 1 | 2 | 3 | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
| time % |   |   |   | 20 | 40 | 60 | 80 | 80 | 80 | 40 |

AKS BİLGİLERİ

Y yonnu aks bligilert

|    |      |      |       |
|----|------|------|-------|
| 2  | 0.00 | 0.00 | 0.40  |
| 3  | 0.00 | 0.00 | 5.35  |
| 4  | 0.00 | 0.00 | 6.45  |
| 5  | 0.00 | 0.00 | 7.25  |
| 6  | 0.00 | 0.00 | 8.70  |
| 7  | 0.00 | 0.00 | 10.15 |
| 8  | 0.00 | 0.00 | 11.40 |
| 9  | 0.00 | 0.00 | 12.65 |
| 10 | 0.00 | 0.00 | 14.10 |
| 11 | 0.00 | 0.00 | 15.55 |
| 12 | 0.00 | 0.00 | 16.35 |
| 13 | 0.00 | 0.00 | 17.45 |
| 14 | 0.00 | 0.00 | 22.40 |
| 15 | 0.00 | 0.00 | 23.80 |
| 16 | 0.00 | 0.00 | 6.88  |
| 17 | 0.00 | 0.00 | 15.93 |
| 18 | 0.00 | 0.00 | 19.25 |
| 19 | 0.00 | 0.00 | 18.50 |
| 20 | 0.00 | 0.00 | 14.23 |
| 21 | 0.00 | 0.00 | 1.80  |
| 22 | 0.00 | 0.00 | 1.75  |
| 23 | 0.00 | 0.00 | 21.00 |

|    |      |      |       |
|----|------|------|-------|
| 2  | 0.00 | 0.00 | 2.95  |
| 3  | 0.00 | 0.00 | 8.25  |
| 4  | 0.00 | 0.00 | 9.75  |
| 5  | 0.00 | 0.00 | 13.25 |
| 6  | 0.00 | 0.00 | 1.95  |
| 7  | 0.00 | 0.00 | 10.25 |
| 8  | 0.00 | 0.00 | 9.05  |
| 9  | 0.00 | 0.00 | 1.48  |
| 10 | 0.00 | 0.00 | 3.85  |
| 11 | 0.00 | 0.00 | 4.80  |
| 12 | 0.00 | 0.00 | 9.15  |

4 KOLONLARI AKS BİLGİLERİ

| no | X aksı | Y aksı | dx    | dy    | alt yük. |
|----|--------|--------|-------|-------|----------|
| 11 | 2      | 1      | -0.1  | -0.1  | 0.00     |
| 13 | 6      | 1      | -0.1  | -0.1  | 0.00     |
| 15 | 4      | 2      | -0.1  | -0.1  | 0.00     |
| 17 | 2      | 3      | -0.1  | -0.1  | 0.00     |
| 19 | 14     | 5      | 0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 21 | 7      | 4      | 0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 23 | 21     | 1      | -80.0 | -0.1  | 0.00     |
| 25 | 7      | 5      | 0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 27 | 6      | 9      | 0.1   | 107.0 | 0.00     |
| 29 | 4      | 11     | -0.1  | 305.0 | 0.00     |
| 31 | 7      | 7      | 0.1   | 275.0 | 0.00     |
| 33 | 8      | 2      | 0.0   | 0.1   | 0.00     |
| 35 | 1      | 1      | -0.1  | -0.1  | 0.00     |
| 37 | 1      | 3      | -0.1  | -0.1  | 0.00     |
| 39 | 15     | 1      | -0.1  | -0.1  | 0.00     |
| 41 | 15     | 3      | 0.1   | 0.00  | 0.00     |

| Kolon no | X aksı | Y aksı | dx     | dy    | alt yük. |
|----------|--------|--------|--------|-------|----------|
| 102      | 3      | 1      | 0.1    | -0.1  | 0.00     |
| 104      | 2      | 2      | -0.1   | -0.1  | 0.00     |
| 106      | 6      | 2      | 0.1    | -0.1  | 0.00     |
| 108      | 4      | 3      | -0.1   | -0.1  | 0.00     |
| 110      | 4      | 5      | 74.0   | 0.1   | 0.00     |
| 112      | 13     | 1      | -0.1   | -0.1  | 0.00     |
| 114      | 14     | 2      | 0.1    | -0.1  | 0.00     |
| 116      | 10     | 2      | -0.1   | -0.1  | 0.00     |
| 118      | 12     | 3      | 0.1    | -0.1  | 0.00     |
| 120      | 12     | 5      | -74.0  | 0.1   | 0.00     |
| 122      | 9      | 4      | -0.1   | -0.1  | 0.00     |
| 124      | 23     | 1      | -170.0 | -0.1  | 0.00     |
| 126      | 9      | 5      | -0.1   | -0.1  | 0.00     |
| 128      | 10     | 9      | -0.1   | 107.0 | 0.00     |
| 130      | 12     | 11     | 0.1    | 305.0 | 0.00     |
| 132      | 9      | 7      | -0.1   | 275.0 | 0.00     |
| 134      | 8      | 3      | 0.0    | 0.1   | 0.00     |
| 136      | 1      | 2      | -0.1   | -0.1  | 0.00     |
| 138      | 1      | 5      | -0.1   | -0.1  | 0.00     |
| 140      | 15     | 2      | 0.1    | -0.1  | 0.00     |
| 142      | 15     | 5      | 0.1    | -0.1  | 0.00     |

4 RAPORU  
 Deprem yükü eksantrikitesi:  $\beta$  : 0.050  
 Deprem yükü oranı  $\beta$  : 1.0

İNHAZİK ANALİZ BİLGİLERİ  
 ASARIN SPECTRUM BİLGİSİ

| T    | Sa (m/s <sup>2</sup> ) |
|------|------------------------|
| 0.00 | 4.000                  |
| 0.20 | 10.000                 |
| 0.90 | 10.000                 |
| 1.00 | 9.192                  |
| 1.10 | 8.516                  |
| 1.20 | 7.944                  |
| 1.30 | 7.452                  |
| 1.40 | 7.024                  |
| 1.50 | 6.644                  |
| 1.60 | 6.312                  |
| 1.70 | 6.012                  |
| 1.80 | 5.744                  |
| 1.90 | 5.500                  |
| 2.00 | 5.280                  |
| 2.10 | 5.076                  |
| 2.20 | 4.892                  |
| 2.30 | 4.720                  |
| 2.40 | 4.564                  |
| 2.50 | 4.416                  |
| 2.60 | 4.280                  |
| 2.70 | 4.152                  |
| 2.80 | 4.032                  |
| 2.90 | 3.920                  |
| 3.00 | 3.816                  |
| 3.10 | 3.716                  |
| 3.20 | 3.624                  |
| 3.30 | 3.536                  |

# YAPI PERİYODLARI

| mod | Tx (s)   | Ty (s)   | Tz (s)   |
|-----|----------|----------|----------|
| 1   | 0.452828 | 0.450310 | 0.479820 |
| 2   | 0.104379 | 0.082401 | 0.104438 |
| 3   | 0.044595 | 0.034790 | 0.044607 |
| 4   | 0.026531 | 0.021668 | 0.027170 |
| 5   | 0.019227 | 0.016481 | 0.020313 |
| 6   | 0.015813 | 0.014043 | 0.017238 |

## YÖNÜ DİNAMİK ANALİZ DEPLASMAN VEKTÖRLERİ

| Kat | 1. mod | 2. mod  | 3. mod  | 4. mod  | 5. mod  | 6. mod  |
|-----|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.0208 | 0.1153  | 0.3142  | 0.5356  | 0.6258  | 0.4567  |
| 2   | 0.1055 | 0.3995  | 0.6211  | 0.3286  | -0.2792 | -0.5343 |
| 3   | 0.2380 | 0.5803  | 0.2323  | -0.5048 | -0.1965 | 0.5359  |
| 4   | 0.3909 | 0.4558  | -0.4162 | -0.1188 | 0.5171  | -0.4036 |
| 5   | 0.5460 | 0.0313  | -0.3907 | 0.5253  | -0.4499 | 0.2279  |
| 6   | 0.6935 | -0.5307 | 0.3683  | -0.2456 | 0.1483  | -0.0624 |

$$Kx = \sum [X(m, \phi)]^2 / Mx = 1993.95 > 0.90 \times \sum m = 1794.00 \text{ (t)}$$

İnvanik kütle oranı yeterli. ✓

## YÖNÜ DİNAMİK ANALİZ DEPLASMAN VEKTÖRLERİ

| Kat | 1. mod | 2. mod  | 3. mod  | 4. mod  | 5. mod  | 6. mod  |
|-----|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.0269 | 0.1670  | 0.3996  | 0.5718  | 0.5735  | 0.3943  |
| 2   | 0.1112 | 0.4469  | 0.6005  | 0.1852  | -0.3717 | -0.5327 |
| 3   | 0.2343 | 0.5772  | 0.1266  | -0.5457 | -0.1130 | 0.5588  |
| 4   | 0.3816 | 0.4289  | -0.4504 | -0.0368 | 0.5101  | -0.4286 |
| 5   | 0.5408 | 0.0221  | -0.3515 | 0.5222  | -0.4827 | 0.2455  |
| 6   | 0.7028 | -0.5048 | 0.3705  | -0.2588 | 0.1643  | -0.0675 |

$$Ky = \sum [Y(m, \phi)]^2 / My = 1993.88 > 0.90 \times \sum m = 1794.00 \text{ (t)}$$

İnvanik kütle oranı yeterli. ✓

## URUMA DİNAMİK ANALİZ DEPLASMAN VEKTÖRLERİ

| Kat | 1. mod | 2. mod  | 3. mod  | 4. mod  | 5. mod  | 6. mod  |
|-----|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.0156 | 0.0920  | 0.2492  | 0.4491  | 0.6129  | 0.5399  |
| 2   | 0.1011 | 0.3935  | 0.6271  | 0.4147  | -0.1544 | -0.5373 |
| 3   | 0.2331 | 0.5850  | 0.2662  | -0.4859 | -0.3000 | 0.5017  |
| 4   | 0.3866 | 0.4645  | -0.4141 | -0.1731 | 0.5461  | -0.3563 |
| 5   | 0.5452 | 0.0386  | -0.4059 | 0.5476  | -0.4385 | 0.1957  |
| 6   | 0.6989 | -0.5265 | 0.3709  | -0.2459 | 0.1408  | -0.0528 |

$$J_{mass} = (I_x + I_y) / A$$

| Kat | A (m²) | Ix (m⁴) | Iy (m⁴)  | Kg (m) | Yg (m) | Jmass (m²) |
|-----|--------|---------|----------|--------|--------|------------|
| 1   | 288.07 | 4522.79 | 12600.84 | 11.40  | 6.27   | 59.44      |
| 2   | 327.97 | 5198.75 | 18069.27 | 11.40  | 6.26   | 70.95      |
| 3   | 327.97 | 5198.75 | 18069.27 | 11.40  | 6.26   | 70.95      |
| 4   | 327.97 | 5198.75 | 18069.27 | 11.40  | 6.26   | 70.95      |
| 5   | 327.97 | 5198.75 | 18069.27 | 11.40  | 6.26   | 70.95      |
| 6   | 327.97 | 5198.75 | 18069.27 | 11.40  | 6.26   | 70.95      |

## AT KÜTLESİ VE RİJİTİLİK MERKEZİ (t)

| Kat | no | H (m) | Wg     | Wq    | Xg (m) | Xc (m) | Yg (m) | Yc (m) | ΣWk     |
|-----|----|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 1   | 1  | 2.80  | 314.45 | 58.04 | 11.35  | 11.40  | 6.37   | 10.88  | 331.862 |
| 2   | 2  | 5.60  | 301.03 | 67.53 | 11.40  | 11.40  | 6.34   | 7.81   | 321.286 |
| 3   | 3  | 8.40  | 301.03 | 67.53 | 11.40  | 11.40  | 6.34   | 7.81   | 321.286 |
| 4   | 4  | 11.20 | 319.37 | 67.53 | 11.39  | 11.40  | 6.24   | 7.81   | 339.632 |
| 5   | 5  | 14.00 | 319.37 | 67.53 | 11.39  | 11.40  | 6.24   | 7.81   | 339.632 |
| 6   | 6  | 16.80 | 319.37 | 67.53 | 11.39  | 11.40  | 6.24   | 7.81   | 339.632 |

$$\sum Wk = 1993.332$$

## EPREM KÜVERTİ (t)

$$F_{tx} = 0.00 \text{ Fty} = 0.00 \text{ (t)}$$

Hmax < 25m koşulu

## X YÖNÜ

## Y YÖNÜ

| Order | Mr     | Mrk = | Mrx    | My     | Myk = | Myx    |
|-------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|
| 109   | 67.59  | 78.33 | 145.91 | 0.54   | 0.00  | 0.54   |
| 110   | 67.59  | 78.33 | 145.92 | 0.50   | 0.00  | 0.50   |
| 119   | 67.59  | 78.33 | 145.91 | 0.93   | 0.00  | 0.93   |
| 120   | 67.59  | 78.33 | 145.92 | 0.60   | 0.00  | 0.60   |
| 123   | 157.77 | 88.78 | 246.55 | 0.62   | 0.00  | 0.62   |
| 124   | 157.77 | 88.78 | 246.55 | 1.08   | 0.00  | 1.08   |
| 125   | 226.33 | 0.00  | 226.33 | 1.18   | 0.00  | 1.18   |
| 126   | 226.33 | 0.00  | 226.33 | 1.38   | 0.00  | 1.38   |
| 127   | 1.41   | 0.00  | 1.41   | 239.72 | 0.00  | 239.72 |
| 128   | 1.41   | 0.00  | 1.41   | 271.52 | 0.00  | 271.52 |
| 129   | 1.96   | 0.00  | 1.96   | 644.32 | 0.00  | 644.32 |
| 130   | 1.96   | 0.00  | 1.96   | 791.66 | 0.00  | 791.66 |
| 131   | 4.28   | 35.08 | 39.35  | 296.52 | 0.00  | 296.52 |
| 132   | 4.28   | 35.08 | 39.35  | 315.26 | 0.00  | 315.26 |
| 135   | 32.24  | 0.00  | 32.24  | 0.62   | 20.17 | 20.79  |
| 136   | 31.58  | 0.00  | 31.58  | 0.80   | 36.57 | 37.37  |
| 137   | 30.65  | 0.00  | 30.65  | 0.78   | 34.59 | 35.36  |
| 138   | 29.77  | 0.00  | 29.77  | 0.59   | 17.44 | 18.03  |
| 139   | 32.24  | 0.00  | 32.24  | 1.14   | 31.85 | 32.99  |
| 140   | 31.58  | 0.00  | 31.58  | 1.43   | 57.77 | 59.20  |
| 141   | 30.65  | 0.00  | 30.65  | 1.39   | 54.63 | 56.02  |
| 142   | 29.77  | 0.00  | 29.77  | 1.09   | 27.54 | 28.63  |

$$\begin{aligned} \text{k} \times \text{d} \times \text{h} &= -0.004407 + 0.000017 \times (-9 - 10.88 = -0.004446) \quad (S123) \\ \text{k} \times \text{d} \times \text{h} &= -0.004407 + 0.000017 \times (13.15 - 10.88) = -0.004446 \quad (S109) \\ \text{k} \times \text{d} \times \text{h} &= -0.0022534 + 0.000087 \times (-9 - 7.81) = -0.0044205 = -0.0017568 \\ \text{k} \times \text{d} \times \text{h} &= -0.0022534 + 0.000087 \times (13.15 - 7.81) = -0.004446 = -0.0018554 \end{aligned}$$

YÖNÜ (+5)

| t | Δx düst(m) | Δx dalt(m) | Δx ort    | nbt  | nkt  | Δx/h    | θ1      | kat tipi   |
|---|------------|------------|-----------|------|------|---------|---------|------------|
| 1 | 0.0004205  | 0.0004446  | 0.0004326 | 1.03 | 0.00 | 0.00016 | 0.00000 | Bodrum kat |
| 2 | 0.0017568  | 0.0018061  | 0.0018061 | 1.03 | 0.64 | 0.00066 | 0.00380 | Normal kat |
| 3 | 0.0028562  | 0.0027853  | 0.0028207 | 1.01 | 0.86 | 0.00102 | 0.00515 | Normal kat |
| 4 | 0.0033509  | 0.0031743  | 0.0032626 | 1.03 | 0.98 | 0.00120 | 0.00519 | Normal kat |
| 5 | 0.0034624  | 0.0032043  | 0.0033334 | 1.04 | 1.04 | 0.00124 | 0.00455 | Normal kat |
| 6 | 0.0033426  | 0.0030508  | 0.0031967 | 1.05 | 0.00 | 0.00119 | 0.00358 | Normal kat |

YÖNÜ (-5)

| t | Δx düst(m) | Δx dalt(m) | Δx ort    | nbt  | nkt  | Δx/h    | θ1      | kat tipi   |
|---|------------|------------|-----------|------|------|---------|---------|------------|
| 1 | 0.0003162  | 0.0004442  | 0.0003802 | 1.17 | 0.00 | 0.00016 | 0.00000 | Bodrum kat |
| 2 | 0.0014111  | 0.0020749  | 0.0017430 | 1.19 | 0.65 | 0.00074 | 0.00366 | Normal kat |
| 3 | 0.0022630  | 0.0030613  | 0.0026622 | 1.15 | 0.87 | 0.00109 | 0.00486 | Normal kat |
| 4 | 0.0026479  | 0.0034824  | 0.0030652 | 1.14 | 0.98 | 0.00124 | 0.00488 | Normal kat |
| 5 | 0.0027236  | 0.0035152  | 0.0031194 | 1.13 | 1.05 | 0.00126 | 0.00426 | Normal kat |
| 6 | 0.0026178  | 0.0033494  | 0.0029836 | 1.12 | 0.00 | 0.00120 | 0.00334 | Normal kat |

YÖNÜ (+5)

| t | Δx düst(m) | Δx dalt(m) | Δx ort    | nbt  | nkt  | Δx/h    | θ1      | kat tipi   |
|---|------------|------------|-----------|------|------|---------|---------|------------|
| 1 | 0.0005010  | 0.0005503  | 0.0005756 | 1.13 | 0.00 | 0.00023 | 0.00000 | Bodrum kat |
| 2 | 0.0013898  | 0.0021994  | 0.0017946 | 1.23 | 0.69 | 0.00079 | 0.00377 | Normal kat |
| 3 | 0.0019929  | 0.0032359  | 0.0026144 | 1.24 | 0.84 | 0.00116 | 0.00482 | Normal kat |
| 4 | 0.0024052  | 0.0038513  | 0.0031282 | 1.23 | 0.92 | 0.00138 | 0.00503 | Normal kat |
| 5 | 0.0026416  | 0.0041454  | 0.0033935 | 1.22 | 0.98 | 0.00148 | 0.00464 | Normal kat |
| 6 | 0.0027328  | 0.0042007  | 0.0034667 | 1.21 | 0.00 | 0.00150 | 0.00384 | Normal kat |

YÖNÜ (-5)

| t | Δx düst(m) | Δx dalt(m) | Δx ort    | nbt  | nkt  | Δx/h    | θ1      | kat tipi   |
|---|------------|------------|-----------|------|------|---------|---------|------------|
| 1 | 0.0006509  | 0.0005004  | 0.0005756 | 1.13 | 0.00 | 0.00023 | 0.00000 | Bodrum kat |
| 2 | 0.0022028  | 0.0013864  | 0.0017946 | 1.23 | 0.69 | 0.00079 | 0.00377 | Normal kat |
| 3 | 0.0032412  | 0.0019875  | 0.0026144 | 1.24 | 0.84 | 0.00116 | 0.00482 | Normal kat |
| 4 | 0.0038577  | 0.0023988  | 0.0031282 | 1.23 | 0.92 | 0.00138 | 0.00503 | Normal kat |
| 5 | 0.0041521  | 0.0026349  | 0.0033935 | 1.22 | 0.98 | 0.00148 | 0.00464 | Normal kat |
| 6 | 0.0042073  | 0.0027262  | 0.0034667 | 1.21 | 0.00 | 0.00150 | 0.00384 | Normal kat |

Y 6.3.2.1 A1 burulma düzenliliği:

<2> nbt=1.24 <2> , dinamik analizle karşılaştırılır

Y 6.3.2.1 B2 düzenliliği sağlanmaktadır.

Y 6.20 kısımlı sağlanmaktadır. 0.015 < 0.0034

Y 6.21 kısımlı sağlanmaktadır. max θ1=0.005 < 0.12

1-Düsey doğrultudaki düzenliliklerinin kontrolü

| at | Δw   | Δgx  | Δgy  | Δzax | Δzay | nkt  | noly | AÇIKLAMA   |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------------|
| 1  | 3.71 | 6.08 | 4.85 | 9.79 | 8.55 | 1.03 | 1.00 | Bodrum kat |
| 2  | 3.71 | 5.78 | 4.85 | 9.49 | 8.55 | 1.00 | 1.00 | Düzenli    |
| 3  | 3.71 | 5.78 | 4.85 | 9.49 | 8.55 | 1.00 | 1.00 | Düzenli    |
| 4  | 3.71 | 5.78 | 4.85 | 9.49 | 8.55 | 1.00 | 1.00 | Düzenli    |
| 5  | 3.71 | 5.78 | 4.85 | 9.49 | 8.55 | 1.00 | 1.00 | Düzenli    |
| 6  | 3.71 | 5.78 | 4.85 | 9.49 | 8.55 | 1.00 | 1.00 | üst kat    |

1 düzenliliği bulunmamıştır.



|    |      |       |
|----|------|-------|
| 23 | 0.00 | 0.00  |
| 22 | 0.00 | 0.00  |
| 21 | 0.00 | 1.80  |
| 20 | 0.00 | 14.23 |
| 19 | 0.00 | 18.50 |
| 18 | 0.00 | 19.25 |
| 17 | 0.00 | 15.93 |
| 16 | 0.00 | 6.88  |
| 15 | 0.00 | 23.80 |
| 14 | 0.00 | 22.40 |
| 13 | 0.00 | 17.45 |
| 12 | 0.00 | 16.35 |
| 11 | 0.00 | 15.55 |
| 10 | 0.00 | 14.10 |
| 9  | 0.00 | 12.65 |
| 8  | 0.00 | 11.40 |
| 7  | 0.00 | 10.15 |
| 6  | 0.00 | 8.70  |
| 5  | 0.00 | 7.25  |
| 4  | 0.00 | 6.45  |
| 3  | 0.00 | 5.55  |

|    |      |   |
|----|------|---|
| 12 | 0.00 | L |
| 11 | 0.00 | K |
| 10 | 0.00 | J |
| 9  | 0.00 | I |
| 8  | 0.00 | H |
| 7  | 0.00 | G |
| 6  | 0.00 | F |
| 5  | 0.00 | E |
| 4  | 0.00 | D |
| 3  | 0.00 | C |
| 2  | 0.00 | B |
| 1  | 0.00 | A |

KOLONLAR AKS BİLGİLERİ

| no | X aksı | Y aksı | dx    | dy    | alt yük. |
|----|--------|--------|-------|-------|----------|
| 1  | 2      | 1      | -0.1  | -0.1  | 0.00     |
| 3  | 6      | 1      | -0.1  | 0.0   | 0.00     |
| 5  | 4      | 2      | -0.1  | 15.0  | 0.00     |
| 7  | 2      | 3      | -0.1  | 0.1   | 0.00     |
| 9  | 2      | 5      | -0.1  | 0.1   | 0.00     |
| 11 | 10     | 1      | -0.1  | -0.1  | 0.00     |
| 13 | 14     | 1      | -0.1  | -0.1  | 0.00     |
| 15 | 12     | 2      | 0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 17 | 14     | 3      | 0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 19 | 4      | 11     | -0.1  | 305.0 | 0.00     |
| 21 | 6      | 9      | 0.1   | 107.0 | 0.00     |
| 23 | 21     | 1      | -80.0 | -0.1  | 0.00     |
| 25 | 7      | 5      | 0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 27 | 14     | 14     | 0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 29 | 14     | 5      | 0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 31 | 7      | 4      | 0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 33 | 21     | 1      | -80.0 | -0.1  | 0.00     |
| 35 | 7      | 5      | 0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 37 | 14     | 9      | 0.1   | 107.0 | 0.00     |
| 39 | 4      | 11     | -0.1  | 305.0 | 0.00     |
| 41 | 7      | 7      | 0.1   | 275.0 | 0.00     |
| 43 | 8      | 2      | 0.0   | 0.1   | 0.00     |
| 45 | 1      | 3      | -0.1  | 0.1   | 0.00     |
| 47 | 15     | 1      | -0.1  | 0.1   | 0.00     |
| 49 | 15     | 1      | -0.1  | 0.1   | 0.00     |
| 51 | 15     | 1      | -0.1  | 0.1   | 0.00     |

| Kolon no | X aksı | Y aksı | dx     | dy    | alt yük. |
|----------|--------|--------|--------|-------|----------|
| 102      | 3      | 1      | 0.1    | -0.1  | 0.00     |
| 104      | 2      | 2      | -0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 106      | 6      | 2      | 0.1    | 0.1   | 0.00     |
| 108      | 4      | 3      | -0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 110      | 4      | 5      | 74.0   | 0.1   | 0.00     |
| 112      | 13     | 1      | -0.1   | -0.1  | 0.00     |
| 114      | 14     | 2      | 0.1    | 0.1   | 0.00     |
| 116      | 10     | 2      | -0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 118      | 12     | 3      | 0.1    | 0.1   | 0.00     |
| 120      | 12     | 5      | -74.0  | 0.1   | 0.00     |
| 122      | 9      | 4      | -0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 124      | 23     | 1      | -170.0 | -0.1  | 0.00     |
| 126      | 9      | 5      | -0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 128      | 10     | 9      | -0.1   | 107.0 | 0.00     |
| 130      | 12     | 11     | 0.1    | 305.0 | 0.00     |
| 132      | 9      | 7      | -0.1   | 275.0 | 0.00     |
| 134      | 8      | 3      | 0.0    | 0.1   | 0.00     |
| 136      | 1      | 2      | -0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 138      | 1      | 5      | -0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 140      | 15     | 2      | 0.1    | 0.1   | 0.00     |
| 142      | 15     | 5      | 0.1    | 0.1   | 0.00     |

1 RAPORU  
 namik Analiz mün. deprem yükü oranı  $\beta$  : 1.0  
 namik Analiz mün. deprem yükü oranı  $\beta$  : 0.050

NAMİK ANALİZ BİLGİLERİ  
 SARMAN SPECTRUM BİLGİLERİ

| T  | Sa (m/s <sup>2</sup> ) | So (s) |
|----|------------------------|--------|
| 1  | 0.00                   | 3.000  |
| 2  | 0.15                   | 7.500  |
| 3  | 0.40                   | 7.500  |
| 4  | 0.50                   | 6.273  |
| 5  | 0.60                   | 5.421  |
| 6  | 0.70                   | 4.794  |
| 7  | 0.80                   | 4.308  |
| 8  | 0.90                   | 3.921  |
| 9  | 1.00                   | 3.603  |
| 10 | 1.10                   | 3.339  |
| 11 | 1.20                   | 3.114  |
| 12 | 1.30                   | 2.922  |
| 13 | 1.40                   | 2.754  |
| 14 | 1.50                   | 2.604  |
| 15 | 1.60                   | 2.475  |
| 16 | 1.70                   | 2.358  |
| 17 | 1.80                   | 2.253  |
| 18 | 1.90                   | 2.157  |
| 19 | 2.00                   | 2.100  |
| 20 | 2.100                  | 2.100  |

YAPI PERİYODLARI

| mod | Tx (s)   | Ty (s)   | Tz (s)   |
|-----|----------|----------|----------|
| 1   | 0.452828 | 0.450310 | 0.479820 |
| 2   | 0.104379 | 0.082401 | 0.104438 |
| 3   | 0.044502 | 0.034700 | 0.044507 |

YÖNÜ DİNAMİK ANALİZ DEPLASMAN VEKTÖRLERİ

| Kat | 1. mod | 2. mod  | 3. mod  | 4. mod  | 5. mod  | 6. mod  |
|-----|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.0208 | 0.1153  | 0.3142  | 0.5356  | 0.6258  | 0.4567  |
| 2   | 0.1055 | 0.3995  | 0.6211  | 0.3286  | -0.2792 | -0.5343 |
| 3   | 0.2380 | 0.5803  | 0.2323  | -0.5048 | -0.1965 | 0.5359  |
| 4   | 0.3909 | 0.4558  | -0.1162 | -0.1188 | 0.5171  | -0.4036 |
| 5   | 0.5460 | 0.0313  | -0.3907 | 0.5253  | -0.4499 | 0.2279  |
| 6   | 0.6935 | -0.5307 | 0.3683  | -0.2456 | 0.1483  | -0.0624 |
| %   | 66.75  | 17.37   | 7.99    | 4.69    | 2.46    | 0.78    |

= 100.00

$$\gamma_T = \frac{\sum (m_i \cdot \phi_i^2)}{\sum m_i} = \frac{1993.95}{1794.00} > 0.90 \times \sum m_i = 1794.00 \quad (t)$$

YÖNÜ DİNAMİK ANALİZ DEPLASMAN VEKTÖRLERİ

| Kat | 1. mod | 2. mod  | 3. mod  | 4. mod  | 5. mod  | 6. mod  |
|-----|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.0269 | 0.1670  | 0.3996  | 0.5718  | 0.5735  | 0.3943  |
| 2   | 0.1112 | 0.4469  | 0.6005  | 0.1852  | -0.3717 | -0.5327 |
| 3   | 0.2343 | 0.5772  | 0.1266  | -0.5457 | -0.1130 | 0.5588  |
| 4   | 0.3816 | 0.4289  | -0.4504 | -0.0368 | 0.5101  | -0.4286 |
| 5   | 0.5408 | 0.0221  | -0.3515 | 0.5222  | -0.4827 | 0.2455  |
| 6   | 0.7028 | -0.5048 | 0.3705  | -0.2588 | 0.1643  | -0.0675 |
| %   | 66.92  | 20.41   | 7.30    | 3.45    | 1.49    | 0.45    |

= 100.00

$$\gamma_T = \frac{\sum (m_i \cdot \phi_i^2)}{\sum m_i} = \frac{1993.88}{1794.00} > 0.90 \times \sum m_i = 1794.00 \quad (t)$$

YÖNÜ DİNAMİK ANALİZ DEPLASMAN VEKTÖRLERİ

| Kat | 1. mod | 2. mod  | 3. mod  | 4. mod  | 5. mod  | 6. mod  |
|-----|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.0156 | 0.0920  | 0.2492  | 0.4491  | 0.6129  | 0.5399  |
| 2   | 0.1011 | 0.3935  | 0.6271  | 0.4147  | -0.1544 | -0.5373 |
| 3   | 0.2331 | 0.5850  | 0.2662  | -0.4859 | -0.3000 | 0.5017  |
| 4   | 0.3866 | 0.4645  | -0.4141 | -0.1731 | 0.5461  | -0.3563 |
| 5   | 0.5452 | 0.0386  | -0.4059 | 0.5476  | -0.4385 | 0.1957  |
| 6   | 0.6989 | -0.5265 | 0.3709  | -0.2459 | 0.1408  | -0.0528 |

KAPI BURULMA KÜTLE AYARLAMA MOMENTİ  $J_{mass} = (I_x + I_y) / A$

| Kat | A (m <sup>2</sup> ) | I <sub>x</sub> (m <sup>4</sup> ) | I <sub>y</sub> (m <sup>4</sup> ) | K <sub>x</sub> (m) | K <sub>y</sub> (m) | J <sub>mass</sub> (m <sup>2</sup> ) |
|-----|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------------|
| 1   | 288.07              | 4522.79                          | 12600.84                         | 11.40              | 11.40              | 6.27                                |
| 2   | 327.97              | 5198.75                          | 18069.27                         | 11.40              | 11.40              | 6.26                                |
| 3   | 327.97              | 5198.75                          | 18069.27                         | 11.40              | 11.40              | 6.26                                |
| 4   | 327.97              | 5198.75                          | 18069.27                         | 11.40              | 11.40              | 6.26                                |
| 5   | 327.97              | 5198.75                          | 18069.27                         | 11.40              | 11.40              | 6.26                                |
| 6   | 327.97              | 5198.75                          | 18069.27                         | 11.40              | 11.40              | 6.26                                |

AT KÜTLE VE RİJİTİLİK MERKEZİ (t)

| Kat | H (m) | W <sub>g</sub> | W <sub>q</sub> | K <sub>g</sub> (m) | K <sub>x</sub> (m) | K <sub>y</sub> (m) | J <sub>WK</sub> |
|-----|-------|----------------|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| 1   | 2.80  | 314.45         | 58.04          | 11.35              | 11.40              | 6.37               | 10.88           |
| 2   | 8.40  | 301.03         | 67.53          | 11.40              | 11.40              | 6.34               | 7.81            |
| 3   | 8.40  | 301.03         | 67.53          | 11.40              | 11.40              | 6.34               | 7.81            |
| 4   | 11.20 | 319.37         | 67.53          | 11.39              | 11.40              | 6.24               | 7.81            |
| 5   | 14.00 | 319.37         | 67.53          | 11.39              | 11.40              | 6.24               | 7.81            |
| 6   | 16.80 | 319.37         | 67.53          | 11.39              | 11.40              | 6.24               | 7.81            |

$$\sum W_t = 1993.332$$

EPREM KUVVETİ (t)

$$F_{tx} = 0.00 \quad F_{ty} = 0.00 \quad (t) \quad H_{max} < 25m \text{ koşulu}$$

| Kat | Analiz  | dep. yön. | Deprem  | Modal   | dep. yön. | Deprem  | Kat tipi |
|-----|---------|-----------|---------|---------|-----------|---------|----------|
| 1   | 5.444   | 66.372    | 5.444   | 6.745   | 66.372    | 6.745   | BODRUM   |
| 2   | 11.609  | 12.226    | 14.055  | 13.192  | 12.281    | 15.823  | NORMAL   |
| 3   | 18.862  | 24.452    | 22.837  | 19.198  | 24.562    | 23.026  | NORMAL   |
| 4   | 28.311  | 38.773    | 34.276  | 27.395  | 38.946    | 32.858  | NORMAL   |
| 5   | 38.411  | 51.697    | 46.504  | 38.034  | 51.929    | 45.618  | NORMAL   |
| 6   | 61.203  | 64.622    | 74.099  | 62.783  | 64.911    | 75.303  | ÜST KAT  |
| 2   | 163.840 | 258.143   | 197.215 | 167.347 | 259.001   | 199.373 | GENEL    |
|     | 5.444   | 66.372    | 5.444   | 6.745   | 66.372    | 6.745   | BODRUM   |

Deprem kontrol:  $1.00 \times 192.628 = 192.628 > 160.602 >>> 192.628$

zgar kuvvetleri (t)

| at | X-yönü F | X-yönü ey | Y-yönü F | Y-yönü ex |
|----|----------|-----------|----------|-----------|
| 1  | 2.394    | 11.400    | 4.166    | 6.125     |
| 2  | 2.394    | 11.400    | 4.166    | 6.125     |
| 3  | 3.830    | 11.400    | 6.666    | 6.125     |
| 4  | 3.830    | 11.400    | 6.666    | 6.125     |
| 5  | 3.830    | 11.400    | 6.666    | 6.125     |
| 6  | 3.830    | 11.400    | 6.666    | 6.125     |

at Deprem deplasmanlari

| t | 9. yükleme | 10. yükleme | 11. yükleme | 12. yükleme |
|---|------------|-------------|-------------|-------------|
| o | bx (m)     | bx (m)      | by (m)      | by (m)      |
|   | θz (rad)   | θz (rad)    | θz (rad)    | θz (rad)    |
| 1 | 0.0002994  | 0.0002877   | -0.000392   | -0.000392   |
| 2 | 0.0015297  | 0.0015057   | -0.001616   | -0.001616   |
| 3 | 0.0034380  | 0.0033769   | -0.003398   | -0.003398   |
| 4 | 0.0056378  | 0.0055248   | -0.005530   | -0.005530   |
| 5 | 0.0078805  | 0.0077076   | -0.007844   | -0.007844   |
| 6 | 0.0100294  | 0.0097948   | -0.010208   | -0.010208   |

İprem yapı salınımları:  $x = 0.00060$   $y = 0.00061$

İPREM PERDİLERİ TABAN MOMENT KONTROLU

it deprem momenti (tm)

| kat | H (m)  | Fx    | Fx . H  | Fy    | Fy . H  |
|-----|--------|-------|---------|-------|---------|
| 1   | BODRUM | 14.06 | 39.35   | 15.82 | 44.30   |
| 2   | 2.80   | 45.88 | 127.89  | 23.03 | 128.95  |
| 3   | 5.60   | 22.84 | 287.92  | 32.86 | 276.01  |
| 4   | 8.40   | 34.28 | 520.85  | 45.62 | 510.92  |
| 5   | 11.20  | 46.50 | 1037.38 | 75.30 | 1054.24 |
| 6   | 14.00  | 74.10 | 1037.38 | 75.30 | 1054.24 |

İrde taban momenti (tm)

| İrde | Mx     | ΣMxr = | ΣMxr   | My     | ΣMyk = | ΣMyr   |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 209  | 45.88  | 53.19  | 99.06  | 0.37   | 0.00   | 0.37   |
| 210  | 45.88  | 53.19  | 99.07  | 0.34   | 0.00   | 0.34   |
| 219  | 45.88  | 53.19  | 99.06  | 0.63   | 0.00   | 0.63   |
| 220  | 45.88  | 53.19  | 99.07  | 0.41   | 0.00   | 0.41   |
| 223  | 107.06 | 60.28  | 167.34 | 0.42   | 0.00   | 0.42   |
| 224  | 107.06 | 60.28  | 167.34 | 0.73   | 0.00   | 0.73   |
| 225  | 153.59 | 0.00   | 153.59 | 0.81   | 0.00   | 0.81   |
| 226  | 153.59 | 0.00   | 153.59 | 0.94   | 0.00   | 0.94   |
| 227  | 0.96   | 0.00   | 0.96   | 163.38 | 0.00   | 163.38 |
| 228  | 0.96   | 0.00   | 0.96   | 185.05 | 0.00   | 185.05 |
| 229  | 1.33   | 0.00   | 1.33   | 439.18 | 0.00   | 439.18 |
| 230  | 1.33   | 0.00   | 1.33   | 539.59 | 0.00   | 539.59 |
| 231  | 2.90   | 23.82  | 26.72  | 202.10 | 0.00   | 202.10 |
| 232  | 2.90   | 23.82  | 26.72  | 214.87 | 0.00   | 214.87 |
| 233  | 21.88  | 0.00   | 21.88  | 0.42   | 13.75  | 14.17  |
| 236  | 21.43  | 0.00   | 21.43  | 0.54   | 24.93  | 25.48  |
| 237  | 20.80  | 0.00   | 20.80  | 0.53   | 23.58  | 24.11  |
| 238  | 20.20  | 0.00   | 20.20  | 0.40   | 11.89  | 12.29  |
| 239  | 21.88  | 0.00   | 21.88  | 0.78   | 21.71  | 22.49  |
| 240  | 21.43  | 0.00   | 21.43  | 0.97   | 39.39  | 40.36  |
| 241  | 20.80  | 0.00   | 20.80  | 0.95   | 37.24  | 38.19  |
| 242  | 20.20  | 0.00   | 20.20  | 0.74   | 18.77  | 19.52  |

İOPİAM 883.79 1264.73 1754.18 1945.46  
Yönü om = 1264.73 / 2013.39 = 0.63  
Yönü om = 1945.46 / 2014.42 = 0.97

İKSEK SÜNEKLİ YAPILARDA:  $R=10-4 \times 97=6.14$  olmalıdır.  
İRMAL SÜNEKLİ KAPMA YAPILARDA:  $R=4+1.5 \times 63 \times (6-4)=5.884$  olmalıdır.

İPREMDE YAPI DÜZENLİLİKLERİNİN KONTROLU

1, B2 düzensizliklerinin kontrolu

ax(dt/h1)=0.0035, 0.02/R=0.0034

. kat X dıst = -0.0002994 + 0.0000012 x (13.15 - 10.88)=-0.0003021 (S109)  
. kat X dıst = -0.0015297 + 0.0000059 x (-9 - 7.81) = -0.0011925  
. kat X dıst = -0.0015297 + 0.0000059 x (13.15 - 7.81) = -0.0012593  
YÖNÜ (%5)

|   |           |           |            |      |      |         |         |            |
|---|-----------|-----------|------------|------|------|---------|---------|------------|
| 1 | 0.0019381 | 0.0018899 | 0.0019140  | 1.01 | 0.86 | 0.00069 | 0.00515 | Normal kat |
| 2 | 0.0022742 | 0.0021542 | 0.0022142  | 1.03 | 0.98 | 0.00081 | 0.00520 | Normal kat |
| 3 | 0.0023514 | 0.0021761 | 0.00222637 | 1.04 | 1.04 | 0.00084 | 0.00455 | Normal kat |
| 4 | 0.0022716 | 0.0020735 | 0.0021725  | 1.05 | 0.00 | 0.00081 | 0.00356 | Normal kat |

YÖNÜ (-45)

|   |           |           |           |      |      |         |         |            |
|---|-----------|-----------|-----------|------|------|---------|---------|------------|
| 1 | 0.0002148 | 0.0003018 | 0.0002583 | 1.17 | 0.00 | 0.00011 | 0.00000 | Bodrum kat |
| 2 | 0.0009578 | 0.0014083 | 0.0011831 | 1.19 | 0.65 | 0.00050 | 0.00366 | Normal kat |
| 3 | 0.0015356 | 0.0020772 | 0.0018064 | 1.15 | 0.87 | 0.00074 | 0.00487 | Normal kat |
| 4 | 0.0017971 | 0.0023633 | 0.0020802 | 1.14 | 0.98 | 0.00084 | 0.00489 | Normal kat |
| 5 | 0.0018496 | 0.0023872 | 0.0021184 | 1.13 | 1.04 | 0.00085 | 0.00426 | Normal kat |
| 6 | 0.0017791 | 0.0022764 | 0.0020277 | 1.12 | 0.00 | 0.00081 | 0.00332 | Normal kat |

YÖNÜ (+45)

|   |           |           |           |      |      |         |         |            |
|---|-----------|-----------|-----------|------|------|---------|---------|------------|
| 1 | 0.0003418 | 0.0004436 | 0.0003927 | 1.13 | 0.00 | 0.00016 | 0.00000 | Bodrum kat |
| 2 | 0.0009476 | 0.0014994 | 0.0012235 | 1.23 | 0.69 | 0.00054 | 0.00377 | Normal kat |
| 3 | 0.0013584 | 0.0022053 | 0.0017819 | 1.24 | 0.84 | 0.00079 | 0.00482 | Normal kat |
| 4 | 0.0016395 | 0.0026249 | 0.0021322 | 1.23 | 0.92 | 0.00094 | 0.00505 | Normal kat |
| 5 | 0.0018012 | 0.0028264 | 0.0023138 | 1.22 | 0.98 | 0.00101 | 0.00464 | Normal kat |
| 6 | 0.0018638 | 0.0028653 | 0.0023646 | 1.21 | 0.00 | 0.00102 | 0.00381 | Normal kat |

YÖNÜ (-45)

|   |            |             |           |      |      |         |         |            |
|---|------------|-------------|-----------|------|------|---------|---------|------------|
| t | AV döl (m) | AV dsağ (m) | AV ort    | nbt  | nkt  | AV/h    | θ1      | kat tipi   |
| 1 | 0.0004441  | 0.0003414   | 0.0003927 | 1.13 | 0.00 | 0.00016 | 0.00000 | Bodrum kat |
| 2 | 0.0015017  | 0.0009452   | 0.0012235 | 1.23 | 0.69 | 0.00054 | 0.00377 | Normal kat |
| 3 | 0.0022090  | 0.0013548   | 0.0017819 | 1.24 | 0.84 | 0.00079 | 0.00482 | Normal kat |
| 4 | 0.0026293  | 0.0016352   | 0.0021322 | 1.23 | 0.92 | 0.00094 | 0.00505 | Normal kat |
| 5 | 0.0028310  | 0.0017966   | 0.0023138 | 1.22 | 0.98 | 0.00101 | 0.00464 | Normal kat |
| 6 | 0.0028698  | 0.0018593   | 0.0023646 | 1.21 | 0.00 | 0.00102 | 0.00381 | Normal kat |

Y 6.3.2.1 A1 burulma düzensizliği:

2< nbt=1.24 <2 , dinamik analizle çözülmüştür ✓

Y 6.3.2.1 B2 düzensizliği sağlanmaktadır. ✓

Y 6.20 kosa sağlanmaktadır. 0.01 < 0.0034 ✓

Y 6.21 kosa sağlanmaktadır. max θ1=0.005 < 0.12 ✓

1-Düsey doğrultudaki düzensizliklerin kontrolü

|    |      |      |      |      |      |      |      |            |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------------|
| it | Aw   | Agk  | Agv  | ΔAex | ΔAey | nctk | nctv | AÇIKLAMA   |
| 1  | 3.71 | 6.08 | 4.85 | 9.79 | 8.55 | 1.03 | 1.00 | Bodrum kat |
| 2  | 3.71 | 5.78 | 4.85 | 9.49 | 8.55 | 1.00 | 1.00 | Düzenli ✓  |
| 3  | 3.71 | 5.78 | 4.85 | 9.49 | 8.55 | 1.00 | 1.00 | Düzenli ✓  |
| 4  | 3.71 | 5.78 | 4.85 | 9.49 | 8.55 | 1.00 | 1.00 | Düzenli ✓  |
| 5  | 3.71 | 5.78 | 4.85 | 9.49 | 8.55 | 1.00 | 1.00 | Düzenli ✓  |
| 6  | 3.71 | 5.78 | 4.85 | 9.49 | 8.55 | 1.00 | 1.00 | üst kat ✓  |

1 düzensizliği bulunmamıştır. ✓



|    |      |       |       |
|----|------|-------|-------|
| 3  | 0.00 | 0.00  | 0.00  |
| 4  | 0.00 | 6.45  | 7.25  |
| 5  | 0.00 | 7.25  | 13.25 |
| 6  | 0.00 | 8.70  | 1.95  |
| 7  | 0.00 | 10.25 | 10.25 |
| 8  | 0.00 | 11.40 | 9.05  |
| 9  | 0.00 | 12.65 | 1.48  |
| 10 | 0.00 | 14.10 | 3.85  |
| 11 | 0.00 | 15.55 | 4.80  |
| 12 | 0.00 | 16.35 | 9.15  |
| 13 | 0.00 | 17.45 | 0.00  |
| 14 | 0.00 | 22.40 | 0.00  |
| 15 | 0.00 | 23.80 | 0.00  |
| 16 | 0.00 | 6.88  | 0.00  |
| 17 | 0.00 | 15.93 | 0.00  |
| 18 | 0.00 | 19.25 | 0.00  |
| 19 | 0.00 | 18.50 | 0.00  |
| 20 | 0.00 | 14.23 | 0.00  |
| 21 | 0.00 | 1.80  | 0.00  |
| 22 | 0.00 | 1.75  | 0.00  |
| 23 | 0.00 | 21.00 | 0.00  |

|    |      |      |      |
|----|------|------|------|
| 3  | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4  | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5  | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6  | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7  | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 8  | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 9  | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

1 KOLONIARI AKS BİLGİLERİ

| 1 no | X aksı | Y aksı | dx    | dy    | alt yük. |
|------|--------|--------|-------|-------|----------|
| 01   | 2      | 1      | -0.1  | -0.1  | 0.00     |
| 03   | 6      | 1      | -0.1  | -0.1  | 0.00     |
| 05   | 4      | 2      | -0.1  | 15.0  | 0.00     |
| 07   | 2      | 3      | -0.1  | 0.1   | 0.00     |
| 09   | 2      | 5      | -0.1  | 0.1   | 0.00     |
| 11   | 14     | 1      | -0.1  | -0.1  | 0.00     |
| 13   | 10     | 1      | -0.1  | -0.1  | 0.00     |
| 15   | 12     | 2      | -0.1  | 15.0  | 0.00     |
| 17   | 14     | 3      | 0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 19   | 14     | 5      | 0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 21   | 7      | 4      | 0.1   | -0.1  | 0.00     |
| 23   | 21     | 1      | -80.0 | -0.1  | 0.00     |
| 25   | 7      | 5      | 0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 27   | 6      | 9      | 0.1   | 107.0 | 0.00     |
| 29   | 4      | 11     | -0.1  | 305.0 | 0.00     |
| 31   | 7      | 7      | 0.1   | 275.0 | 0.00     |
| 33   | 8      | 2      | 0.0   | 0.1   | 0.00     |

| Kolon no | X aksı | Y aksı | dx    | dy    | alt yük. |
|----------|--------|--------|-------|-------|----------|
| 102      | 3      | 1      | 0.1   | -0.1  | 0.00     |
| 104      | 2      | 2      | -0.1  | 0.1   | 0.00     |
| 106      | 6      | 2      | 0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 108      | 4      | 3      | -0.1  | 0.1   | 0.00     |
| 110      | 4      | 5      | 74.0  | 0.1   | 0.00     |
| 112      | 13     | 1      | -0.1  | -0.1  | 0.00     |
| 114      | 14     | 2      | 0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 116      | 10     | 2      | -0.1  | 0.1   | 0.00     |
| 118      | 12     | 3      | 0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 120      | 12     | 5      | -74.0 | 0.1   | 0.00     |
| 122      | 9      | 4      | -0.1  | 0.1   | 0.00     |
| 124      | 23     | 1      | 80.0  | -0.1  | 0.00     |
| 126      | 9      | 5      | -0.1  | 0.1   | 0.00     |
| 128      | 10     | 9      | -0.1  | 107.0 | 0.00     |
| 130      | 12     | 11     | 0.1   | 305.0 | 0.00     |
| 132      | 9      | 7      | -0.1  | 275.0 | 0.00     |
| 134      | 8      | 3      | 0.0   | 0.1   | 0.00     |

M RAPORU  
 eprem yükü eksantrik test  
 : 0.050  
 : 1.0  
 inamik Analiz mın. deprem yükü oranı β

İNANIK ANALİZ BİLGİLERİ  
 ASARIN SPECTRUM BİLGİSİ

| T    | Sa (m/s <sup>2</sup> ) | As (t) |
|------|------------------------|--------|
| 0.00 | 4.000                  | 10.000 |
| 0.20 | 10.000                 | 10.000 |
| 1.00 | 9.192                  | 8.516  |
| 1.10 | 8.516                  | 7.944  |
| 1.20 | 7.944                  | 7.452  |
| 1.30 | 7.452                  | 7.024  |
| 1.40 | 7.024                  | 6.644  |
| 1.50 | 6.644                  | 6.312  |
| 1.60 | 6.312                  | 6.012  |
| 1.70 | 5.744                  | 5.500  |
| 1.80 | 5.500                  | 5.280  |
| 2.00 | 5.280                  | 5.076  |
| 2.10 | 5.076                  | 4.892  |
| 2.20 | 4.892                  | 4.720  |
| 2.30 | 4.720                  | 4.564  |
| 2.40 | 4.564                  | 4.416  |
| 2.50 | 4.416                  | 4.280  |
| 2.60 | 4.280                  | 4.152  |
| 2.70 | 4.152                  | 4.032  |
| 2.80 | 4.032                  | 3.920  |
| 2.90 | 3.920                  | 3.816  |
| 3.00 | 3.816                  | 3.716  |
| 3.10 | 3.716                  | 3.624  |
| 3.20 | 3.624                  | 3.536  |
| 3.30 | 3.536                  | 3.452  |
| 3.40 | 3.452                  | 3.372  |
| 3.50 | 3.372                  | 3.300  |
| 3.60 | 3.300                  | 3.240  |
| 0.00 | 0.000                  | 2.800  |

| kat | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1   | 0.316865 | 0.081622 | 0.034668 | 0.019000 | 0.014497 | 0.012314 |
| 2   | 0.067227 | 0.081622 | 0.034668 | 0.019000 | 0.014497 | 0.012314 |
| 3   | 0.034668 | 0.034668 | 0.034668 | 0.019000 | 0.014497 | 0.012314 |
| 4   | 0.019000 | 0.019000 | 0.019000 | 0.014497 | 0.012314 | 0.010197 |
| 5   | 0.014497 | 0.014497 | 0.014497 | 0.012314 | 0.010197 | 0.008096 |
| 6   | 0.012314 | 0.012314 | 0.012314 | 0.010197 | 0.008096 | 0.006960 |

YÖNÜ DİNAMİK ANALİZ DEPLASMAN VEKTÖRLERİ

| kat | 1      | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       |
|-----|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.0268 | 0.1717  | 0.4085  | 0.5834  | 0.5864  | 0.3112  |
| 2   | 0.1139 | 0.4513  | 0.5778  | 0.1308  | 0.4329  | -0.4469 |
| 3   | 0.2403 | 0.5751  | 0.0757  | -0.5486 | 0.0138  | 0.5672  |
| 4   | 0.3876 | 0.4131  | -0.4778 | 0.0178  | 0.4511  | -0.5179 |
| 5   | 0.5425 | 0.0004  | -0.3399 | 0.5177  | -0.4845 | 0.3236  |
| 6   | 0.6957 | -0.5153 | 0.3871  | -0.2707 | 0.1742  | -0.0937 |

$\sqrt{\lambda} = \sqrt{\lambda} / \sqrt{M} = 1930.64 > 0.90 \times \sum = 1737.16$  (t)  $\checkmark$   $\lambda = 100.00$

namik kütle oranı yeterli.

YÖNÜ DİNAMİK ANALİZ DEPLASMAN VEKTÖRLERİ

| kat | 1      | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       |
|-----|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.0262 | 0.1702  | 0.3978  | 0.5660  | 0.5976  | 0.3354  |
| 2   | 0.1095 | 0.4511  | 0.5830  | 0.1538  | -0.4129 | -0.4531 |
| 3   | 0.2323 | 0.5757  | 0.0821  | -0.5564 | -0.0155 | 0.5615  |
| 4   | 0.3800 | 0.4208  | -0.4766 | 0.0032  | 0.4628  | -0.5086 |
| 5   | 0.5406 | 0.0137  | -0.3475 | 0.5239  | -0.4790 | 0.3161  |
| 6   | 0.7048 | -0.5087 | 0.3838  | -0.2680 | 0.1686  | -0.0908 |

$\sqrt{\lambda} = \sqrt{\lambda} / \sqrt{M} = 1930.79 > 0.90 \times \sum = 1737.16$  (t)  $\checkmark$   $\lambda = 100.00$

namik kütle oranı yeterli.

YÖNÜ DİNAMİK ANALİZ DEPLASMAN VEKTÖRLERİ

| kat | 1      | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       |
|-----|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.0141 | 0.0935  | 0.2448  | 0.4074  | 0.5858  | 0.6545  |
| 2   | 0.0960 | 0.3983  | 0.6185  | 0.4110  | -0.0789 | -0.4743 |
| 3   | 0.2256 | 0.5867  | 0.2261  | -0.5109 | -0.3282 | 0.4453  |
| 4   | 0.3801 | 0.4614  | -0.4446 | -0.1504 | 0.5683  | -0.3328 |
| 5   | 0.5441 | 0.0366  | -0.4033 | 0.5618  | -0.4466 | 0.1870  |
| 6   | 0.7066 | -0.5236 | 0.3824  | -0.2566 | 0.1428  | -0.0511 |

YAPI BURULMA KÜTLE ATALET MOMENTİ  $\sum m_{\text{mass}} = (\sum x + \sum y) / A$

| Kat | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1   | 288.07   | 327.97   | 327.97   | 327.97   | 327.97   | 327.97   |
| 2   | 4522.79  | 5198.75  | 18069.27 | 18069.27 | 18069.27 | 18069.27 |
| 3   | 12600.84 | 18069.27 | 18069.27 | 18069.27 | 18069.27 | 18069.27 |
| 4   | 18069.27 | 18069.27 | 18069.27 | 18069.27 | 18069.27 | 18069.27 |
| 5   | 18069.27 | 18069.27 | 18069.27 | 18069.27 | 18069.27 | 18069.27 |
| 6   | 18069.27 | 18069.27 | 18069.27 | 18069.27 | 18069.27 | 18069.27 |

AT KÜTLESTİ VE RİJİTLİK MERKEZİ (t)

| Kat | 1     | 2      | 3     | 4     | 5     | 6     |
|-----|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 1   | 2.80  | 312.80 | 58.98 | 11.43 | 11.40 | 11.40 |
| 2   | 5.60  | 318.59 | 66.99 | 11.40 | 11.40 | 11.40 |
| 3   | 8.40  | 295.16 | 66.99 | 11.40 | 11.40 | 11.40 |
| 4   | 11.20 | 295.16 | 66.99 | 11.40 | 11.40 | 11.40 |
| 5   | 14.00 | 295.16 | 66.99 | 11.40 | 11.40 | 11.40 |
| 6   | 16.80 | 295.16 | 66.99 | 11.40 | 11.40 | 11.40 |

$\sum W_c = 1930.181$

EPREM KUVVETİ (t)

$F_{tx} = 0.00$   $F_{ty} = 0.00$  (t)  $\sum m_{\text{max}} < 25m$  koşulu

X YÖNÜ

Y YÖNÜ

| Kat | 1     | 2      | 3       | 4        | 5      | 6      |
|-----|-------|--------|---------|----------|--------|--------|
| 1   | Modal | Analiz | Eşdeğer | dep.yön. | 88.130 | 19.001 |
| 2   | Modal | Analiz | Eşdeğer | dep.yön. | 24.574 | 9.876  |
| 3   | Modal | Analiz | Eşdeğer | dep.yön. | 20.056 | 9.585  |
| 4   | Modal | Analiz | Eşdeğer | dep.yön. | 19.001 | 88.130 |
| 5   | Modal | Analiz | Eşdeğer | dep.yön. | 24.574 | 9.876  |
| 6   | Modal | Analiz | Eşdeğer | dep.yön. | 20.056 | 9.585  |

|   |         |         |         |         |         |         |        |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| 2 | 231.697 | 354.746 | 276.491 | 229.071 | 354.746 | 276.200 | GENEL  |
|   | 9.876   | 88.130  | 9.876   | 9.585   | 88.130  | 9.585   | BODRUM |
|   | 221.821 | 266.615 | 266.615 | 219.486 | 266.615 | 266.615 | NORMAL |

$\sigma = W \cdot A(t) / R_a(t) > 0.10 \cdot A_o \cdot I \cdot W$   
 $266.62 > 266.62$   
 Deprem kontrol:  $1.00 \times 266.615 = 266.615 > 221.821 >>> 266.615$   
 Deprem kontrol:  $1.00 \times 266.615 = 266.615 > 219.486 >>> 266.615$

izgar kuvvetleri (t)

| kat | X-yönü F | X-yönü ey | Y-yönü F | Y-yönü ex |
|-----|----------|-----------|----------|-----------|
| 1   | 2.394    | 11.400    | 3.696    | 6.125     |
| 2   | 2.394    | 11.400    | 4.166    | 6.125     |
| 3   | 3.830    | 11.400    | 6.666    | 6.125     |
| 4   | 3.830    | 11.400    | 6.666    | 6.125     |
| 5   | 3.830    | 11.400    | 6.666    | 6.125     |
| 6   | 3.830    | 11.400    | 6.666    | 6.125     |

kat Deprem deplasmanları

| it | 9. yükleme | 10. yükleme | 11. yükleme | 12. yükleme |
|----|------------|-------------|-------------|-------------|
| no | bx (m)     | bx (m)      | by (m)      | by (m)      |
|    | θz (rad)   | θz (rad)    | θz (rad)    | θz (rad)    |
| 1  | 0.0002896  | 0.0002787   | -0.000558   | -0.000558   |
| 2  | 0.0011974  | 0.0012040   | -0.002320   | -0.002320   |
| 3  | 0.0025135  | 0.0025349   | -0.004907   | -0.004907   |
| 4  | 0.0040491  | 0.0040853   | -0.008022   | -0.008022   |
| 5  | 0.0056746  | 0.0057255   | -0.011420   | -0.011420   |
| 6  | 0.0072911  | 0.0073570   | -0.014906   | -0.014906   |

İzprem Yapı salınımları:  $\kappa = 0.00043$   $\gamma = 0.00089$

İzprem PERDİLERİ TABAN MOMENT KONTROLÜ

it deprem momenti (tm)

| kat | H (m)  | Fx     | Fx . H  | Fy     | Fy . H  |
|-----|--------|--------|---------|--------|---------|
| 1   | BODRUM | 24.57  | 68.81   | 24.36  | 68.22   |
| 2   | 2.80   | 33.28  | 186.37  | 32.85  | 183.97  |
| 3   | 5.60   | 44.92  | 377.35  | 44.50  | 373.77  |
| 4   | 8.40   | 62.30  | 697.81  | 62.41  | 698.95  |
| 5   | 11.20  | 101.53 | 1421.46 | 102.50 | 1434.99 |
| 6   | 14.00  | 161.32 | 2258.64 | 161.32 | 2258.64 |

it deprem momenti (tm)

| it  | mx     | mxk =  | mxr    | my     | myk = | myr    |
|-----|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| 209 | 36.29  | 43.55  | 79.84  | 0.65   | 0.00  | 0.65   |
| 210 | 36.25  | 41.36  | 77.61  | 0.50   | 0.00  | 0.50   |
| 219 | 36.29  | 43.55  | 79.84  | 1.12   | 0.00  | 1.12   |
| 220 | 36.25  | 41.36  | 77.61  | 0.60   | 0.00  | 0.60   |
| 223 | 65.79  | 40.38  | 106.18 | 0.61   | 0.00  | 0.61   |
| 224 | 65.79  | 40.38  | 106.18 | 1.07   | 0.00  | 1.07   |
| 225 | 101.71 | 0.00   | 101.71 | 0.90   | 0.00  | 0.90   |
| 226 | 101.71 | 0.00   | 101.71 | 1.05   | 0.00  | 1.05   |
| 227 | 0.56   | 0.00   | 0.56   | 236.05 | 0.00  | 236.05 |
| 228 | 0.56   | 0.00   | 0.56   | 268.31 | 0.00  | 268.31 |
| 229 | 0.82   | 0.00   | 0.82   | 633.99 | 0.00  | 633.99 |
| 230 | 0.82   | 0.00   | 0.82   | 783.99 | 0.00  | 783.99 |
| 231 | 2.12   | 18.17  | 20.29  | 292.28 | 0.00  | 292.28 |
| 232 | 2.12   | 18.17  | 20.29  | 311.28 | 0.00  | 311.28 |
| 233 | 623.91 | 0.00   | 623.91 | 3.47   | 0.00  | 3.47   |
| 234 | 785.04 | 161.32 | 946.35 | 5.33   | 21.07 | 26.40  |

TOPLAM 1896.04  
 Yönlü  $\kappa = 2344.29 / 2751.8 = 0.85$   
 Yönlü  $\kappa = 2562.26 / 2759.88 = 0.93$

İKSEK SÜNKELİ YAPILARDA:  $R=10-4\kappa-93=6.29$  alınmalıdır.  
 İTİMAL SÜNKELİ KARMA YAPILARDA:  $\kappa = 0.85 > 0.67$ ,  $R=6$  alınabilir.

İZPREMDE YAPIL DÜZENLİLİKLERİNİN KONTROLÜ

1. B2 düzenlilik kontrolü

$\kappa(d/h) = 0.02/R = 0.0033$

. kat X dust = -0.002896 + -0.000019 x (-9 - 9.2) = -0.00282 (S109)  
 . kat X dust = -0.001974 + -0.0000092 x (-9 - 6.16) = -0.0019531  
 . kat X dust = -0.001974 + -0.0000092 x (-9 - 6.16) = -0.0019531  
 . kat X dust = -0.001974 + -0.0000092 x (-9 - 6.16) = -0.0019531

|   |           |           |           |      |      |         |         |            |
|---|-----------|-----------|-----------|------|------|---------|---------|------------|
| 1 | 0.0003093 | 0.0002820 | 0.0002956 | 1.05 | 0.00 | 0.00011 | 0.00000 | Bodrum kat |
| 2 | 0.0009531 | 0.0008510 | 0.0009020 | 1.06 | 0.69 | 0.00034 | 0.00193 | Normal kat |
| 3 | 0.0014460 | 0.0013167 | 0.0015363 | 1.10 | 0.86 | 0.00052 | 0.00245 | Normal kat |
| 4 | 0.0016990 | 0.0013737 | 0.0015363 | 1.11 | 0.94 | 0.00061 | 0.00249 | Normal kat |
| 5 | 0.0018027 | 0.0014499 | 0.0016263 | 1.11 | 1.01 | 0.00064 | 0.00224 | Normal kat |
| 6 | 0.0017902 | 0.0014443 | 0.0016173 | 1.11 | 0.00 | 0.00064 | 0.00179 | Normal kat |

YÖNÜ (-°5)

|   |           |           |           |      |      |         |         |            |
|---|-----------|-----------|-----------|------|------|---------|---------|------------|
| 1 | 0.0002279 | 0.0002985 | 0.0002632 | 1.13 | 0.00 | 0.00011 | 0.00000 | Bodrum kat |
| 2 | 0.0007099 | 0.0011694 | 0.0009396 | 1.24 | 0.71 | 0.00042 | 0.00201 | Normal kat |
| 3 | 0.0010181 | 0.0016408 | 0.0013295 | 1.23 | 0.86 | 0.00059 | 0.00247 | Normal kat |
| 4 | 0.0011871 | 0.0019107 | 0.0015489 | 1.23 | 0.95 | 0.00068 | 0.00251 | Normal kat |
| 5 | 0.0012556 | 0.0020214 | 0.0016385 | 1.23 | 1.01 | 0.00072 | 0.00225 | Normal kat |
| 6 | 0.0012454 | 0.0020142 | 0.0016298 | 1.24 | 0.00 | 0.00072 | 0.00181 | Normal kat |

YÖNÜ (+°5)

|   |           |           |           |      |      |         |         |            |
|---|-----------|-----------|-----------|------|------|---------|---------|------------|
| 1 | 0.0004931 | 0.0006245 | 0.0005588 | 1.12 | 0.00 | 0.00022 | 0.00000 | Bodrum kat |
| 2 | 0.0013839 | 0.0021385 | 0.0017612 | 1.21 | 0.68 | 0.00076 | 0.00377 | Normal kat |
| 3 | 0.0019952 | 0.0031804 | 0.0025878 | 1.23 | 0.83 | 0.00114 | 0.00481 | Normal kat |
| 4 | 0.0024088 | 0.0038202 | 0.0031145 | 1.23 | 0.92 | 0.00137 | 0.00502 | Normal kat |
| 5 | 0.0026451 | 0.0041513 | 0.0033982 | 1.22 | 0.97 | 0.00148 | 0.00464 | Normal kat |
| 6 | 0.0027355 | 0.0042370 | 0.0034863 | 1.22 | 0.00 | 0.00151 | 0.00383 | Normal kat |

YÖNÜ (-°5)

|   |             |             |           |      |      |         |         |            |
|---|-------------|-------------|-----------|------|------|---------|---------|------------|
| 1 | AV dsol (m) | AV dsat (m) | AV ort    | nbt  | nkt  | AV/h    | θ1      | kat tipi   |
| 1 | 0.0006248   | 0.0004928   | 0.0005588 | 1.12 | 0.00 | 0.00022 | 0.00000 | Bodrum kat |
| 2 | 0.0021402   | 0.0013821   | 0.0017612 | 1.22 | 0.68 | 0.00076 | 0.00377 | Normal kat |
| 3 | 0.0031831   | 0.0019925   | 0.0025878 | 1.23 | 0.83 | 0.00114 | 0.00481 | Normal kat |
| 4 | 0.0038235   | 0.0024055   | 0.0031145 | 1.23 | 0.92 | 0.00137 | 0.00502 | Normal kat |
| 5 | 0.0041549   | 0.0026416   | 0.0033982 | 1.22 | 0.97 | 0.00148 | 0.00464 | Normal kat |
| 6 | 0.0042405   | 0.0027320   | 0.0034863 | 1.22 | 0.00 | 0.00151 | 0.00383 | Normal kat |

Y 6.3.2.1 A1 burulma düzensizliği:

2< nbt=1.245 <2 , dinamik analizle gözlemlenmiştir ✓

Y 6.3.2.1 B2 düzensizliği sağlanmaktadır. ✓

Y 6.20 kosulu sağlanmaktadır. 0.015 < 0.0033 ✓

Y 6.21 kosulu sağlanmaktadır. max θ1=0.005 < 0.12 ✓

-Dişey doğrultudaki düzensizliklerin kontrolü

|   |      |      |      |      |      |      |      |            |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------------|
| 1 | AV   | Agx  | Agy  | Δex  | Δey  | nctx | ncty | AÇIKLAMA   |
| 1 | 3.41 | 6.13 | 4.85 | 9.54 | 8.25 | 1.00 | 1.00 | Bodrum kat |
| 2 | 3.41 | 6.13 | 4.85 | 9.54 | 8.25 | 1.00 | 1.00 | Düzenli ✓  |
| 3 | 3.41 | 6.13 | 4.85 | 9.54 | 8.25 | 1.00 | 1.00 | Düzenli ✓  |
| 4 | 3.41 | 6.13 | 4.85 | 9.54 | 8.25 | 1.00 | 1.00 | Düzenli ✓  |
| 5 | 3.41 | 6.13 | 4.85 | 9.54 | 8.25 | 1.00 | 1.00 | Düzenli ✓  |
| 6 | 3.41 | 6.13 | 4.85 | 9.54 | 8.25 | 1.00 | 1.00 | üst kat ✓  |

✓ düzensizliği bulunmamıştır. ✓

| mod | Tx (s)   | Ty (s)   | Tp (s)   |
|-----|----------|----------|----------|
| 1   | 0.31685  | 0.448504 | 0.480906 |
| 2   | 0.067227 | 0.081620 | 0.098354 |
| 3   | 0.030002 | 0.034668 | 0.042301 |
| 4   | 0.019000 | 0.021542 | 0.025599 |
| 5   | 0.014497 | 0.016466 | 0.019413 |
| 6   | 0.012314 | 0.014197 | 0.016960 |

# KAPI PERYODIARI

| T    | Sa (m/s <sup>2</sup> ) | Mo. I. S(t) |
|------|------------------------|-------------|
| 0.00 | 3.000                  | 2.100       |
| 0.15 | 7.500                  | 2.100       |
| 0.40 | 7.500                  | 2.157       |
| 0.50 | 6.273                  | 2.253       |
| 0.60 | 5.421                  | 2.358       |
| 0.70 | 4.794                  | 2.475       |
| 0.80 | 4.308                  | 2.604       |
| 0.90 | 3.921                  | 2.754       |
| 1.00 | 3.603                  | 2.922       |
| 1.10 | 3.339                  | 3.114       |
| 1.20 | 3.114                  | 3.339       |
| 1.30 | 2.922                  | 3.603       |
| 1.40 | 2.754                  | 3.921       |
| 1.50 | 2.604                  | 4.308       |
| 1.60 | 2.475                  | 4.794       |
| 1.70 | 2.358                  | 5.421       |
| 1.80 | 2.253                  | 6.273       |
| 1.90 | 2.157                  | 7.500       |
| 2.00 | 2.100                  | 7.500       |
| 5.00 | 2.100                  | 3.000       |

## ANALİZ BİLGİLERİ

RAPORU  
 Deprem yükü eksantrikitesi  
 Analiz min. deprem oranı  $\beta$  : 1.0  
 : 0.050

| no | X aksı | Y aksı | dx    | dy    | alt yük. |
|----|--------|--------|-------|-------|----------|
| 1  | 2      | 1      | -0.1  | -0.1  | 0.00     |
| 2  | 2      | 3      | -0.1  | 0.1   | 0.00     |
| 3  | 6      | 1      | 0.1   | -0.1  | 0.00     |
| 4  | 4      | 2      | -0.1  | 0.1   | 0.00     |
| 5  | 2      | 3      | -0.1  | 0.1   | 0.00     |
| 6  | 2      | 5      | -0.1  | 0.1   | 0.00     |
| 7  | 2      | 3      | -0.1  | 0.1   | 0.00     |
| 8  | 2      | 5      | -0.1  | 0.1   | 0.00     |
| 9  | 2      | 5      | -0.1  | 0.1   | 0.00     |
| 10 | 14     | 1      | -0.1  | -0.1  | 0.00     |
| 11 | 10     | 1      | -0.1  | -0.1  | 0.00     |
| 12 | 12     | 2      | 0.1   | 15.0  | 0.00     |
| 13 | 14     | 3      | 0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 14 | 14     | 3      | 0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 15 | 14     | 3      | 0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 16 | 7      | 5      | -80.0 | -0.1  | 0.00     |
| 17 | 7      | 5      | -0.1  | 0.1   | 0.00     |
| 18 | 6      | 9      | 0.1   | 107.0 | 0.00     |
| 19 | 4      | 11     | -0.1  | 305.0 | 0.00     |
| 20 | 7      | 7      | 0.1   | 275.0 | 0.00     |
| 21 | 7      | 7      | 0.1   | 275.0 | 0.00     |
| 22 | 7      | 7      | 0.1   | 275.0 | 0.00     |
| 23 | 8      | 2      | 0.0   | 0.1   | 0.00     |

## KOLONIARI AKS BİLGİLERİ

| Kolon no | X aksı | Y aksı | dx    | dy    | alt yük. |
|----------|--------|--------|-------|-------|----------|
| 102      | 3      | 1      | 0.1   | -0.1  | 0.00     |
| 104      | 2      | 2      | -0.1  | 0.1   | 0.00     |
| 106      | 6      | 2      | 0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 108      | 4      | 3      | -0.1  | 0.1   | 0.00     |
| 110      | 4      | 5      | 74.0  | -0.1  | 0.00     |
| 112      | 13     | 1      | -0.1  | -0.1  | 0.00     |
| 114      | 14     | 2      | 0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 116      | 10     | 2      | -0.1  | 0.1   | 0.00     |
| 118      | 12     | 3      | 0.1   | 0.1   | 0.00     |
| 120      | 12     | 5      | -74.0 | 0.1   | 0.00     |
| 122      | 9      | 4      | -0.1  | 0.1   | 0.00     |
| 124      | 23     | 1      | 80.0  | -0.1  | 0.00     |
| 126      | 9      | 5      | -0.1  | 0.1   | 0.00     |
| 128      | 10     | 9      | -0.1  | 107.0 | 0.00     |
| 130      | 12     | 11     | 0.1   | 305.0 | 0.00     |
| 132      | 9      | 7      | -0.1  | 275.0 | 0.00     |
| 134      | 8      | 3      | 0.0   | 0.1   | 0.00     |

|    |   |      |       |
|----|---|------|-------|
| 12 | L | 0.00 | 9.15  |
| 11 | K | 0.00 | 4.80  |
| 10 | J | 0.00 | 3.85  |
| 9  | I | 0.00 | 1.48  |
| 8  | H | 0.00 | 9.05  |
| 7  | G | 0.00 | 10.25 |
| 6  | F | 0.00 | 1.95  |
| 5  | E | 0.00 | 13.25 |
| 4  | D | 0.00 | 9.75  |

|    |      |       |
|----|------|-------|
| 23 | 0.00 | 21.00 |
| 22 | 0.00 | 1.75  |
| 21 | 0.00 | 1.80  |
| 20 | 0.00 | 14.23 |
| 19 | 0.00 | 18.50 |
| 18 | 0.00 | 19.25 |
| 17 | 0.00 | 15.93 |
| 16 | 0.00 | 6.88  |
| 15 | 0.00 | 23.80 |
| 14 | 0.00 | 22.40 |
| 13 | 0.00 | 17.45 |
| 12 | 0.00 | 16.35 |
| 11 | 0.00 | 15.55 |
| 10 | 0.00 | 14.10 |
| 9  | 0.00 | 12.65 |
| 8  | 0.00 | 11.40 |
| 7  | 0.00 | 10.15 |
| 6  | 0.00 | 8.70  |
| 5  | 0.00 | 7.25  |
| 4  | 0.00 | 6.45  |
| 3  | 0.00 | 5.55  |

| Kat | no | Modal   | İşdeğer<br>dep.yön. | Deprem<br>yükü | Modal<br>Analiz | İşdeğer<br>dep.yön. | Deprem<br>yükü | Kat<br>tipi |
|-----|----|---------|---------------------|----------------|-----------------|---------------------|----------------|-------------|
| KAT | 1  | 7.000   | 66.098              | 7.000          | 6.973           | 66.098              | 6.973          | BODRUM      |
|     | 2  | 14.825  | 14.251              | 17.900         | 14.165          | 13.004              | 17.127         | NORMAL      |
|     | 3  | 20.609  | 26.530              | 24.884         | 18.658          | 24.209              | 22.559         | NORMAL      |
|     | 4  | 28.294  | 39.795              | 34.163         | 24.882          | 36.313              | 30.085         | NORMAL      |
|     | 5  | 39.200  | 53.060              | 47.331         | 34.843          | 48.418              | 42.129         | NORMAL      |
|     | 6  | 62.682  | 66.325              | 75.683         | 58.363          | 60.522              | 70.567         | ÜST KAT     |
| Z   |    | 172.610 | 266.059             | 206.961        | 157.884         | 248.564             | 189.439        | GENEL       |
|     |    | 7.000   | 66.098              | 7.000          | 6.973           | 66.098              | 6.973          | BODRUM      |
|     |    | 165.610 | 199.961             | 199.961        | 150.911         | 182.466             | 182.466        | NORMAL      |

| Kat | no | H     | Hg     | Hm    | Xg    | Xr    | Yg   | Yr   | Zmk     |
|-----|----|-------|--------|-------|-------|-------|------|------|---------|
| 1   |    | 2.80  | 312.80 | 58.98 | 11.43 | 11.40 | 6.24 | 9.20 | 330.489 |
| 2   |    | 5.60  | 318.59 | 66.99 | 11.40 | 11.40 | 6.21 | 6.16 | 338.682 |
| 3   |    | 8.40  | 295.16 | 66.99 | 11.40 | 11.40 | 6.04 | 6.16 | 315.252 |
| 4   |    | 11.20 | 295.16 | 66.99 | 11.40 | 11.40 | 6.04 | 6.16 | 315.252 |
| 5   |    | 14.00 | 295.16 | 66.99 | 11.40 | 11.40 | 6.04 | 6.16 | 315.252 |
| 6   |    | 16.80 | 295.16 | 66.99 | 11.40 | 11.40 | 6.04 | 6.16 | 315.252 |

|     |                     |                      |                      |        |        |                         |
|-----|---------------------|----------------------|----------------------|--------|--------|-------------------------|
| Kat | A (m <sup>2</sup> ) | IX (m <sup>4</sup> ) | IY (m <sup>4</sup> ) | Xg (m) | Yg (m) | Jmass (m <sup>2</sup> ) |
| 1   | 288.07              | 4522.79              | 12600.84             | 11.40  | 6.27   | 59.44                   |
| 2   | 327.97              | 5198.75              | 18069.27             | 11.40  | 6.26   | 70.95                   |
| 3   | 327.97              | 5198.75              | 18069.27             | 11.40  | 6.26   | 70.95                   |
| 4   | 327.97              | 5198.75              | 18069.27             | 11.40  | 6.26   | 70.95                   |
| 5   | 327.97              | 5198.75              | 18069.27             | 11.40  | 6.26   | 70.95                   |
| 6   | 327.97              | 5198.75              | 18069.27             | 11.40  | 6.26   | 70.95                   |

| Kat | 1. mod | 2. mod  | 3. mod  | 4. mod  | 5. mod  | 6. mod  |
|-----|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.0141 | 0.0935  | 0.2448  | 0.4074  | 0.5858  | 0.6545  |
| 2   | 0.0960 | 0.3983  | 0.6185  | 0.4110  | -0.0789 | -0.4743 |
| 3   | 0.2256 | 0.5867  | 0.2261  | -0.5109 | -0.3282 | 0.4453  |
| 4   | 0.3801 | 0.4614  | -0.4446 | -0.1504 | 0.5683  | -0.3328 |
| 5   | 0.5441 | 0.0366  | -0.4033 | 0.5618  | -0.4466 | 0.1870  |
| 6   | 0.7066 | -0.5236 | 0.3824  | -0.2566 | 0.1428  | -0.0511 |

$\chi^2_{(m, \phi)} = 1930.79 > 0.90 \times \Sigma = 1737.16$  (c)

| cat | 1. mod | 2. mod  | 3. mod  | 4. mod  | 5. mod  | 6. mod  |
|-----|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.0262 | 0.1702  | 0.3978  | 0.5660  | 0.5976  | 0.3354  |
| 2   | 0.1095 | 0.4511  | 0.5830  | 0.1538  | -0.4129 | -0.4531 |
| 3   | 0.2323 | 0.5757  | 0.0821  | -0.5564 | -0.0155 | 0.5615  |
| 4   | 0.3800 | 0.4208  | -0.4766 | 0.0032  | 0.4628  | -0.5086 |
| 5   | 0.5406 | 0.0137  | -0.3475 | 0.5239  | -0.4790 | 0.3161  |
| 6   | 0.7048 | -0.5087 | 0.3838  | -0.2680 | 0.1686  | -0.0908 |
| 4 # | 65.45  | 21.79   | 7.42    | 3.42    | 1.62    | 0.33    |

$$kx = [Z(m, \phi)^2 / Mr] = 1930.64 > 0.90 \times Z = 1737.16 \quad (t)$$

| 1      | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 1 |
|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---|
| 0.0268 | 0.1139  | 0.2403  | 0.5751  | 0.4131  | 0.6957  | 6 |
| 0.1717 | 0.4513  | 0.0757  | 0.4778  | 0.0004  | 0.5425  | 5 |
| 0.4085 | 0.5778  | 0.5486  | 0.0178  | 0.3399  | 0.4845  | 4 |
| 0.5834 | 0.1308  | -0.5486 | 0.0178  | 0.5177  | 0.1742  | 3 |
| 0.5834 | -0.4329 | 0.0138  | 0.4511  | -0.4845 | -0.0937 | 2 |
| 0.312  | -0.4469 | 0.5672  | -0.5179 | 0.3236  | -0.0937 | 1 |
| 0.25   | 1.47    | 3.52    | 7.62    | 20.81   | 66.36   | 1 |



| cat | no | X-yönuð F | X-yönuð ey | Y-yönuð F | Y-yönuð ex |
|-----|----|-----------|------------|-----------|------------|
| 1   |    | 2.394     | 11.400     | 3.696     | 6.125      |
| 2   |    | 2.394     | 11.400     | 4.166     | 6.125      |
| 3   |    | 3.830     | 11.400     | 6.666     | 6.125      |
| 4   |    | 3.830     | 11.400     | 6.666     | 6.125      |
| 5   |    | 3.830     | 11.400     | 6.666     | 6.125      |
| 6   |    | 3.830     | 11.400     | 6.666     | 6.125      |

TEC YÖKSEK LİSE  
DOKÜMANIZASYON BİREYİ

| at | Av   | Agx  | Agy  | ΣAex | ΣAey | ncix | nciy | AÇIKLAMA   |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------------|
| 1  | 3.41 | 6.13 | 4.85 | 9.54 | 8.25 | 1.00 | 1.00 | bedrum kat |
| 2  | 3.41 | 6.13 | 4.85 | 9.54 | 8.25 | 1.00 | 1.00 | Düzeyli ✓  |
| 3  | 3.41 | 6.13 | 4.85 | 9.54 | 8.25 | 1.00 | 1.00 | Düzeyli ✓  |
| 4  | 3.41 | 6.13 | 4.85 | 9.54 | 8.25 | 1.00 | 1.00 | Düzeyli ✓  |
| 5  | 3.41 | 6.13 | 4.85 | 9.54 | 8.25 | 1.00 | 1.00 | Düzeyli ✓  |
| 6  | 3.41 | 6.13 | 4.85 | 9.54 | 8.25 | 1.00 | 1.00 | üst kat ✓  |

4 düzensizliği bulunmamıştır. ✓

1-Düsey doğrultudaki düzensizliklerin kontrolü

DY 6.3.2.1 A1 burulma düzensizliği:  
 $2 < n_{b1} = 1.245 < 2$  , dinamik analizle gözlemlenmiştir ✓  
 DY 6.2.1 B2 düzensizliği sağlanmaktadır. ✓  
 DY 6.20 kosulu sağlanmaktadır.  $.001 < .0033$  ✓  
 DY 6.21 kosulu sağlanmaktadır.  $\max \theta_1 = .005 < 0.12$  ✓

| at | AV dsol (m) | AV dsag (m) | AV ort    | nb1  | nkt  | AV/h    | θ1      | kat tipi   |
|----|-------------|-------------|-----------|------|------|---------|---------|------------|
| 1  | 0.0004275   | 0.0003373   | 0.0003824 | 1.12 | 0.00 | 0.00015 | 0.00000 | Bedrum kat |
| 2  | 0.0014635   | 0.0009452   | 0.0012043 | 1.22 | 0.68 | 0.00052 | 0.00377 | Normal kat |
| 3  | 0.0021759   | 0.0013622   | 0.0017690 | 1.23 | 0.83 | 0.00078 | 0.00482 | Normal kat |
| 4  | 0.0026138   | 0.0016446   | 0.0021292 | 1.23 | 0.92 | 0.00093 | 0.00504 | Normal kat |
| 5  | 0.0028411   | 0.0018064   | 0.0023238 | 1.22 | 0.97 | 0.00101 | 0.00464 | Normal kat |
| 6  | 0.0029007   | 0.0018687   | 0.0023847 | 1.22 | 0.00 | 0.00104 | 0.00380 | Normal kat |

YÖNÜ (-°5)

| at | AV dsol (m) | AV dsag (m) | AV ort    | nb1  | nkt  | AV/h    | θ1      | kat tipi   |
|----|-------------|-------------|-----------|------|------|---------|---------|------------|
| 1  | 0.0003374   | 0.0004274   | 0.0003824 | 1.12 | 0.00 | 0.00015 | 0.00000 | Bedrum kat |
| 2  | 0.0009464   | 0.0014623   | 0.0012043 | 1.21 | 0.68 | 0.00052 | 0.00377 | Normal kat |
| 3  | 0.0013640   | 0.0021740   | 0.0017690 | 1.23 | 0.83 | 0.00078 | 0.00482 | Normal kat |
| 4  | 0.0016468   | 0.0026115   | 0.0021292 | 1.23 | 0.92 | 0.00093 | 0.00504 | Normal kat |
| 5  | 0.0018088   | 0.0028387   | 0.0023238 | 1.22 | 0.97 | 0.00101 | 0.00464 | Normal kat |
| 6  | 0.0018711   | 0.0028983   | 0.0023847 | 1.22 | 0.00 | 0.00104 | 0.00380 | Normal kat |

YÖNÜ (+°5)

| at | AV dsol (m) | AV dsag (m) | AV ort    | nb1  | nkt  | AV/h    | θ1      | kat tipi   |
|----|-------------|-------------|-----------|------|------|---------|---------|------------|
| 1  | 0.0001709   | 0.0002239   | 0.0001974 | 1.13 | 0.00 | 0.00008 | 0.00000 | Bedrum kat |
| 2  | 0.0005329   | 0.0008778   | 0.0007053 | 1.24 | 0.71 | 0.00031 | 0.00202 | Normal kat |
| 3  | 0.0007646   | 0.0012323   | 0.0009984 | 1.23 | 0.86 | 0.00044 | 0.00247 | Normal kat |
| 4  | 0.0008914   | 0.0014349   | 0.0011631 | 1.23 | 0.95 | 0.00051 | 0.00250 | Normal kat |
| 5  | 0.0009424   | 0.0015173   | 0.0012299 | 1.23 | 1.01 | 0.00054 | 0.00225 | Normal kat |
| 6  | 0.0009344   | 0.0015112   | 0.0012228 | 1.24 | 0.00 | 0.00054 | 0.00182 | Normal kat |

**ÖZGEÇMİŞ**

| Doğum tarihi | Doğum yeri | Lise                   | Lisans                                                                    | Yüksek Lisans                                                                                           |
|--------------|------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 02.05.1975   | Muğla      | 1986-1993              | 1994-1998                                                                 | 1998-2001                                                                                               |
|              |            | Isparta Anadolu Lisesi | Yıldız Teknik Üniversitesi Mühendislik Fak.<br>İnşaat Mühendisliği Bölümü | Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü<br>İnşaat Mühendisliği Bölümü Mekanik Ana Bilim Dalı |

**Çalıştığı kurumlar**

|                   |                                   |
|-------------------|-----------------------------------|
| 1988-1999         | SE-NA İnşaat.ltd.şti.             |
| 1999-2000         | AKSA İnşaat Proje Müşavirlik A.Ş. |
| 2000-Devam ediyor | AKSA Yapı Denetim A.Ş.            |