

66766

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DÜŞEYDE DÜZENSİZ TAŞIYICI SİSTEMLİ ÇOK KATLI
BETONARME BİR BİNANIN DEPREM DAVRANIŞININ
İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Özden YAVER

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 9 Haziran 1997

Tezin Savunulduğu Tarih : 25 Haziran 1997

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Kadir GÜLER

11.07.1997

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Zeki HASGÜR

11.07.1997

Prof. Dr. Melike ALTAN

15.07.1997

HAZİRAN 1997

ÖNSÖZ

Betonarme; iki farklı malzemenin uyumu ile meydana gelen ve kullanımda bizlere geniş yelpazede uygulama serbestliği veren bir malzemedir. Bunun neticesinde de her yeni adımda değişik uygulamalar ortaya çıkabilmektedir. Önemli olan, bu yenilikleri güvenli ve bilinen bir halde kullanabilmektir. Buda daha geniş çalışmaların sonuçlarıyla ortaya çıkacaktır.

Bu çalışma dahilinde düzensiz yapılar ele alınmıştır. Özellikle, taşıyıcı sistemi düşeyde düzensizlik arzeden ve bir kısım kolonları, kısa konsollara oturan çerçevelerden meydana gelen bir binanın, statik ve dinamik davranışları incelenerek, sayısal değerler elde edilmiştir. Varılan sonuçlar çalışmanın son bölümünde sıralanmıştır.

Çalışmamda hertürlü yardımı benden esirgemeyen değerli hocam Sn. Doç. Dr. Kadir GÜLER' e teşekkürü bir borçbilirim.

Özden YAVER
Haziran 1997, İstanbul

İÇİNDEKİLER

	<u>SayfaNo</u>
ÖNSÖZ	ii
SEMBOL LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ	viii
ÖZET	xi
SUMMARY	xii
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
BÖLÜM 2 PROBLEM ve SAYISAL ÇÖZÜMLEME	6
BÖLÜM 3 ZEMİN - YAPI ETKİLEŞİMİ	31
BÖLÜM 4 ÇÖZÜMLEME YÖNTEMLERİ YAKLAŞIMI	38
4.1 Statik Yöntem Yaklaşımı	38
4.2 Dinamik Yöntem Yaklaşımı	40
BÖLÜM 5 YÖNETMELİKLERDE YAPISAL DÜZENSİZLİK	42
5.1 Deprem Yönetmeliğinde Düzensiz Yapılar	42
5.2 Eurocode' da Yapısal Düzenliliğin İrdelenmesi	43
5.2.1 Depreme Dayanıklı Yapıların Karakteristikleri	43
5.2.1.1 Kavramsal Tasarımın Temel Kuralları	43
5.2.2 Yapısal Düzenlilik	44
5.2.2.1 Genel Hal	44
5.2.2.2 Planda Düzenlilik Kriterleri	45
5.2.2.3 Düşeyde Düzenlilik Kriterleri	46
BÖLÜM 6 KISA KONSOLLAR	48
BÖLÜM 7 KESİT HESAPLARI	52
7.1 Kolon Betonarme Hesapları	52
7.2 Kısa Konsol Betonarme Hesapları	59

	<u>SayfaNo</u>
7.3 Çerçeve İç Kirişleri Betonarme Kesit Hesabı	63
SONUÇ ve DEĞERLENDİRME	66
KAYNAKLAR	69
ÖZGEÇMİŞ	71



SEMBOL LİSTESİ

A	: Kısa konsol çekme donatısı alanı
A_r	: Kısa konsol yatay kayma donatısı alanı
A_{sm}	: Mevcut donatı alanı
A_{smin}	: Minimum donatı alanı
a	: Kısa konsol yük etki noktasının mesnete mesafesi
b	: Kesit genişliği
b_0	: Kısa konsol gövde genişliği
d	: Kesit faydalı yüksekliği
E	: Yapı eşdeğer yanal kuvveti
E_x	: Deprem etkisi X yönü bileşeni
E_y	: Deprem etkisi Y yönü bileşeni
E_z	: Deprem etkisi düşey bileşeni
f_{cd}	: Beton basınç hesap dayanımı
f_{ck}	: Beton karakteristik basınç dayanımı
f_{ctd}	: Beton çekme hesap dayanımı
f_{yd}	: Çelik hesap akma dayanımı
f_{yk}	: Çelik karakteristik akma dayanımı
G	: Yapı zati yükü
g	: Yerçekim ivmesi
h	: Kesit yüksekliği
K	: Zemin yatak katsayısı

M_{22}	: Kesitin 2 lokal eksenine göre moment tesiri
M_{33}	: Kesitin 3 lokal eksenine göre moment tesiri
M_t	: Kesitte burulma moment tesiri
M_{tu}	: Kesit burulma hesap momenti
M_{ter}	: Çatlamayı oluşturan burulma momenti
M_u	: Kesit hesap momenti
M_x	: Kesitte kuvvetli eksen moment tesiri
M_y	: Kesitte zayıf eksen moment tesiri
N	: Eksenel kuvvet
N_d	: Eksenel hesap kuvveti
Q	: Hareketli yük
Q_x	: Kesitte zayıf eksen kesme kuvvet tesiri
Q_y	: Kesitte kuvvetli eksen kesme kuvvet tesiri
V_{22}	: Kesitin 2 lokal eksenine doğrultusunda kesme kuvveti
V_{33}	: Kesitin 3 lokal eksenine doğrultusunda kesme kuvveti
V_{cr}	: Eğik çatlamayı oluşturan kesme kuvveti
V_r	: Kesitin kesme kuvveti taşıma gücü
V_{ws}	: Etriyenin taşıdığı kesme kuvveti
V_u	: Hesap kesme kuvveti
z	: Kuvvet kolu
ρ	: Çekme donatısı oranı
ρ_{min}	: minimum çekme donatısı oranı

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 Zemin kat tavan kalıp planı	7
Şekil 2.2 Normal katlar tavan kalıp planı	8
Şekil 2.3 Yapı boy kesiti	9
Şekil 2.4 Kısa konsollarda iç kuvvet notasyonu	14
Şekil 2.5 Erzincan 1992 depremi ivme kayıt grafikleri	27
Şekil 2.6 Erzincan 1992 depremi ($0.3E_x+E_y+0.3E_z$) etkisi altında yapıda oluşan temel kesme kuvveti ve devirme moment değişimleri	28
Şekil 2.7 Dinar 1995 depremi ivme kayıt grafikleri	29
Şekil 2.8 Dinar 1995 depremi ($0.3E_x+E_y+0.3E_z$) etkisi altında yapıda oluşan temel kesme kuvveti ve devirme moment değişimleri	30
Şekil 5.1 Çekme kat yapıların düzenlilik kriterleri	47
Şekil 6.1 Kısa konsolda asal gerilme hatları	48
Şekil 6.2 Kısa konsolda kafes giriş benzeşimi	49
Şekil 6.3 Kısa konsollarda göçme biçimleri	50
Şekil 7.1 Kısa konsol donatı şeması	62
Şekil 8a. İç kirişte guse düzenlemesi	68
Şekil 8b. Düğüm noktalarında donatı yerleşim düzensizliği	68

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1 Düşey yükler altında statik çözümlemede kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.25m)	10
Tablo 2.2 Düşey yükler altında statik çözümlemede kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.50m)	11
Tablo 2.3 X doğrultusu eşdeğer statik çözümlemede kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.25m)	12
Tablo 2.4 Y doğrultusu eşdeğer statik çözümlemede kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.25m)	12
Tablo 2.5 X doğrultusu eşdeğer statik çözümlemede kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.50m)	13
Tablo 2.6 Y doğrultusu eşdeğer statik çözümlemede kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.50m)	13
Tablo 2.7 Serbest titreşim mod periyotları	15
Tablo 2.8 Erzincan 1992 depremi ($E_x+0.3E_y+0.3E_z$) etkisindeki kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.25m)	16
Tablo 2.9 Erzincan 1992 depremi ($0.3E_x+E_y+0.3E_z$) etkisindeki kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.25m)	16
Tablo 2.10 Erzincan 1992 depremi ($0.3E_x+0.3E_y+E_z$) etkisindeki kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.25m)	17
Tablo 2.11 Erzincan 1992 depremi ($E_x+0.3E_y$) etkisindeki kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.25m)	17
Tablo 2.12 Erzincan 1992 depremi ($0.3E_x+E_y$) etkisindeki kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.25m)	18
Tablo 2.13 Erzincan 1992 depremi ($E_x+0.3E_y+0.3E_z$) etkisindeki kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.50m)	18
Tablo 2.14 Erzincan 1992 depremi ($0.3E_x+E_y+0.3E_z$) etkisindeki kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.50m)	19

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.15 Erzincan 1992 depremi ($0.3E_x+0.3E_y+E_z$) etkisindeki kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.50m)	19
Tablo 2.16 Erzincan 1992 depremi ($E_x+0.3E_y$) etkisindeki kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.50m)	20
Tablo 2.17 Erzincan 1992 depremi ($0.3E_x+E_y$) etkisindeki kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.50m)	20
Tablo 2.18 Dinar 1995 depremi ($E_x+0.3E_y+0.3E_z$) etkisindeki kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.25m)	21
Tablo 2.19 Dinar 1995 depremi ($0.3E_x+E_y+0.3E_z$) etkisindeki kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.25m)	21
Tablo 2.20 Dinar 1995 depremi ($0.3E_x+0.3E_y+E_z$) etkisindeki kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.25m)	22
Tablo 2.21 Dinar 1995 depremi ($E_x+0.3E_y$) etkisindeki kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.25m)	22
Tablo 2.22 Dinar 1995 depremi ($0.3E_x+E_y$) etkisindeki kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.25m)	23
Tablo 2.23 Dinar 1995 depremi ($E_x+0.3E_y+0.3E_z$) etkisindeki kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.50m)	23
Tablo 2.24 Dinar 1995 depremi ($0.3E_x+E_y+0.3E_z$) etkisindeki kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.50m)	24
Tablo 2.25 Dinar 1995 depremi ($0.3E_x+0.3E_y+E_z$) etkisindeki kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.50m)	24
Tablo 2.26 Dinar 1995 depremi ($E_x+0.3E_y$) etkisindeki kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.50m)	25
Tablo 2.27 Dinar 1995 depremi ($0.3E_x+E_y$) etkisindeki kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.50m)	25
Tablo 3.1 Düşey yükler için statik çözümlemede kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.25m ve $K=2*10^4$, $K=5*10^4$ kN/m ³)	31
Tablo 3.2 X doğrultusu eşdeğer statik çözümlemede kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.25m ve $K=2*10^4$, $K=5*10^4$ kN/m ³)	32
Tablo 3.3 Y doğrultusu eşdeğer statik çözümlemede kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.25m ve $K=2*10^4$, $K=5*10^4$ kN/m ³)	33

Tablo 3.4 Zemin şartlarına göre serbest titreşim mod periyotları	<u>Sayfa No</u> 33
Tablo 3.5 Ankastre temel ve elastik zemin kabulüne göre, Erzincan 1992 depremi ile eşdeğer statik dış etkilere göre oluşan temel kesme kuvvetleri	34
Tablo 3.6 Erzincan 1992 depremi ($E_x+0.3E_y+0.3E_z$) etkisindeki kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.25m ve $K=2*10^4$, $K=5*10^4$ kN/m ³)	35
Tablo 3.7 Erzincan 1992 depremi ($0.3E_x+E_y+0.3E_z$) etkisindeki kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.25m ve $K=2*10^4$, $K=5*10^4$ kN/m ³)	35
Tablo 3.8 Erzincan 1992 depremi ($0.3E_x+E_y$) etkisindeki kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.25m ve $K=2*10^4$, $K=5*10^4$ kN/m ³)	36
Tablo 3.9 Erzincan 1992 depremi ($0.3E_x+0.3E_y+E_z$) etkisindeki kritik kesit tesirleri (konsol boyu =1.25m ve $K=2*10^4$)	36
Tablo 5.1 Deprem tasarımında yapısal düzenliliğin önemiyetleri	45
Tablo 7.1 Çeşitli Dış etkiler altında kritik kolonlarda oluşan kesit tesirleri	53
Tablo 7.2 Kısa konsolların kritik kesit tesirleri	59
Tablo 7.3 Çerçeve iç kirişlerinde kritik kesit tesirleri	62

ÖZET

Bu çalışmada, düşeyde düzensiz planda her iki aksa göre simetrik ortogonal çerçevelerden meydana gelen sekiz katlı bir binanın değişen konsol boylarına ve zemin şartlarına göre statik ve dinamik davranışları ele alınmıştır. İncelenen sistemin kurgusunda ve kesit boyutlarının belirlenmesinde deprem yönetmeliği dahilinde hareket edilmiştir. Bu bağlamda sistemimizin düşeyde düzensizliği; her iki yöndeki dış akslarda yeralan zemin kat kolon elemanları ile birinci kat kolon elemanları eksenlerinin çakışmamasından meydana gelmektedir. Birinci kat ve üzerindeki kat kolon elemanları süreklilik gösterecek şekildedirler. Birinci kat dış aks kolonları zemin kat kolonlarına kısa konsollar ile bağlanmış durumdadır.

Sayısal çözümlerde; düşey yükler ile yatay zorlar etkisindeki sistemin davranışı, üç boyutlu doğrusal elastik çözümler ile ele alınmıştır. Sistemin yatay zorlarının değerleri Erzincan 1992 depremi ve Dinar 1995 depremi kayıtları olup, analiz sonuçları kritik sayılabilecek bazı kesitler için tablolar halinde düzenlenmiştir.

SUMMARY

The name of this study; ‘ The Investigation of Earthquake Behavior of a Multi-storey Reinforced Concrete Building Having Vertically Irregular Structural System ’. In this study, the static and dynamic behaviors of a building of eight stories having symmetry to the both axis in the plan and vertical irregularity, consisting orthogonal frames are investigated.

The vertical irregularity of this system comes from not coinciding the ground floor column components which appears on outer axis of both sides with first floor column axis. The first floor and the other floor columns show continuity. The first floor outer columns attach to the ground floor outer axis columns with corbels.

The analyzing of this structural system which mentioned above, first of all, it is approached to the study in terms of strong design to the earthquake. In such a design, the resisting of the earthquake forces safely is the one element of the basic elements. The most important thing to ensure safety is the design of the structural system that is to built in a safely way. In such an earthquake resistant design, the most desired features for a structural system are the simplicity, symmetry, continuity, regular structural system, foundations adequate system and no abrupt change of rigidity and no abrupt mass differences of a building.

Observation showed that the more simple designed buildings are the more resistant against to earthquake. The simple and regular building are easy to construct and cause less fault in the construction. Both estimating earthquake behavior of such building and creating an analyses accordingly are easier. To design a model for and consider the torsional effects of complicated and irregular buildings more complicated. What is wiser is not to allow any torsional effect.

For the similar reason, structures are desired to have a symmetry in two directions in the plan. So, the behavioral way in the analysis and the actual behavioral way approximates to each other.

Buildings in the shape of H, L, T and Y in plan have been damaged considerably due to the earthquakes. For this reason, only symmetry is not sufficient every time, but also a building must have simplicity at the same time. What else, component elements must be arranged in a way not to cause torsional effects.

Buildings have parts like wing at the practice usually. That is a dangerous condition, there are important internal effects in region that the main part combine with the other parts and this condition is not wanted. So that, big building masses should cut in to pieces and than put in order.

It is important to arrange elements in both in plan and vertical section in a regular and continuous way in the structural system. Such arrangement will not allow tension accumulation. All columns and shear walls must have continuity from foundation to the top of the building and have no eccentricity.

Reinforcement in sections must be ensured to have continuity so that cross-section effects coining of the elements occur as desired. While continuity and strength capacity beyond elastic behavior of elements are increased, elimination of dynamic energy is also increased. For this cases opposed to that, joining case in short time may occur.

In addition to continuity, rigidity of some elements must not change abruptly. An important point to be avoided is the lower rigidity in ground floor comparing to upper floors. External effects of earthquake can be reduced by deterring adequate rigidity of the component elements and adjusting vibration period to a certain level. The point to be paid attention is that the dominant period of ground and vibration period of building must occur at levels distant to each other.

Increase rigidity of a building, displacement in a building can be reduced. So, damage can be reduced to minimum structural and non-structural element of the structural system.

Ductility of structural system elements in addition to required resistance becomes important about buildings only which under dynamic loads. [1]

The important points specified above have been underlined through explanations and several figures in the present study.

On the other hand, built area intensifying in the districts with high density of population. In this context, value of plots increase and becomes an important factor in the building costs. And finally, architectural design is enforced to use plot in maximum level. So, due to new approaches of architectural design occur irregularity and some cases undesirable for engineering.

Discontinuity in vertical and horizontal, instantaneous rigidity changes and mass differences of structural system are to be avoided. Buildings with such features are deemed to be irregular buildings. Since earthquake behavior of such building are not known exactly, earthquake analyses of such buildings is problematic. Using methods use for regular buildings in the irregular buildings are debatable.

By means of the design of the consoles, net area is increased in the upper floors. Nevertheless, this is also problematic, since columns in the external axis, especially corner columns remain in the net volume of the upper floor and reduces using of such place and they are undesirable regarding aesthetics and architecture.

As a solution to the problem, columns in the external axis are transferred to console edges. As a result of such approach, an irregular building undesirable for structural system take place. Analysis and calculation of building forming at the end are problematic for technical personnel.

The building subjected to the study is a building whose structural system is composed of column and beam elements and having irregular frames vertically. In the design here, a building with an irregular structural system in vertical is created by attaching the first floor external columns to the ground floor external axis columns with corbels. Floor mold plans and a vertical section plan are specified in the section two.

No sufficient study has been found shed a light on the foregoing matters. Many studies are mentioned in the text.

In the second part the thesis, problem is defined and numerical results are obtained by conducting analysis's. In the structural arrangement subject to problem, consoles created by moving external axis 1.25m from ground floor ceiling mould. columns in the external axis of floors upper of the ground floors are also pushed in the same proportion and fixed on the edge of the corbels. What else, as a second approach, system with 1.50m console length are arranged.

In the system, the high of storey is 3m, frame beams are 0.25/0.60m and external axis beams dimensions are 0.25/0.40m. The section dimension of corbel beams which coincide with the column are 0.50/1.60m, and the end part of it are 0.50/0.50m. Thickness of slabs are 0.12m high. The dimension of columns are defined in the given plans. The problems is to determine the behavior of the structure with the mentioned geometrical features and symmetrical in both axes in the plan under the vertical and horizontal loads.

For static case, presence of the service load on beams are accepted, and inadequate loading cases are ignored for the sake of simplicity respectively, and critical cross-section effects are arranged in the tables for beams and corbels between A and C as well as 5 and 7 axis.

First of all, static results under vertical loads are obtained as to the way they are built-in the fixed base. Such results are arranged in the corresponding tables. Important values are obtained in the corbel beams end in the beams next to the corbel. Torsional moments at the levels we must consider when the making reinforcement are obtained in the corner corbels.

Regarding equivalent static analyze, natural vibration period of the building is obtained from free vibration analyze. Base shear forces have been calculated in accordance with the earthquake code. The base shear forces have been calculated by distributing such side pull obtained. Tables have been provided in respect to critical section effects.

As to dynamic analyses, masses are assumed to accumulate in the nodal points. In the dynamic case, first of all, free vibration periods of the buildings are analyzed, taken 10 modes into consideration. Such analysis has been conducted by taking into consideration the cases when columns built-in on the fixed base and when the foundation rigidity is given as a parameter respectively. Results have been shown in the tables.

Regarding built-in fixed base case, the first 7 modes in the free vibration of the building occur in the way of bending and distortion and the 8., 9., 10., modes in the way of vertical vibrations. Period values of the vertical vibration are less than vibration period values of bending and distortion.

In the forced dynamic case, values of spectrum curves in Erzincan 1992 and Dinar 1995 earthquakes have been used as an external effects. In such performance, North-South component of earthquake records effected the building in the direction x, East-West component in the direction y, and vertical component in the direction of z. In the analyzes, earthquake component combinations suggested by Eurocode-8 have been performed.

In the end of the section, analyzes result have been appraised, and for both earthquakes, acceleration diagram and base shear force diagram have been specified.

In the section 3, rigidity values of foundation have been added to the analyses as a parameter. For such case, for the sake of simplicity, 3mX 3m foundations under all the columns have been assumed.

Through elastic foundation, free vibration period values shoved increment according to the built-in fixed case. In the cases where softness of the soil increase, free vibration periods of building have been seen to increase too. Base shear forces decrease according to the built-in fixed case. An appraisal about the result of analyzes have been made in the end of the section.

In the section 6, general information about short corbels have been given. Behavior of the short corbels are different from the available beam approvals. Knowledge obtained from the experimental studies has been given here. In the reinforcement, an arrangement has been set up according to cracking. The balance of the internal forces of the section can be estimated according to cracking, and reinforcement has been conducted. So, corbel load is balanced with tractive power and concrete comparison bar with horizontal reinforcement. In the last section of part, points to be paid attention in reinforcement have been deal with. [2,3]

In the seventh section of the study, numerical dimensions are given for three types structural element. At the first of others, reinforcement for the corner column and external axial columns of the ground floor have been given. Calculation values have been determined in accordance with suggestion of the earthquake code. Section calculations for each column have been specified.

Secondly, corbel section calculation which may be deemed to be the most important component of the study has been performed. Calculation values are obtained

in a similar way columns. Section calculation has been performed in accordance with French code.

Thirdly, internal beams next to the corbels have been used. Considerable internal effects occurs in the sections where they joint to corbels. Calculation values have been determined in such section values in a similar way with others.

In the last section of the study, important points obtained in the study have been emphasized. Results have been obtained under certain criteria and assumption. The present study can bee deemed to be a step to shed light on the existing problem, and the result rules will appear more definitely when many similar study is conducted.



BÖLÜM 1

GİRİŞ

Yapı taşıyıcı sistemleri tasarımında, deprem kuvvetlerinin güvenli bir şekilde karşılanması temel unsurlardan biridir. Yapının simetri özelliği taşıması ve düzenli taşıyıcı sisteme sahip olması, depreme mukavim yapı tasarımı yaklaşımında en önemli ilkeyi oluşturur. Düzenli yapılar gerek uygulamada, gerekse analiz ve boyutlamada daha pratik, daha ekonomik olmalarının yanı sıra, hesap davranışı ile gerçek yapı davranışının bir birine yakın olmalarıyla, iyi bir tasarım için tercih edilen ilk çözüm seçeneğidirler. Buna karşın günümüz mimari tasarımları çoğuzaman bu yaklaşıma izin vermeyecek tarzdadır.

Deprem davranışı açısından yapıların yatayda ve düşeyde süreksizlik göstermeleri, ani rijitlik değişimi ile kütle farklılıkları içermeleri kaçınılmazı gereken olumsuz hallerdir. Bu özellikleri taşıyan yapılar, taşıyıcı sistem bakımından düzensiz yapılar olarak kabul edilirler. Bu tür yapılar uygulamada, düzenli yapılara nazaran daha fazla hatalı uygulamaya sebep olabilecekleri gibi, boyutlamada da bazı kesit zorlarının büyümesi nedeniyle ekonomik olmaktan uzaklaşırlar. Düzensiz yapılar herne kadar iyi boyutlanıp, çok titizlikle detaylandırılırsalarda depremden etkilenmeleri beklenilenin dışında ve olumsuz yönde oluşur. Bunun bir sonucu olarak taşıyıcı sistemdeki bazı elemanlar boyutlama değerlerinin üzerindeki değerlere varan etkilere maruz kalabilirler. Butür yapıların analizi esnasında deprem etkilerinin hesabının ne şekilde olması gerektiği bir sorun teşkil eder. Düzenli yapıların deprem analizlerinde kullanılan doğrusal hesap yöntemlerinin, düzensiz yapılarda ne kadar sağlıklı sonuçlar vereceği tartışmaya açık bir konudur.

İncelediğimiz tarzda düzensizliğe sahip yapılar hakkında yukarıda belirtilen sorun hakkında yeteri kadar aydınlatacak tarzda çalışmaya rastlanılmamıştır. Fakat Özgen yaptığı bir çalışmada, kısa konsola oturan kolonlarda dikkat edilmesi gereken hususlar ve hesap yaklaşımlarını ele almıştır. [4]

Bu türden düzensizliğe sahip iki katlı bir yapının düşey ve deprem yükleri altındaki davranışını Güler yaptığı bir çalışma ile inceleyerek sayısal sonuçlar ortaya koymuştur. [5] Bir başka çalışmada Güler, beş katlı olan benzer bir yapıyı incelemiştir. [6] Benzer bir yapıyı beş katlı olmak üzere Güler ve Öztunç ele alarak incelemiştir. [7] Öztunç yaptığı yüksek lisans tezi çalışmasında sayısal sonuçlar vermiştir. [8]

Bunların yanında ele aldığımızdan farklı tarzlarda düzensizlikler taşıyan yapılar için, sayısal çözümler veren ve deney sonuçları içeren çalışmalar yapılmıştır. Shahroz ve Mohle, betonarme çerçevelerin deprem performanslarını inceleyen deneysel bir çalışmada bulunmuşlardır. Bu çalışmada, altı katlı her iki yönde iki açıklıklı ve yarı yüksekliğinden itibaren çekme katlı bir yapının 1/4 oranında maketi, yüksek deprem etkilerine maruz bırakılarak bazı sonuçlar elde etmişlerdir. Yatay tesirleri kat çekmelerine paralel ve 45 derece açı ile etkilerek çalışılmıştır. Sonuçlara göre; kuvvetli yer hareketlerine maruz kalan yapılar gereğinden daha rijit boyutlandığında daha az hasar meydana gelmektedir. Deneyde döşemelerin, kiriş kapasitelerine önemli oranlarda katkı sağladığı belirlenmiştir. İyi bir deprem mukavemeti için kiriş ve kolon elemanlarının boyutlandırılmasında döşeme davranışının iyi belirlenmesinin önemi vurgulanmıştır. [9]

Aranda ve Rascon tarafından düşeyde düzenli ve düzensiz binaların deprem davranışı analizlerinde kullanılması için yarıdinamik yöntem olarak isimlendirilen bir yaklaşım tavsiye edilmiştir. Bu yöntem çözümlerindeki değerlerin modal çözüm değerlerinden daha büyük olduğu, statik çözümlere nazaran daha iyi sonuçlar verdiği, aynı zamanda perde sistemler ve rijit çerçeve sistemler için de bu yöntemin kullanılabileceğini belirtmişlerdir. [10] Dolce, çok sayıda yapı için yapılan yapısal çözüm sonuçlarıyla

ilgili olarak düşeyde %80 civarında rijitlik değişimi durumunda 16 kata kadar olan yapılar için statik yöntemin emniyetli tarafta kaldığı ve yönetmeliklerde bu yöntemi çok kısıtlayıcı şartlar bulunduğu belirtilmiştir. [11] Bonelli, perdeler ve çerçevelerdeki düzensizliğe bağlı olarak, sünekliklerin önemli oranda farklılıklar gösterdiği belirtilmiştir. Bina yüksekliği boyunca perdelerin farklı katlarda sınırlanarak yapılan düzenlemelerin, yapı dinamik davranışına etkisi doğrusal olmayan çözümler yöntemiyle de incelenmiştir. Böyle bir yapıdaki moment, kesme kuvveti ve yerdeğiştirmelerin düzenli yapılardakilerle benzer olduğu, düzensizlik bölgelerinde kesme kuvveti ve özellikle moment değerlerinin büyük ve ani değişim gösterdiği belirtilmiştir. [12] Valmundsson ve Nau tarafından yapılan bir çalışmada, düşeyde düzensiz yapıların deprem davranışları ele alınmıştır. Çalışmada 5, 10, 20 katlı, çerçeveli, kütle, rijitlik ve mukavemet dağılımı düzgün olmayan yapıların deprem tepki davranışları incelenerek UBC'nin (Uniform Building Code) düzenli yapılar için belirlediği kütle, rijitlik ve mukavemet sınırları değerlendirilmiştir. Düzensizlik, bir katın değişen kütle oranları, tasarım düktilite seviyeleri ve mukavemet oranları ile meydana getirilmiştir. Çözümlemelerde time history ve üç ayrı yaklaşımdaki eşdeğer statik yöntemler kullanılarak sonuçlar elde edilmiş ve kıyaslamalar yapılmıştır. Parametrik çalışma sonunda varılan sonuçlar şöyle sılanabilir;

Bir katın kütle oranının 1.5 değeri için; yönetmelikteki eşdeğer statik analiz sonuçlarından elde edilen temel kesme kuvveti, düzgün kütle dağılımına sahip yapılara göre %10 daha fazla olmaktadır. Elastik olmayan (inelastik) analiz, beklenen gerekli düktilite artışının %20'den fazla olmadığını göstermektedir.

Eğer kütle değişimine uygun periyot değişimi hesaplanırsa eşdeğer statik yöntemle temel kesme kuvvetleri, kütle oranının 5 seviye değerine kadar güvenli bir şekilde saptanabilir. Ayrıca bu çalışma içerisinde, ağır kütleli olan herhangi bir kat durumu için periyottaki rölatif (nispi) artışı güvenli bir şekilde veren formül salık verilir.

Mukavemet sabit tutulurken ilk katın rijitliği %30 azaltılırsa, ilk katın ötelemesi tasarım düktilitesine bağlı olarak %20-%40 artar.

İlk kat rijitliğinin %20 azalmasıyla gerekli düktilite %100-%200 artış gösterir. Bu düktilite gereksinimindeki artış en fazla 20 katlı yapıların düşük düktiliteli tasarımları için ortaya çıkar. Tasarım düktilitesinin etkisi 5 ve 10 katlı yapılarda daha azdır.

Yapının düzenli kabulü için gerekli kriterler ilk katın üst katlardan zayıf olmasını gerektirir. [13]

Yapıların dinamik davranış analizleri için önerilen (Eurocode 8) metotlar hakkında bir çalışma Paola ve Mendola tarafından yapılmıştır. Çalışmada yönetmeliğin (Eurocode 8) yapıların deprem hareketlerine bağlı olarak dinamik davranışlarının analizi için önerdiği üç yöntem (Response Spectrum analiz, Stokastik analiz, Adım adım interasyon) arasında mukayese yapılmıştır. Burada sadece lineer yapıların durumu ele alınmıştır. Çalışmada yöntemlerin teorisi (kuramsallığı) üzerinde de duran yazarlar en azından tek serbestlik dereceli yapılar için analiz yapmıştır. Sonuçta önerdikleri, stokastik analiz olarak anılan yöntemdir. Bu metodun problemdeki büyük değişkenliklere uyum sağlayabildiği üstelik değişiklik değerleriyle lineer olmayan sistemlerde de uygun olabileceği belirtilmiştir. Diğer iki yöntem için gerektirdikleri bazı şartlar ve yüksek dereceli sistemlerde pratik olmadıkları dile getirilerek, şimdilik bu yöntemlerin çok önemli sistemlerde yada metotların kıyaslamasında kullanılabileceği sonucuna varmışlardır. [14]

Günümüzde nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu yerlerde yapılaşmada da bir yoğunluk ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda da arsa değerleri yükselerek yapı maliyetinde önemli bir faktör haline gelmektedir. Bütün bunların neticesinde de mimari tasarım maksimum arsa kullanımını sağlayacak yönde zorlanmaktadır. Bu konuda mimari tasarımı kısıtlayan imar yönetmeliğine göre, bir tasarımda; yapının zemin kat alanı ve katların toplam alanı belirli katsayılarla sınırlandırılmıştır. Böylece kısıtlanan tasarımlarda genellikle zemin kat tavan kalıbından itibaren üst katlarda konsol uygulamalarına gidilmektedir. İmar yönetmeliği 1.5m' ye kadar olan konsollara izin vermektedir. Bu sınırlar dahilinde oluşturulan konsol uygulamaları ile yapı planındaki dış aks kolonları ile özellikle köşe kolonları bir üst katta kullanım

hacimlerinin içerisinde kalıp bu mekanların kullanım amaçlarını kısıtlayarak birtakım sorunlara neden oldukları gibi estetik ve mimari yaklaşım yönündende istenilmeyen bir hal olarak problem teşkil ederler.

Bu sorunun çözümü olarak genellikle yapı dış akslarında yer alan kolonlar üst katlarda konsol uçlarına kaydırılırlar. Bu yaklaşım sonucunda da taşıyıcı sistem açısından tercih edilmeyen düşeyde düzensiz bir yapı oluşmaktadır. Neticede ortaya çıkan tarzda yapıların analiz ve boyutlamasını yapan teknik elemanlar için bir problem teşkil etmektedir.

Çalışmaya konu olan bina, taşıyıcı sistemini kolon ve kiriş elemanların oluşturduğu düşeyde düzensiz çerçevelerden oluşan bir yapıdır. Buradaki kurguda; zemin kat dış aks kolonlarına tavan kalıbında mesnetlenen konsolların uç kısmına birinci kat dış aks kolonlarının mesnetlenmesi şeklinde düşeyde düzensiz taşıyıcı sisteme haiz bir yapı meydana getirilmiştir.

Düşeyde düzensiz bu binanın, üç boyutlu statik ve dinamik analizleri, kolonların tabanda ankastre olmaları yanında, zemin rijitliğinin bir parametre olarak gözönüne alınması halleri için ayrı, ayrı olmak üzere yapılmıştır. Üç boyutlu yapı analiz modelleri; kiriş ve kolonlardan oluşan çerçeve sistem ve kendi düzlemlerinde rijit kabul edilen döşemelerin yer aldığı çerçeve sistemler olarak iki halde modellenmiştir. Dinamik analiz sonucunda yapının, serbest titreşim modları ile ilgili periyodları belirlenmiştir. Zorlanmış titreşim için ise Erzincan 1992 depremi ve Dinar 1995 depremi, Doğu - Batı, Kuzey - Güney ve düşey bileşenlerine ait ivme spektrum eğrilerinin %5 sönüme karşı gelen değerleri dinamik dış etki olarak kabul edilmiştir. [15,16,17] Eşdeğer statik çözümlemede deprem yönetmeliğinde verilen yöntem kullanılmış ve analiz sonuçlarından kritik kesitlere ait tesirler tablolar halinde düzenlenmiştir.

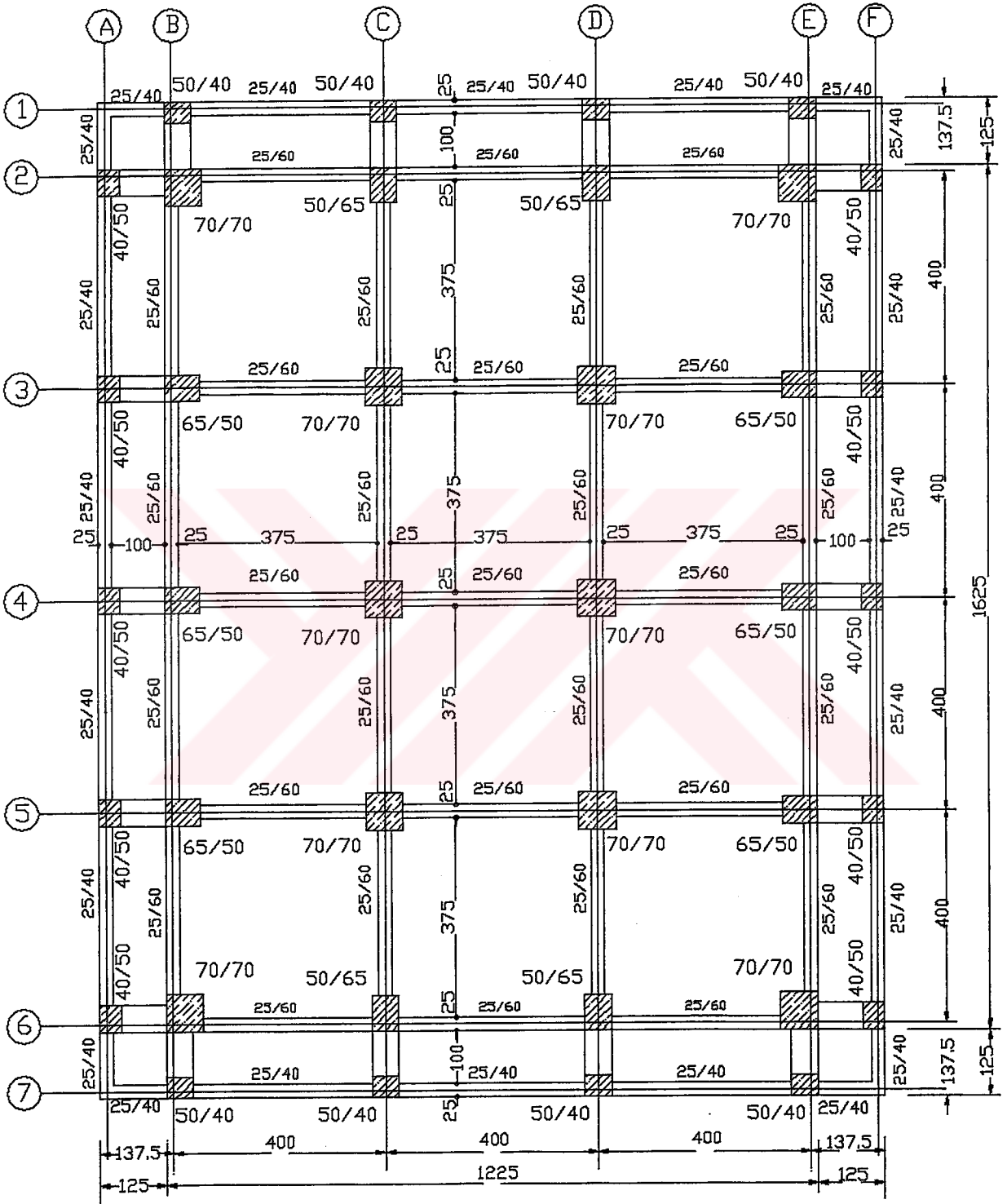
BÖLÜM 2

PROBLEM ve SAYISAL ÇÖZÜMLEME

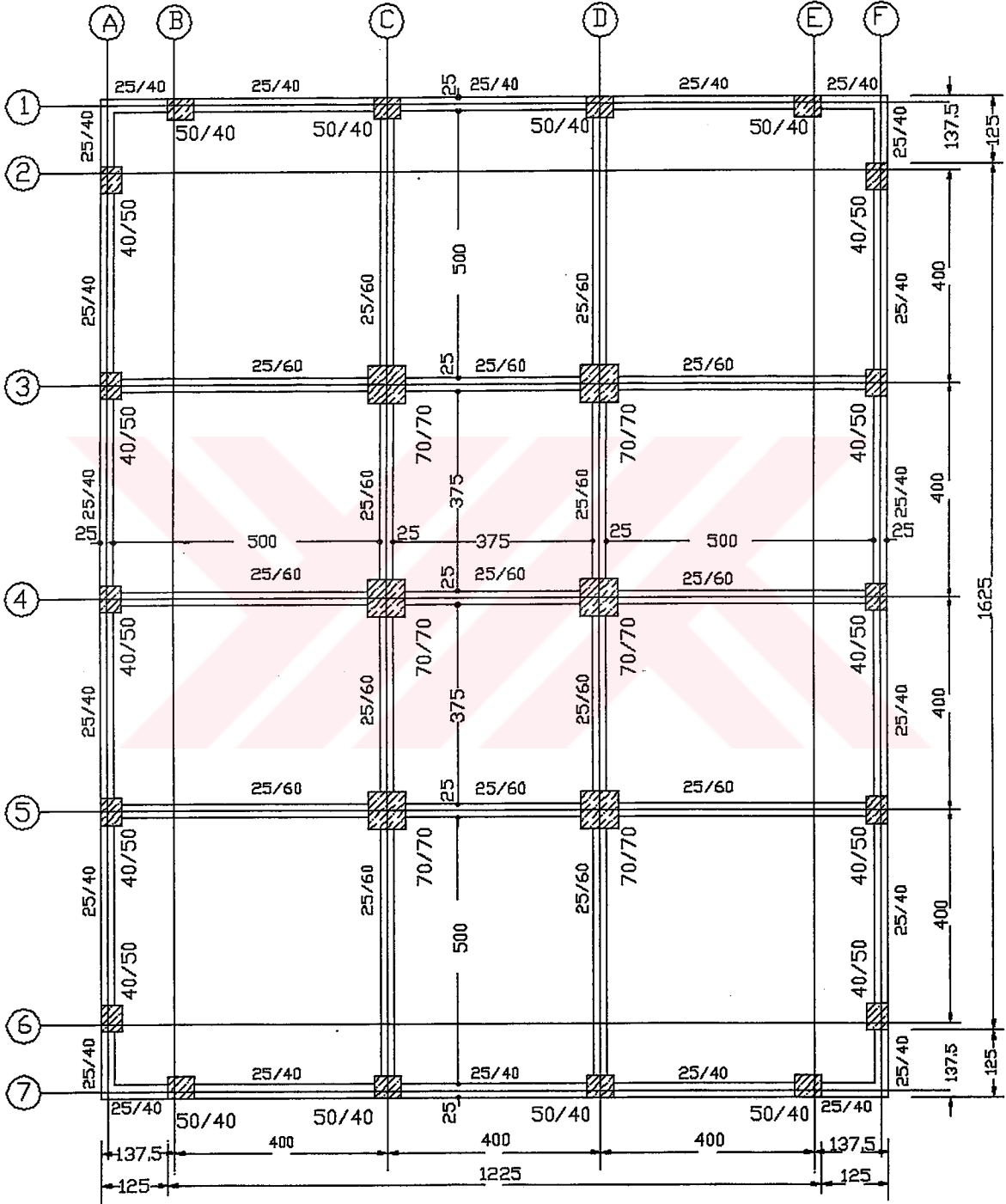
Problem konusu olan yapı sekiz katlı olup, yapının zemin kat tavan kalıp planı ile boykesiti şekil 1. ve şekil 3.'de verildiği gibidir. Plan ve kesitten anlaşılacağı üzere, yapının zemin kat tavan kalıbından itibaren dış aksların 1.25m ötelenmesiyle konsollar teşkil edilmiş ve böylece 1. kat ile üzerindeki diğer katların kullanım alanlarında artış sağlanmıştır. Ayrıca ikinci bir yaklaşım olarak, konsol boyları 1.25m'den 1.50m'ye çıkarılarak ilgili çözümler ikinci sistem için tekrar edilmiştir. Zemin kat'ın üzerindeki katların dış akslarındaki kolonlar da bu nisbette ötelenerek kısa konsol kirişlerinin uçlarına oturtulmuştur. Yapı bu uygulama sonucunda düşeyde düzensiz taşıyıcı sisteme sahip duruma getirilmiştir.

Herbir katın yüksekliği 3m, çerçeve kiriş boyutları 0.25/0.60m, dış aks ($A_F, 1,7$) kiriş boyutları ise 0.25/0.40m olarak düzenlenmiştir. Konsolkiriş kesitleri kolona birleştiği yerde 0.50/1.60m uç kısmında ise 0.50/0.50m olarak teşkil edilmiştir. Konsol boyu öncelikle 1.25m olup, ayrıca ikinci sistemde eleman kesitleri değiştirilmeden konsol boyları 1.50m olacak şekilde yeni bir sistem düzenlenmiştir. Döşeme kalınlıkları 0.12m olup kolon boyutları planda belirtilmiştir. Geometrik özellikleri yukarıda açıklanan ve planda her iki yöne göre simetrik olan yapının, düşey ve yatay yükler altındaki davranışının belirlenmesi problemi teşkil etmektedir.

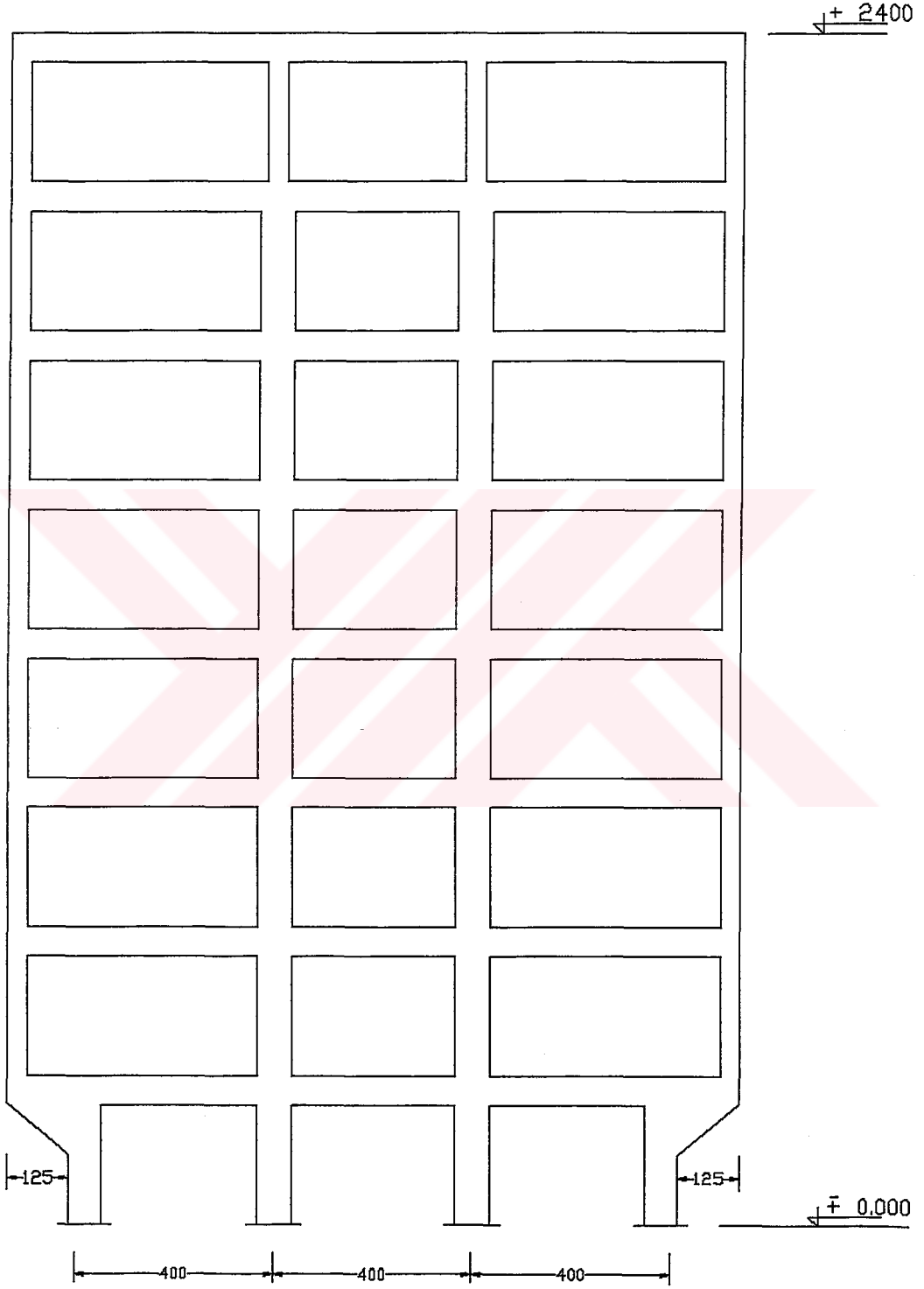
Probleme konu olan yapı analizinde üç boyutlu çerçeve sistem ve çubuk sistemin kat hizalarında, kendi düzleminde rijit döşeme elemanları ile birlikte bir sistem olarak ele alınmasıyla oluşan, çerçeve+plak sistem olmak üzere iki model tertiplenmiştir. Taşıyıcı sistem kesit verilerinde, konsolların doğrusal bir geometri değişimine sahip olduğu ve ataletmomentlerinin değişiminin kübik olduğu idealize edilmiştir.



Şekil 2.1 Zemin kat tavan kalıp planı



Şekil 2.2 Normal katlar tavan kalıp planı



Şekil 2.3 Bina boy kesiti

Statik durum için kirişlerde servis yüklerinin varlığı kabul edilmiş, elverişsiz yükleme durumları basitlik olması bakımından gözardı edilmiştir. Statik analiz sonuçları çerçeve sistem ve döşemeli çerçeve sistem için ayrı, ayrı elde edilmiş olup kesit tesirleri, yapıda kritik olarak kabul edilen A ve C ile 5 ve 7 eksenlerinin sınırladığı kirişler ve konsol kirişler için tablolar halinde düzenlenmiştir. Statik çözümler kolonların tabana ankastre olmaları kabulüne göre düşey yükler için elde edilmiştir. Bu tesirler Tablo 1’de verilmiş olup, burada kirişlerin kuvvetli eksenlerinde oluşan iç kuvvetler; Q_y ve M_x ile zayıf ekseninde oluşan iç kuvvetler; Q_x ve M_y ile burulma moment değerleri ise M_t harfleriyle belirtilmiştir.

Tablo 2.1 Düşey yükler için statik analiz (1.4G+1.6Q) için kritik kesit tesirleri.
(Parantez) içindeki değerler döşemesiz çerçeve sistem içindir.

kons. 1.25m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	194.6 (237.6)	391.1 (504.7)	0.0 (0.2)	0.0 (0.8)	0.2 (0.2)
C/(6-7)	975.9 (1272.2)	1129.2 (1345.8)	1.1 (7.7)	1.1 (6.3)	6.7 (2.7)
B/(5-6)	105.2 (123.7)	218.6 (266.1)	0.1 (2.0)	0.3 (4.5)	4.6 (6.7)
B/(6-7)	892.8 (1059.2)	1057.8 (1199.4)	7.1 (76.0)	4.9 (72.3)	130.7 (156.5)
6/(C-B)	103.6 (121.6)	217.0 (262.8)	0.1 (0.2)	0.3 (4.3)	4.4 (6.5)
6/(B-A)	893.8 (1064.6)	1059.1 (1206.8)	7.9 (76.0)	5.4 (72.3)	131.1 (158.0)
5/(C-B)	195.3 (238.2)	395.4 (508.4)	0.0 (0.2)	0.0 (0.9)	0.2 (0.2)
5/(B-A)	990.1 (1291.9)	1145.7 (1368.4)	2.1 (10.4)	1.9 (8.7)	3.9 (1.2)

Tablodaki sonuçların gösterdiği üzere, kolona mesnetlenme bölgelerinde konsol kirişlerin kesit tesirleri beklenildiği gibi büyük değerlere sahiptirler. Ayrıca köşelerdeki kısa konsollarda boyutlamada gözardı edilemeyecek mertebelerde burulma momentleri ortaya çıkar. Bunun sebebi ise üçboyutlu çözümlemede iki farklı doğrultudaki çerçeve elemanlarının karşılıklı etkileşimlerinin bir sonucudur.

Tablo 2.2 Düşey yükler için statik analiz (1.4G+1.6Q) için kritik kesit tesirleri.
(Parantez) içindeki değerler döşemesiz çerçeve sistem içindir.

kons. 1.50m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	214.7 (265.7)	448.2 (583.0)	0.0 (1.4)	0.0 (3.5)	0.3 (0.4)
C/(6-7)	993.9 (1241.1)	1347.9 (1568.5)	1.0 (8.6)	1.1 (8.8)	8.8 (4.9)
B/(5-6)	122.3 (147.6)	271.7 (337.1)	0.2 (1.6)	0.5 (4.1)	4.5 (6.8)
B/(6-7)	976.1 (1132.9)	1367.1 (1535.8)	6.3 (84.7)	5.0 (95.8)	153.3 (184.2)
6/(C-B)	120.3 (144.8)	269.9 (333.0)	0.2 (0.9)	0.4 (2.7)	4.2 (6.5)
6/(B-A)	978.2 (1140.0)	1370.1 (1547.0)	7.0 (86.0)	5.5 (97.2)	153.7 (186.0)
5/(C-B)	215.8 (266.8)	453.9 (588.5)	0.0 (1.8)	0.1 (4.7)	0.3 (0.3)
5/(B-A)	1010.6 (1263.4)	1370.5 (1598.7)	1.9 (14.1)	1.9 (14.6)	5.4 (6.5)

Konsol boyunun büyümesiyle, kesit tesirlerinde beklenildiği gibi belirli oranlarda büyüme görülmektedir. Döşemeli sistemin zayıf eksen tesirlerinde ve iç kiriş burulma momentlerinde fark oluşmazken, özellikle köşe konsol burulma moment değerleri artmaktadır.

Eşdeğer statik yükleme değerlerinin hesabı için; Binanın birinci doğal titreşim periyodu, serbest titreşim analizinden elde edilmiştir. Yapı süneklik düzeyiyle ilgili olan taşıyıcı sistem davranış katsayısı, deprem yönetmeliğinde verilen değer; 8 olarak alınmıştır. Etkin yer ivmesi katsayısı deprem yönetmeliğindeki birinci deprem bölgesi için verilen 0.40 olarak alınmıştır. [18] Bu değerler kullanılarak deprem yönetmeliğinde tavsiye edilen metod'a göre eşdeğer deprem yükü belirlenmiş, böylece elde edilen toplam eşdeğer yatay yük her kattaki ilgili kütlelere dağıtılarak, her iki doğrultuda (X , Y) yapıya etkililip, analiz sonuçları elde edilmiştir. Kritik kesit değerleri ilgili tablolarda'da verilmiştir.

Tablo 2.3 X doğrultusu eşdeğer statik analiz (G+Q+E) kritik kesit tesirleri.
(Parantez) içindeki değerler döşemesiz çerçeve sistem içindir.

kons. 1.25m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	196.4 (257.5)	402.0 (545.2)	0.0 (0.3)	0.1 (1.5)	0.3 (0.3)
C/(6-7)	822.2 (1042.5)	986.1 (1154.0)	0.4 (15.2)	0.4 (13.4)	6.2 (3.7)
B/(5-6)	111.9 (149.1)	251.4 (337.3)	0.1 (9.2)	0.3 (18.4)	2.5 (3.6)
B/(6-7)	712.2 (857.5)	859.4 (1001.6)	5.9 (47.0)	3.9 (44.7)	107.5 (130.8)
6/(C-B)	81.3 (97.8)	179.8 (222.8)	0.1 (6.7)	0.3 (16.5)	3.1 (4.7)
6/(B-A)	752.1 (914.6)	887.6 (1036.2)	3.7 (0.2)	3.1 (1.3)	89.9 (98.3)
5/(C-B)	141.5 (170.5)	290.2 (366.4)	0.1 (5.5)	0.2 (14.7)	1.9 (2.4)
5/(B-A)	723.8 (926.3)	838.8 (981.8)	0.5 (59.9)	0.9 (55.0)	46.0 (54.7)

Tablo 2.4 Y doğrultusu eşdeğer statik analiz (G+Q+E) kritik kesit tesirleri.
(Parantez) içindeki değerler döşemesiz çerçeve sistem içindir.

kons. 1.25m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	140.9 (170.2)	286.8 (363.9)	0.1 (5.3)	0.3 (14.6)	2.0 (2.5)
C/(6-7)	711.7 (911.6)	824.6 (965.0)	0.1 (67.1)	0.4 (61.3)	52.6 (64.3)
B/(5-6)	83.7 (101.3)	184.2 (230.4)	0.1 (7.0)	0.2 (17.0)	3.3 (4.9)
B/(6-7)	765.5 (930.5)	902.9 (1053.2)	3.4 (3.6)	2.8 (2.6)	89.6 (95.5)
6/(C-B)	114.7 (154.7)	259.9 (351.9)	0.1 (10.5)	0.4 (21.1)	2.3 (3.2)
6/(B-A)	729.8 (880.2)	882.0 (1301.7)	6.2 (48.1)	4.0 (46.0)	109.9 (134.6)
5/(C-B)	203.0 (267.2)	418.7 (567.9)	0.0 (1.0)	0.0 (3.0)	0.3 (0.3)
5/(B-A)	854.8 (1080.4)	1027.3 (1200.9)	0.8 (21.0)	0.9 (18.6)	3.9 (0.8)

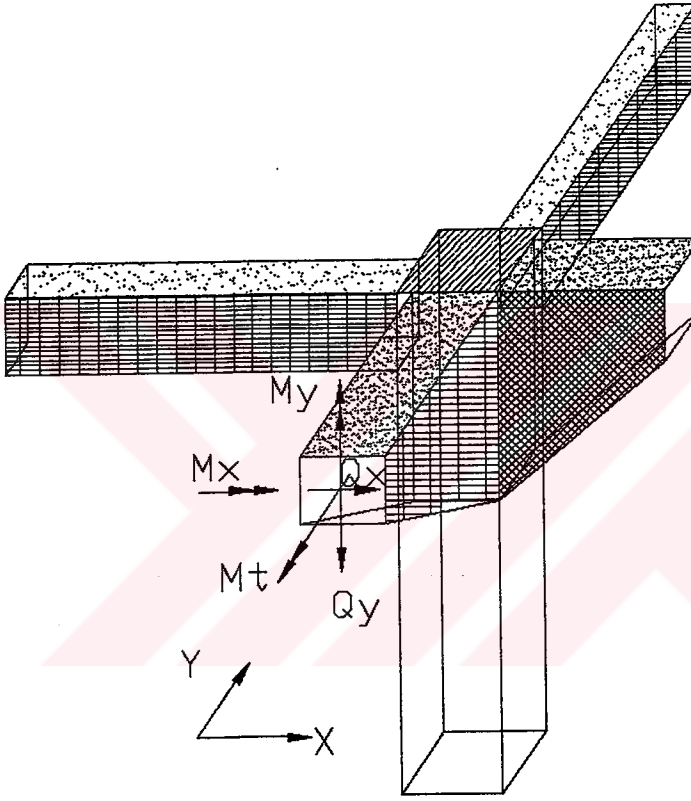
Tablo 2.5 X doğrultusu eşdeğer statik analiz (G+Q+E) kritik kesit tesirleri.
(Parantez) içindeki değerler döşemesiz çerçeve sistem içindir.

kons. 1.50m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	215.1 (284.1)	452.2 (615.2)	0.0 (1.3)	0.1 (3.6)	0.4 (0.5)
C/(6-7)	831.4 (1004.8)	1164.0 (1332.1)	0.6 (15.1)	0.6 (16.2)	7.9 (5.7)
B/(5-6)	126.3 (170.6)	295.7 (399.6)	0.2 (11.8)	0.3 (24.0)	2.4 (3.4)
B/(6-7)	773.2 (908.0)	1099.0 (1262.8)	5.4 (49.7)	4.2 (56.3)	126.4 (154.3)
6/(C-B)	95.1 (117.6)	223.5 (282.5)	0.2 (6.6)	0.3 (16.5)	3.0 (4.7)
6/(B-A)	819.2 (976.1)	1144.0 (1324.3)	3.5 (3.2)	3.2 (5.3)	107.8 (119.0)
5/(C-B)	157.4 (192.4)	335.6 (427.3)	0.1 (5.3)	0.3 (14.6)	2.1 (2.6)
5/(B-A)	744.7 (913.0)	1010.0 (1155.9)	0.5 (58.6)	0.8 (63.2)	46.4 (56.1)

Tablo 2.6 Y doğrultusu eşdeğer statik analiz (G+Q+E) kritik kesit tesirleri.
(Parantez) içindeki değerler döşemesiz çerçeve sistem içindir.

kons. 1.50m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	156.5 (191.6)	330.8 (423.2)	0.1 (5.2)	0.3 (14.9)	2.3 (2.8)
C/(6-7)	730.0 (895.8)	991.0 (1132.8)	0.0 (67.9)	0.2 (73.0)	54.1 (67.3)
B/(5-6)	98.2 (122.3)	229.2 (292.6)	0.2 (7.4)	0.3 (18.1)	3.3 (4.9)
B/(6-7)	834.1 (993.8)	1164.5 (1346.8)	3.2 (1.2)	2.9 (2.6)	107.9 (116.1)
6/(C-B)	129.7 (177.4)	306.3 (417.1)	0.2 (14.0)	0.3 (28.4)	2.0 (2.9)
6/(B-A)	793.8 (933.3)	1129.5 (1302.1)	5.7 (52.2)	4.5 (59.4)	129.4 (159.0)
5/(C-B)	223.4 (296.1)	473.2 (643.6)	0.0 (2.5)	0.1 (6.5)	0.4 (0.4)
5/(B-A)	868.1 (1053.1)	1217.4 (1391.9)	1.0 (23.3)	1.1 (24.9)	5.1 (2.1)

Kiriş betonarme hesapları kısmında da görüleceği gibi eşdeğer statik çözümler sonuçları deprem ile birlikte katsayısız düşey yüklerden oluşan kesit tesirlerinden daha küçük değerler almaktadır. Bu deprem ivme değerlerinin oldukça büyük değerlerde (0.49g) oluşmasının bir sonucu olarak vurgulanabilir. Konsol boyunun büyümesiyle kesit tesirleri belirli oranlarda artış göstermektedir.



şekil 2.4 Kısa konsollarda iç kuvvet notasyonu

Binanın dinamik yüklere göre yapılan analizlerinde, yapıdaki kütlelerin düğüm noktalarında toplandığı varsayılmıştır. Dinamik durum için öncelikle binanın serbest titreşim periyotları, on mod dikkate alınarak kolonların tabanda ankastre olması durumu ile zemin rijitliğinde bir parametre olarak dikkate alınması halleri için ayrı, ayrı analiz edilmiş ve sonuçlar tablo halinde düzenlenmiştir.

Tablo 2.7 Serbest titreşim mod periyot değerleri (T_d : döşemeli, T_ϕ : döşemesiz sistem' e ait periyot değerleridir). (An.: ankastre, $K_1=2*10^4 \text{ kN/m}^3$, $K_2=5*10^4 \text{ kN/m}^3$, $K_3=10*10^4 \text{ kN/m}^3$)

kon. boyu	K	mod	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.25m	An.	$T_d(s)$	0.721	0.682	0.215	0.209	0.129	0.120	0.106	0.093	0.085	0.064
1.25m	An.	$T_\phi(s)$	0.838	0.795	0.243	0.238	0.151	0.136	0.115	0.111	0.105	0.067
1.50m	An.	$T_d(s)$	0.764	0.768	0.224	0.218	0.136	0.124	0.119	0.106	0.092	0.068
1.50m	An.	$T_\phi(s)$	0.890	0.840	0.255	0.249	0.174	0.142	0.130	0.128	0.119	0.071
1.25m	K_1	$T_d(s)$	0.951	0.858	0.238	0.234	0.199	0.138	0.129	0.112	0.112	0.076
1.25m	K_2	$T_d(s)$	0.827	0.764	0.227	0.221	0.148	0.137	0.124	0.104	0.098	0.070
1.25m	K_3	$T_d(s)$	0.778	0.727	0.221	0.216	0.134	0.127	0.123	0.096	0.087	0.067

Bina serbest titreşiminde, ilk 7 mod çerçevelerden oluşan yapılarda ortaya çıkan eğilme ve burulma titreşimleri şeklinde olup, 8. 9. ve 10. modlarda düşey titreşimler şeklinde ortaya çıkmaktadır. Düşey titreşim periyot değerleri eğilme ve burulma titreşim periyot değerlerine nazaran oldukça küçüktür. Döşemeli sistemin rijitliğinin artması sebebiyle periyot değerleri döşemesiz sisteme göre küçülmektedir. Konsol boyları büyük değerleri için düğümlerdeki kütleler büyümekte ve sistemin periyot değerlerinde artış görülmektedir.

Zorlanmış dinamik durum için dış etki olarak; Erzincan 1992 ve Dinar 1995 depremleri spektrum eğrilerinin %5 sönüm değerine karşılık gelen değerleri uygulanmıştır. Bu uygulamada deprem kayıtlarının Kuzey-Güney bileşeni yapının x yönü doğrultusunda, Doğu-Batı bileşeni y yönü doğrultusunda ve düşey bileşen olmak üzere yapıya etkilmiş olup, çözümlemelerde dış etki olarak Eurocode'un önerdiği deprem bileşen kombinasyonları uygulanmıştır. [19] Bu kombinasyonlar aşağıda sıralandığı şekildedir.

$$E_x + 0.3E_y + 0.3E_z$$

$$0.3E_x + E_y + 0.3E_z$$

$$0.3E_x + 0.3E_y + E_z$$

$$E_x + 0.3E_y$$

$$0.3E_x + E_y$$

Burada E_x, E_y, E_z sırasıyla depremin x, y, z, doğrultusundaki bileşenleridir. Kritik kesit tesirleri ilgili Tablolar'da verilmiştir.

Tablo 2.8 Erzincan 1992 depremi ($E_x+0.3E_y+0.3E_z$) etkisinde kritik kesit etkileri (Parantez) içindeki değerler döşemesiz sistemin analiz değerleridir.

kons. 1.25 m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	63.3 (103.7)	133.9 (216.5)	0.1 (1.8)	0.1 (4.9)	0.7 (0.8)
C/(6-7)	136.7 (160.6)	197.4 (227.9)	0.7 (20.5)	0.4 (18.4)	22.9 (22.3)
B/(5-6)	42.8 (73.4)	108.2 (175.1)	0.01 (12.1)	0.04 (23.6)	0.6 (1.1)
B/(6-7)	104.0 (153.7)	135.5 (199.9)	0.8 (19.7)	1.1 (18.6)	19.0 (25.8)
6/(C-B)	21.1 (28.6)	55.4 (74.6)	0.04 (5.4)	0.1 (14.4)	0.3 (3.3)
6/(B-A)	146.5 (207.4)	171.6 (238.1)	2.1 (65.3)	1.8 (60.6)	0.9 (12.3)
5/(C-B)	27.8 (33.4)	61.1 (71.5)	0.1 (6.3)	0.2 (17.4)	1.8 (2.5)
5/(B-A)	80.0 (69.3)	108.1 (90.5)	1.4 (79.3)	1.0 (70.9)	59.4 (69.6)

Tablo 2.9 Erzincan 1992 depremi ($0.3E_x+E_y+0.3E_z$) etkisinde kritik kesit etkileri (Parantez) içindeki değerler döşemesiz sistemin analiz değerleridir.

kons. 1.25 m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	21.2 (33.0)	46.2 (70.0)	0.2 (6.0)	0.3 (16.6)	2.3 (2.4)
C/(6-7)	62.1 (64.0)	79.4 (84.1)	1.4 (75.5)	1.0 (67.6)	73.3 (72.0)
B/(5-6)	19.3 (29.1)	55.4 (74.6)	0.01 (5.7)	0.0 (14.8)	0.3 (0.4)
B/(6-7)	205.2 (214.2)	239.0 (244.5)	2.1 (59.4)	1.8 (55.0)	7.8 (12.5)
6/(C-B)	57.1 (74.1)	144.7 (177.6)	0.1 (11.6)	0.1 (22.7)	1.0 (1.3)
6/(B-A)	167.1 (170.2)	218.8 (221.9)	1.1 (20.8)	1.2 (19.5)	28.6 (28.0)
5/(C-B)	86.0 (106.6)	185.4 (225.6)	0.0 (1.7)	0.1 (4.7)	0.6 (0.8)
5/(B-A)	223.0 (196.5)	308.5 (267.5)	1.2 (20.7)	0.6 (18.5)	17.1 (21.6)

Tablo2.10 Erzincan 1992 depremi ($0.3E_x+0.3E_y+E_z$) etkisinde kritik kesit etkileri (Parantez) içindeki değerler döşemesiz sistemin analiz değerleridir.

kons. 1.25 m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	19.4 (31.5)	41.2 (66.2)	0.1 (1.8)	0.1 (5.0)	0.7 (0.7)
C/(6-7)	44.6 (55.7)	63.3 (75.6)	0.1 (22.0)	0.3 (19.7)	22.2 (21.8)
B/(5-6)	13.8 (23.5)	35.3 (57.1)	0.0 (3.4)	0.0 (6.4)	0.2 (0.3)
B/(6-7)	68.6 (77.1)	81.5 (93.0)	0.7 (18.6)	0.6 (16.9)	5.8 (7.5)
6/(C-B)	17.9 (23.2)	45.8 (56.1)	0.0 (3.2)	0.0 (6.3)	0.3 (3.7)
6/(B-A)	61.6 (80.4)	78.9 (96.1)	0.6 (20.0)	0.5 (18.5)	8.5 (7.7)
5/(C-B)	26.2 (32.4)	56.9 (68.8)	0.0 (1.8)	0.1 (5.1)	0.6 (0.8)
5/(B-A)	70.3 (60.8)	96.5 (82.6)	0.5 (22.9)	0.3 (20.5)	16.6 (21.1)

Tablo 2.11 Erzincan 1992 depremi ($E_x+0.3E_y$) etkisinde kritik kesit etkileri (Parantez) içindeki değerler döşemesiz sistemin analiz değerleridir.

kons. 1.25 m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	63.4 (103.8)	133.9 (216.7)	0.1 (1.8)	0.1 (4.9)	0.7 (0.8)
C/(6-7)	136.0 (159.4)	196.9 (227.4)	0.7 (20.5)	0.4 (18.4)	22.9 (22.3)
B/(5-6)	42.9 (73.4)	108.3 (175.3)	0.01 (12.1)	0.0 (23.6)	0.6 (1.1)
B/(6-7)	103.3 (154.0)	134.8 (199.7)	0.8 (19.7)	1.1 (18.7)	19.0 (25.9)
6/(C-B)	21.1 (28.7)	55.5 (74.7)	0.0 (5.4)	0.1 (14.4)	0.3 (0.3)
6/(B-A)	147.0 (207.1)	172.3 (237.5)	2.1 (65.3)	1.8 (60.6)	9.2 (12.2)
5/(C-B)	27.8 (33.4)	61.1 (71.5)	0.1 (6.3)	0.2 (17.4)	1.8 (2.5)
5/(B-A)	79.9 (70.1)	107.9 (91.2)	1.4 (79.3)	1.0 (70.9)	54.9 (69.6)

Tablo 2.12 Erzincan 1992 depremi ($0.3E_x+E_y$) etkisinde kritik kesit etkileri
(Parantez) içindeki değerler döşemesiz sistemin analiz değerleridir.

kons. 1.25 m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	21.3 (33.0)	46.4 (69.9)	0.2 (6.0)	0.3 (16.6)	2.3 (2.4)
C/(6-7)	62.4 (63.5)	79.0 (82.9)	1.4 (75.5)	1.0 (67.6)	73.3 (72.0)
B/(5-6)	19.3 (29.0)	55.1 (74.5)	0.01 (5.7)	0.0 (14.8)	0.3 (0.4)
B/(6-7)	205.2 (214.4)	239.1 (244.8)	2.1 (59.4)	1.8 (55.0)	7.8 (12.5)
6/(C-B)	57.1 (74.1)	144.7 (177.5)	0.1 (11.6)	0.1 (22.7)	1.0 (1.3)
6/(B-A)	16.7 (170.7)	218.7 (222.5)	1.1 (20.8)	1.2 (19.5)	28.6 (28.0)
5/(C-B)	86.0 (106.6)	185.4 (225.5)	0.0 (1.7)	0.1 (4.7)	0.6 (0.8)
5/(B-A)	222.9 (196.9)	308.3 (267.5)	1.2 (20.7)	0.6 (18.5)	17.1 (21.6)

Tablo 2.13 Erzincan 1992 depremi ($E_x+0.3E_y+0.3E_z$) etkisinde kritik kesit etkileri
(Parantez) içindeki değerler döşemesiz sistemin analiz değerleridir.

kons. 1.50 m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	72.0 (118.6)	152.8 (248.5)	0.1 (1.8)	0.1 (4.8)	0.7 (0.9)
C/(6-7)	140.5 (166.5)	233.5 (272.9)	0.4 (17.6)	0.3 (18.6)	22.6 (21.5)
B/(5-6)	48.1 (84.0)	122.8 (201.9)	0.02 (15.8)	0.02 (30.7)	0.8 (1.5)
B/(6-7)	118.9 (167.8)	179.5 (256.0)	0.9 (24.0)	1.2 (26.8)	24.0 (33.0)
6/(C-B)	21.4 (34.5)	61.0 (91.6)	0.04 (6.3)	0.1 (17.3)	0.4 (0.4)
6/(B-A)	164.3 (229.3)	228.5 (314.4)	1.7 (74.4)	1.7 (81.6)	11.0 (11.5)
5/(C-B)	26.4 (35.5)	62.8 (77.0)	0.1 (7.6)	0.2 (21.5)	2.1 (2.8)
5/(B-A)	76.0 (70.9)	116.3 (104.3)	1.2 (86.3)	1.0 (91.1)	56.7 (74.4)

Tablo 2.14 Erzincan 1992 depremi ($0.3E_x + E_y + 0.3E_z$) etkisinde kritik kesit etkileri (Parantez) içindeki değerler döşemesiz sistemin analiz değerleridir.

kons. 1.50 m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	24.7 (38.2)	54.6 (81.7)	0.2 (6.1)	0.4 (17.2)	2.4 (2.4)
C/(6-7)	67.9 (69.5)	102.7 (105.2)	1.1 (70.2)	0.8 (74.0)	71.2 (65.9)
B/(5-6)	22.0 (34.5)	61.3 (90.1)	0.0 (5.3)	0.0 (14.0)	0.4 (0.5)
B/(6-7)	211.6 (209.2)	291.6 (287.7)	1.6 (60.6)	1.6 (66.5)	8.6 (12.2)
6/(C-B)	59.8 (74.6)	152.7 (180.4)	0.09 (12.7)	0.1 (24.3)	1.2 (1.4)
6/(B-A)	164.3 (157.7)	251.3 (240.2)	1.1 (24.7)	1.3 (27.4)	33.5 (29.7)
5/(C-B)	92.0 (105.0)	199.4 (222.3)	0.03 (2.0)	0.1 (5.7)	0.7 (0.9)
5/(B-A)	217.1 (170.3)	345.9 (270.0)	0.7 (22.8)	0.5 (24.0)	17.8 (23.3)

Tablo 2.15 Erzincan 1992 depremi ($0.3E_x + 0.3E_y + E_z$) etkisinde kritik kesit etkileri (Parantez) içindeki değerler döşemesiz sistemin analiz değerleridir.

kons. 1.50 m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	22.1 (36.2)	47.0 (76.6)	0.1 (17.8)	0.1 (5.0)	0.7 (0.8)
C/(6-7)	48.6 (58.0)	76.6 (91.6)	0.4 (19.9)	0.3 (20.9)	21.4 (20.2)
B/(5-6)	15.6 (27.1)	40.7 (66.6)	0.0 (4.4)	0.0 (8.4)	0.3 (0.4)
B/(6-7)	69.1 (82.0)	96.2 (118.9)	0.5 (19.6)	0.5 (21.6)	7.5 (9.5)
6/(C-B)	18.3 (24.8)	47.0 (61.2)	0.03 (3.4)	0.04 (6.8)	0.4 (0.4)
6/(B-A)	66.0 (87.6)	95.7 (124.3)	0.5 (22.9)	0.5 (25.2)	10.2 (8.1)
5/(C-B)	27.9 (32.5)	60.8 (69.3)	0.03 (2.2)	0.06 (6.2)	0.6 (0.9)
5/(B-A)	68.1 (55.8)	107.7 (87.3)	0.4 (25.0)	0.3 (26.4)	17.2 (22.6)

Tablo2.16 Erzincan 1992 depremi ($E_x+0.3E_y$) etkisinde kritik kesit etkileri
(Parantez) içindeki değerler döşemesiz sistemin analiz değerleridir.

kons. 1.50 m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	72.1 (118.6)	153.0 (248.6)	0.1 (1.8)	0.1 (4.8)	0.7 (0.9)
C/(6-7)	140.1 (165.2)	233.3 (271.6)	0.4 (17.6)	0.3 (18.6)	21.6 (21.5)
B/(5-6)	48.1 (84.0)	122.9 (202.0)	0.02 (15.8)	0.02 (30.7)	0.8 (1.5)
B/(6-7)	117.9 (167.8)	178.2 (255.7)	0.9 (24.0)	1.2 (26.8)	24.0 (33.2)
6/(C-B)	22.0 (34.5)	60.8 (91.6)	0.04 (6.3)	0.1 (17.3)	0.4 (0.4)
6/(B-A)	165.1 (228.5)	229.6 (313.4)	1.7 (74.3)	1.7 (81.6)	10.9 (11.3)
5/(C-B)	28.5 (35.5)	62.6 (77.1)	0.1 (7.6)	0.2 (21.5)	2.1 (2.8)
5/(B-A)	75.4 (70.8)	115.9 (105.3)	1.2 (86.3)	1.0 (91.1)	56.7 (74.4)

Tablo 2.17 Erzincan 1992 depremi ($0.3E_x+E_y$) etkisinde kritik kesit etkileri
(Parantez) içindeki değerler döşemesiz sistemin analiz değerleridir.

kons. 1.50 m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	24.8 (38.2)	54.8 (81.4)	0.2 (6.1)	0.4 (17.2)	2.4 (2.4)
C/(6-7)	66.9 (69.3)	101.4 (104.2)	1.1 (70.2)	0.8 (74.0)	71.2 (65.9)
B/(5-6)	21.9 (34.5)	61.4 (90.0)	0.0 (5.3)	0.0 (14.0)	0.4 (0.5)
B/(6-7)	211.3 (209.1)	291.1 (287.8)	1.6 (60.6)	1.6 (66.5)	8.7 (12.2)
6/(C-B)	59.8 (74.6)	152.7 (180.3)	0.09 (12.7)	0.1 (24.3)	1.2 (1.4)
6/(B-A)	164.0 (158.2)	250.8 (240.8)	1.1 (24.7)	1.3 (27.4)	33.5 (29.6)
5/(C-B)	92.0 (104.9)	199.4 (222.1)	0.03 (2.0)	0.1 (5.7)	0.7 (0.9)
5/(B-A)	216.6 (169.7)	345.3 (269.2)	0.7 (22.8)	0.5 (24.0)	17.8 (23.3)

Tablo 2.18 Dinar 1995 depremi ($E_x+0.3E_y+0.3E_z$) etkisinde kritik kesit tesirleri (Parantez) içindeki değerler döşemesiz sistemin analiz değerleridir.

kons. 1.25 m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	102.7 (105.4)	218.4 (222.2)	0.1 (2.0)	0.2 (5.4)	0.7 (0.7)
C/(6-7)	240.8 (186.0)	337.2 (255.3)	0.7 (24.5)	0.3 (22.2)	17.0 (17.5)
B/(5-6)	65.5 (69.7)	167.4 (168.4)	0.0 (10.3)	0.09 (20.2)	1.0 (1.2)
B/(6-7)	154.2 (146.9)	208.2 (199.5)	1.4 (15.1)	1.7 (13.9)	27.1 (24.2)
6/(C-B)	22.2 (20.8)	61.4 (56.3)	0.1 (7.4)	0.1 (17.3)	0.3 (0.5)
6/(B-A)	219.0 (197.0)	254.2 (224.2)	2.9 (55.1)	2.6 (51.6)	6.2 (14.3)
5/(C-B)	26.4 (29.8)	58.6 (62.5)	0.2 (7.6)	0.4 (19.4)	3.0 (2.6)
5/(B-A)	83.1 (53.4)	108.9 (72.6)	1.6 (70.6)	1.2 (64.3)	72.7 (60.2)

Tablo 2.19 Dinar 1995 depremi ($0.3E_x+E_y+0.3E_z$) etkisinde kritik kesit tesirleri (Parantez) içindeki değerler döşemesiz sistemin analiz değerleridir.

kons. 1.25 m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	31.6 (32.2)	67.5 (68.0)	0.2 (6.9)	0.4 (18.1)	2.2 (2.5)
C/(6-7)	76.7 (58.6)	106.4 (79.6)	0.9 (69.0)	0.6 (62.7)	54.6 (59.4)
B/(5-6)	22.7 (22.6)	62.0 (57.7)	0.0 (8.1)	0.0 (19.3)	0.3 (0.6)
B/(6-7)	176.1 (178.7)	207.2 (201.1)	1.8 (52.6)	1.5 (49.1)	8.0 (15.5)
6/(C-B)	50.0 (66.9)	127.4 (160.1)	0.05 (10.9)	0.04 (21.9)	0.8 (1.3)
6/(B-A)	143.8 (135.7)	188.0 (184.4)	0.9 (16.8)	1.0 (15.8)	20.6 (24.5)
5/(C-B)	77.3 (102.7)	165.3 (216.3)	0.05 (2.3)	0.1 (5.8)	0.9 (0.8)
5/(B-A)	192.5 (183.9)	266.5 (251.6)	0.9 (25.6)	0.6 (23.0)	22.0 (18.2)

Tablo 2.20 Dinar 1995 depremi ($0.3E_x+0.3E_y+E_z$) etkisinde kritik kesit tesirleri (Parantez) içindeki değerler döşemesiz sistemin analiz değerleridir.

kons. 1.25 m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	31.1 (31.8)	66.2 (67.1)	0.05 (21.4)	0.1 (5.4)	0.7 (0.7)
C/(6-7)	73.7 (56.8)	102.9 (77.7)	0.3 (3.7)	0.2 (19.4)	16.5 (17.7)
B/(5-6)	20.0 (21.3)	51.3 (51.7)	0.0 (15.6)	0.0 (7.9)	0.3 (0.4)
B/(6-7)	68.7 (56.1)	84.9 (71.3)	0.6 (3.8)	0.6 (14.5)	8.1 (7.4)
6/(C-B)	16.2 (19.5)	42.1 (46.4)	0.0 (10.9)	0.04 (8.1)	0.3 (0.4)
6/(B-A)	71.0 (62.8)	87.4 (72.4)	0.9 (16.6)	0.7 (15.5)	6.1 (8.0)
5/(C-B)	23.8 (30.7)	51.2 (65.4)	0.05 (2.3)	0.1 (5.8)	0.9 (0.8)
5/(B-A)	62.3 (54.2)	85.1 (74.6)	0.5 (20.8)	0.4 (18.9)	21.9 (18.1)

Tablo 2.21 Dinar 1995 depremi ($E_x+0.3E_y$) etkisinde kritik kesit tesirleri (Parantez) içindeki değerler döşemesiz sistemin analiz değerleridir.

kons. 1.25 m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	102.7 (105.3)	218.3 (222.2)	0.1 (2.0)	0.2 (5.4)	0.7 (0.7)
C/(6-7)	240.6 (185.9)	337.0 (255.2)	0.7 (24.5)	0.3 (21.2)	17.0 (17.5)
B/(5-6)	65.5 (69.7)	167.4 (168.4)	0.0 (10.3)	0.09 (20.2)	1.0 (1.2)
B/(6-7)	154.0 (146.8)	208.1 (199.4)	1.4 (15.1)	1.7 (13.9)	27.0 (24.1)
6/(C-B)	22.2 (20.8)	61.4 (56.3)	0.05 (7.4)	0.1 (17.3)	0.3 (0.5)
6/(B-A)	218.9 (196.9)	254.0 (224.1)	2.9 (55.1)	2.6 (51.6)	6.2 (14.3)
5/(C-B)	26.4 (29.8)	58.6 (62.5)	0.2 (7.6)	0.4 (19.4)	3.0 (2.6)
5/(B-A)	83.2 (54.0)	108.9 (73.1)	1.6 (70.6)	1.2 (64.3)	72.7 (60.2)

Tablo 2.22 Dinar 1995 depremi ($0.3E_x+E_y$) etkisinde kritik kesit tesirleri
(Parantez) içindeki değerler döşemesiz sistemin analiz değerleridir.

kons. 1.25 m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	31.6 (32.1)	67.4 (68.0)	0.2 (6.9)	0.4 (18.1)	2.2 (2.5)
C/(6-7)	76.6 (58.5)	106.2 (79.5)	0.9 (69.0)	0.6 (62.7)	54.6 (59.4)
B/(5-6)	22.7 (22.6)	62.0 (57.7)	0.0 (8.1)	0.0 (19.3)	0.3 (0.6)
B/(6-7)	176.0 (178.8)	207.1 (201.2)	1.8 (52.6)	1.5 (49.1)	7.9 (15.5)
6/(C-B)	50.0 (53.2)	127.4 (160.1)	0.05 (8.2)	0.04 (16.9)	0.8 (1.3)
6/(B-A)	143.8 (136.1)	187.9 (184.8)	1.0 (16.8)	1.0 (15.8)	20.6 (24.5)
5/(C-B)	77.3 (102.7)	165.3 (216.2)	0.05 (2.3)	0.1 (5.8)	0.9 (0.8)
5/(B-A)	192.5 (184.1)	266.4 (251.5)	0.9 (25.5)	0.6 (23.0)	22.0 (18.2)

Tablo 2.23 Dinar 1995 depremi ($E_x+0.3E_y+0.3E_z$) etkisinde kritik kesit tesirleri
(Parantez) içindeki değerler döşemesiz sistemin analiz değerleridir.

kons. 1.50 m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	108.8 (120.1)	234.3 (255.6)	0.05 (2.1)	0.1 (6.3)	0.7 (0.7)
C/(6-7)	236.7 (193.1)	384.5 (308.4)	0.4 (27.3)	0.3 (29.0)	17.3 (21.3)
B/(5-6)	71.1 (83.8)	182.7 (203.0)	0.0 (15.2)	0.0 (29.5)	1.2 (1.6)
B/(6-7)	175.8 (168.2)	272.2 (262.1)	1.6 (19.1)	1.8 (21.7)	38.7 (36.5)
6/(C-B)	24.1 (29.4)	71.5 (79.6)	0.05 (8.0)	0.1 (19.4)	0.3 (0.6)
6/(B-A)	251.5 (237.9)	347.1 (323.6)	2.3 (67.7)	2.3 (74.2)	7.6 (14.4)
5/(C-B)	25.2 (33.3)	57.8 (70.1)	0.2 (7.2)	0.3 (20.3)	3.0 (2.7)
5/(B-A)	88.4 (60.9)	124.6 (87.9)	1.7 (82.2)	1.4 (86.8)	84.2 (74.4)

Tablo 2.24 Dinar 1995 depremi ($0.3E_x+E_y+0.3E_z$) etkisinde kritik kesit tesirleri
(Parantez) içindeki değerler döşemesiz sistemin analiz değerleridir.

kons. 1.50 m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	34.6 (37.5)	75.4 (80.5)	0.1 (6.7)	0.3 (19.0)	1.8 (2.6)
C/(6-7)	81.6 (64.9)	129.9 (101.4)	0.9 (79.5)	0.6 (84.0)	53.4 (73.9)
B/(5-6)	24.9 (30.2)	65.7 (78.4)	0.0 (8.8)	0.0 (21.7)	0.4 (0.6)
B/(6-7)	165.5 (211.8)	230.9 (283.5)	1.3 (61.6)	1.3 (67.3)	11.6 (15.4)
6/(C-B)	45.7 (79.4)	117.2 (190.4)	0.1 (15.7)	0.1 (31.6)	0.9 (1.7)
6/(B-A)	133.6 (145.4)	202.1 (229.8)	1.1 (21.5)	1.2 (23.7)	24.2 (37.2)
5/(C-B)	68.7 (117.5)	148.5 (249.8)	0.0 (2.1)	0.1 (6.2)	1.0 (0.9)
5/(B-A)	156.9 (193.7)	252.4 (308.2)	0.6 (27.6)	0.5 (29.4)	25.8 (22.9)

Tablo 2.25 Dinar 1995 depremi ($0.3E_x+0.3E_y+E_z$) etkisinde kritik kesit tesirleri
(Parantez) içindeki değerler döşemesiz sistemin analiz değerleridir.

kons. 1.50 m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	33.1 (36.4)	71.6 (77.6)	0.0 (2.0)	0.1 (5.8)	0.6 (0.7)
C/(6-7)	73.7 (59.7)	119.0 (94.8)	0.3 (24.6)	0.2 (26.0)	16.3 (22.0)
B/(5-6)	22.2 (26.1)	57.3 (63.7)	0.0 (4.7)	0.0 (10.2)	0.4 (0.5)
B/(6-7)	65.3 (69.1)	96.4 (101.6)	0.05 (17.8)	0.6 (19.4)	11.6 (10.5)
6/(C-B)	15.4 (22.7)	40.4 (53.9)	0.0 (5.2)	0.0 (11.0)	0.3 (0.5)
6/(B-A)	82.7 (78.7)	115.5 (108.6)	0.6 (20.6)	0.6 (22.6)	7.4 (11.6)
5/(C-B)	21.5 (34.7)	47.0 (73.5)	0.0 (2.1)	0.1 (6.0)	0.9 (0.8)
5/(B-A)	53.2 (55.4)	83.9 (89.0)	0.5 (24.0)	0.4 (25.3)	25.4 (22.4)

Tablo 2.26 Dinar 1995 depremi ($E_x+0.3E_y$) etkisinde kritik kesit tesirleri
(Parantez) içindeki değerler döşemesiz sistemin analiz değerleridir.

kons. 1.50 m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	108.8 (120.1)	234.3 (255.6)	0.05 (2.1)	0.1 (6.2)	0.7 (0.7)
C/(6-7)	236.6 (193.1)	384.5 (308.3)	0.4 (27.3)	0.3 (29.0)	17.3 (21.3)
B/(5-6)	71.1 (83.8)	182.7 (203.0)	0.0 (15.2)	0.0 (29.5)	1.2 (1.6)
B/(6-7)	175.7 (168.2)	272.1 (262.1)	1.6 (19.1)	1.8 (21.7)	38.7 (36.4)
6/(C-B)	24.1 (29.3)	71.5 (79.6)	0.05 (8.0)	0.1 (19.4)	0.3 (0.6)
6/(B-A)	251.4 (237.9)	347.0 (323.6)	2.3 (67.7)	2.3 (74.2)	7.6 (14.4)
5/(C-B)	25.3 (33.3)	57.8 (70.2)	0.2 (7.2)	0.3 (20.3)	3.0 (2.7)
5/(B-A)	88.3 (60.7)	122.7 (87.7)	1.7 (82.2)	1.4 (86.8)	84.2 (74.4)

Tablo 2.27 Dinar 1995 depremi ($0.3E_x+E_y$) etkisinde kritik kesit tesirleri
(Parantez) içindeki değerler döşemesiz sistemin analiz değerleridir.

kons. 1.50 m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	34.6 (37.5)	75.4 (80.4)	0.1 (6.7)	0.3 (19.0)	1.8 (2.6)
C/(6-7)	81.5 (64.8)	129.8 (101.3)	0.9 (79.5)	0.6 (84.0)	53.4 (73.9)
B/(5-6)	24.9 (30.2)	65.6 (78.4)	0.0 (8.8)	0.0 (21.7)	0.4 (0.6)
B/(6-7)	165.5 (212.0)	230.8 (283.9)	1.3 (61.6)	1.3 (67.3)	11.6 (15.4)
6/(C-B)	45.7 (79.5)	117.2 (190.4)	0.1 (15.7)	0.1 (31.6)	0.9 (1.7)
6/(B-A)	133.7 (145.6)	202.2 (230.2)	1.1 (21.5)	1.2 (23.7)	24.2 (37.2)
5/(C-B)	68.7 (117.5)	148.5 (249.9)	0.0 (2.1)	0.1 (6.2)	1.0 (0.9)
5/(B-A)	156.8 (194.0)	252.3 (308.5)	0.6 (27.6)	0.5 (29.4)	25.8 (22.9)

Çözümlemelerde dış etki olarak kullandığımız kombinasyonların, yatay bileşenler ve yatay+düşey bileşenlerin meydana getirdiği kesit tesirleri arasında büyük farklılıklar görülmemektedir. Depremin düşey bileşeninin etkin olduğu çözümleme sonuçları diğer kombinasyonların değerlerine nazaran küçük değerler almaktadır.

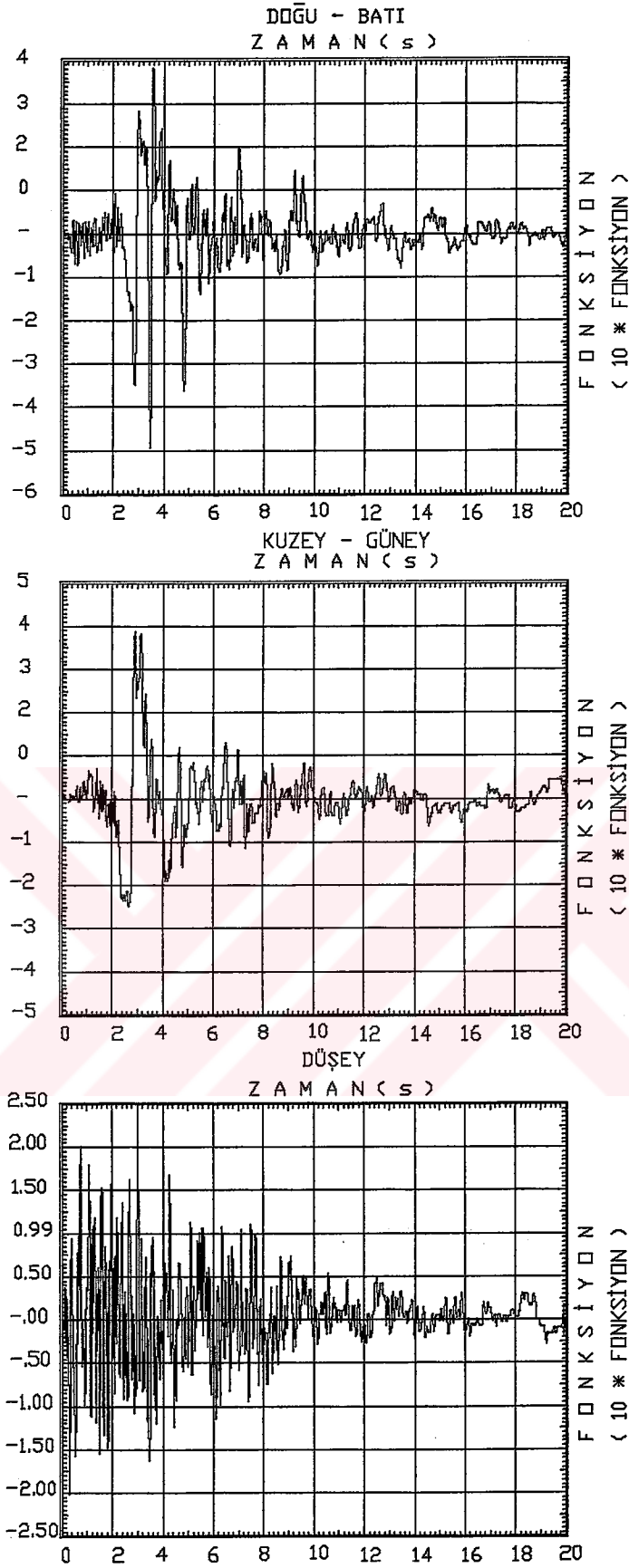
Döşemesiz sistem kuvvetli eksen tesirleri döşemeli sistem sonuçlarına göre önemli oranlarda artış göstermektedir. Zayıf eksen tesirlerinde de artışlar meydana gelmektedir. Depremlı durum için döşemenin sisteme katkıları dikkate değerdir. Ayrıca çözümlemelerde döşemeli sistem kullanılması daha gerçekçi sonuçların elde edilmesi açısından tercih edilmelidir.

Konsol boyunun büyümesiyle kuvvetli eksen tesirlerinde belirli bir artış görülürken, burulma moment tesirleri önemli sayılacak değişim göstermezler. Böylece konsol boyunun büyük değerinin pratikte uygulamasını engelleyecek sonuçlar görülmemektedir.

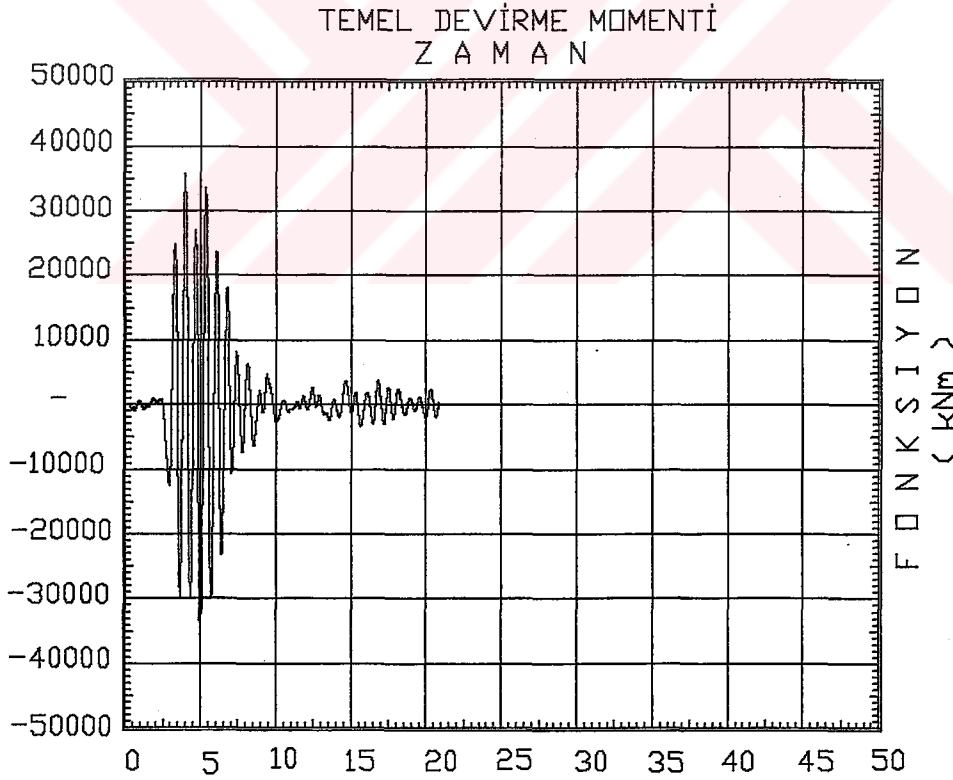
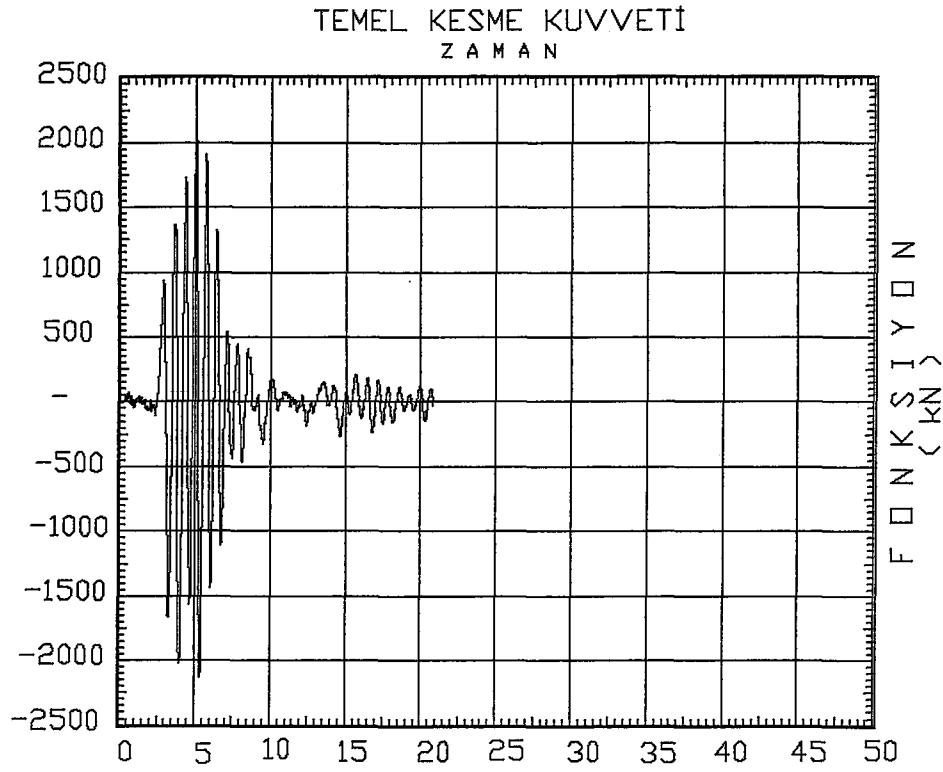
Deprem etkin bileşeninin doğrultusuna dik doğrultudaki elemanlarda, Dinar 1995 deprem sonuçları Erzincan 1992 sonuçlarına göre büyük değerler almalarına rağmen etkin bileşen doğrultusundaki eleman tesirlerinde maksimum etkiler Erzincan depremi etkisinde ortaya çıkar. Erzincan depremi ivme değerleri, Dinar depremi ivme değerlerine nazaran büyük olmasına karşın, depremlerin yatay ivme değerleri arasındaki oran Dinar depreminde daha azdır. Burulma moment değerlerinde her iki deprem sonuçları arasında önemli farklar oluşmaz.

Düşey yükler altında statik çözümleme sonuçları, deprem etkisinde yapılan çözümleme sonuçlarına göre oldukça büyük değerler almaktadır. Buna karşın döşemesiz sistemde, depremlı durumda eleman zayıf eksen etkileri, düşey çözümlemeden büyük değerler almaktadır. Fakat bu değerler düşük mertebelerde ortaya çıkmaktadır.

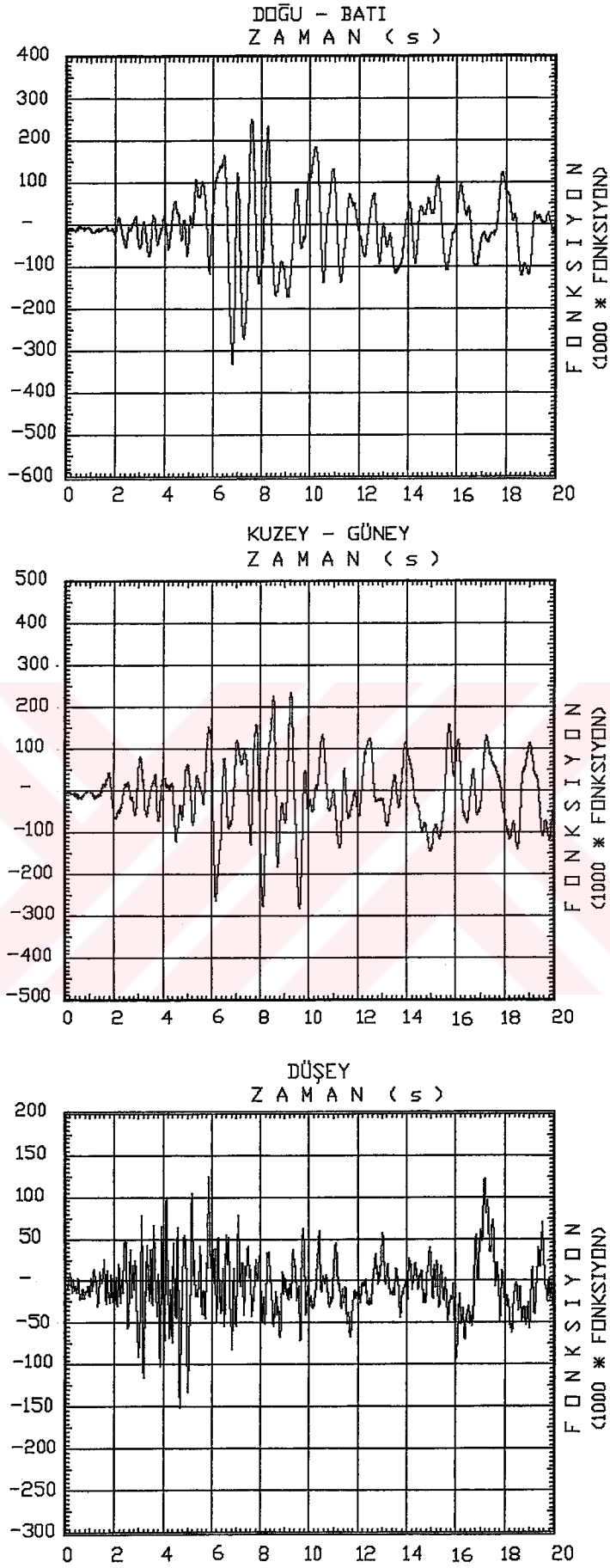
Tablolardan görüleceği gibi iç kirişlerin konsollarla birleştikleri mesnette kesit tesirleri önemli değerler almaktadır. Bu nedenle ilgili elemanlar yeterince rijit tertiplenmelidir. Bunun sağlanamadığı durumlarda guse gibi ek önlemlerin teşkili yerinde olacaktır.



Şekil 2.5 Erzincan 1992 depremi K-G, D-B ve Düşey bileşenleri ivme kayıtları
(Zirve değerleri : D-B yönünde 0.49g, K-G yönünde 0.39g, Düşeyde 0.25g)

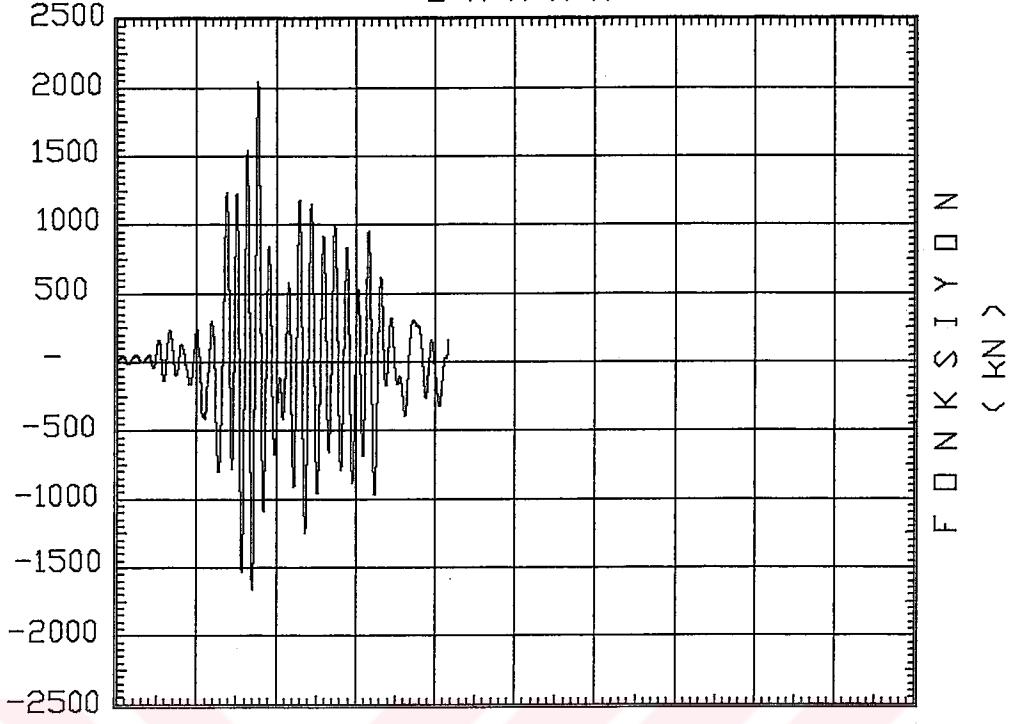


Şekil 2.6 Erzincan 1992 depremi ($0.3E_x + E_y + 0.3E_z$) etkisi altında yapıda oluşan temel kesme kuvveti ve devirme moment değişimleri

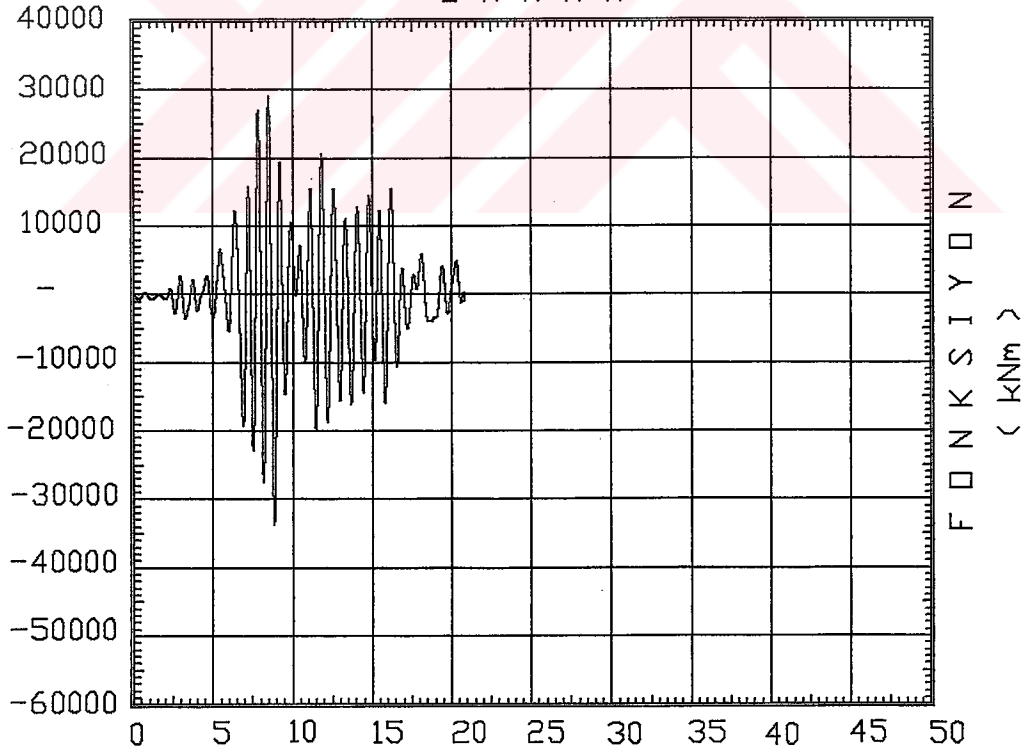


Şekil 2.7 Dinar 1995 depremi K-G, D-B ve Düşey bileşenleri ivme kayıtları
(Zirve değerleri : D-B yönünde 0.33g, K-G yönünde 0.28g, Düşeyde 0.15g)

TEMEL KESME KUVVETİ Z A M A N



TEMEL DEVİRME MOMENTİ Z A M A N



Şekil 2.8 Dinar 1995 depremi ($0.3E_x + E_y + 0.3E_z$) etkisi altında yapıda oluşan temel kesme kuvveti ve devirme moment değişimleri

BÖLÜM 3

ZEMİN - YAPI ETKİLEŞİMİ

İncelenen binanın, kolonlarının tabanda ankastre olmaları kabulünün yanısıra, zeminin elastik olarak kabul edilmesiyle zemin rijitlik değerleride bir parametre olarak analizlere dahil edilmiştir. Bu halde basitlik olması amacıyla tüm kolonların altındaki temellerin aynı boyutta ve kare plana haiz oldukları kabul edilmiştir. Zemine aktarılan yüklere göre yaklaşık temel boyutu 3.00/3.00m alınarak hareket edilmiştir. Temellerin elastik zemine oturduğu yaklaşımı ile zeminin değişik yatak katsayısı değerlerine göre öncelikle düşey yükler altında sayısal çözümleme yapılmıştır.

Tablo 3.1 Düşey yükler için statik analiz (1.4G+1.6Q) $K=2 \cdot 10^4$ ve ($K=5 \cdot 10^4$) kN/m^3 için kritik kesit tesirleri.

kons. 1.25m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	295.0 (262.8)	613.8 (542.6)	0.0 (0.0)	0.1 (0.0)	1.7 (1.1)
C/(6-7)	1218.0 (1142.2)	1429.6 (1334.7)	1.2 (1.1)	1.1 (1.1)	4.3 (4.6)
B/(5-6)	82.9 (88.2)	179.2 (188.1)	0.1 (0.1)	0.2 (0.2)	5.1 (5.0)
B/(6-7)	838.3 (847.4)	987.4 (999.2)	6.3 (6.5)	4.4 (4.5)	137.3 (135.4)
6/(C-B)	82.7 (88.0)	178.0 (187.7)	0.1 (0.1)	0.2 (0.2)	4.9 (4.7)
6/(B-A)	842.1 (849.9)	991.8 (1002.3)	7.0 (7.2)	4.9 (5.1)	137.2 (135.6)
5/(C-B)	293.9 (262.8)	615.2 (546.3)	0.1 (0.0)	0.1 (0.1)	1.4 (0.9)
5/(B-A)	1232.2 (1157.8)	1443.4 (1351.1)	2.1 (2.1)	1.9 (1.9)	6.6 (4.8)

Tablolardan görüleceği üzere düşey yükler için statik sonuçlarda, yapının kenar aksları üzerindeki eleman kesit tesirleri ankastre durum sonuçlarına göre azalmalar göstermektedir. Buna karşın, iç akslarda yer alan eleman kesit değerleri artış göstermektedir. Burulma moment değerlerinde bir artış görülse de önemli sayılmayacak orandadır.

Eşdeğer statik analiz sonuçlar, tablolardan anlaşılacağı üzere düşey statik çözümlerde görülen değişimi göstermektedir. Burulma moment değerleri köşe kısa konsol elemanlarında her iki yön çözümünde de artış göstermekle birlikte, bunlar küçük nispetlerdedir.

Tablo 3.2 X doğrultusu eşdeğer statik analiz ($G+Q+E$) $K=2*10^4$ ve ($K=5*10^4$) kN/m^3 için kritik kesit tesirleri.

kons. 1.25m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	285.7 (256.4)	598.6 (534.7)	0.0 (0.0)	0.1 (0.1)	1.2 (0.8)
C/(6-7)	1002.7 (947.7)	1207.6 (1139.5)	0.7 (0.6)	0.6 (0.5)	5.1 (5.0)
B/(5-6)	100.1 (101.8)	236.3 (236.0)	0.1 (0.1)	0.2 (0.2)	3.0 (2.9)
B/(6-7)	649.4 (666.9)	775.5 (799.4)	5.2 (5.4)	3.4 (3.5)	114.7 (112.5)
6/(C-B)	66.5 (69.9)	153.7 (159.2)	0.1 (0.1)	0.2 (0.2)	3.4 (3.3)
6/(B-A)	722.2 (723.1)	846.9 (849.1)	0.3 (3.4)	2.9 (3.0)	103.5 (98.1)
5/(C-B)	224.2 (198.0)	475.4 (416.9)	0.1 (0.1)	0.3 (0.3)	1.0 (1.2)
5/(B-A)	939.6 (872.2)	1102.6 (1019.7)	0.3 (0.3)	0.7 (0.7)	44.8 (44.2)

Tablo 3.3 Y doğrultusu eşdeğer statik analiz ($G+Q+E$) $K=2*10^4$ ve ($K=5*10^4$) kN/m^3 için kritik kesit tesirleri.

kons. 1.25m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	223.0 (196.9)	469.7 (411.8)	0.2 (0.2)	0.4 (0.4)	1.0 (1.3)
C/(6-7)	920.5 (855.3)	1081.1 (1000.5)	0.3 (0.3)	0.5 (0.5)	50.2 (50.1)
B/(5-6)	67.4 (71.1)	157.8 (162.9)	0.1 (0.1)	0.2 (0.2)	3.7 (3.6)
B/(6-7)	736.6 (737.4)	863.2 (865.3)	3.0 (3.1)	2.6 (2.6)	103.0 (97.7)
6/(C-B)	104.9 (106.2)	247.6 (247.0)	0.1 (0.1)	0.2 (0.3)	2.7 (2.6)
6/(B-A)	674.4 (688.9)	807.7 (827.8)	5.6 (5.7)	3.6 (3.6)	117.5 (115.2)
5/(C-B)	293.3 (264.3)	617.7 (554.3)	0.0 (0.0)	0.1 (0.1)	0.9 (0.6)
5/(B-A)	1043.3 (986.6)	1256.7 (1187.3)	1.1 (1.0)	0.9 (0.9)	6.9 (5.2)

Elastik zemin kabulüyle, zemin yatak katsayısının değişen değerleri için yapılan çözümlerde beklenildiği gibi yapının serbest titreşim değerleri artmış olup bu değerler bir tablo halinde verilmiştir. Bu bölümde yapılan analizlerin tümü konsol boyu 1.25 m olan yapı sistemleri ile yapılmıştır. Tablo değerleri bu sistem içindir.

Tablo 3.4 Serbest titreşim mod periyot değerleri (T_d : döşemeli, T_ϕ : döşemesiz sistem'e ait periyot değerleridir). (An : ankastre, $K_1=2*10^4 kN/m^3$, $K_2=5*10^4 kN/m^3$, $K_3=10*10^4 kN/m^3$)

kon. boyu	K	mod	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.25m	An.	$T_d(s)$	0.721	0.682	0.215	0.209	0.129	0.120	0.106	0.093	0.085	0.064
1.25m	An.	$T_\phi(s)$	0.838	0.795	0.243	0.238	0.151	0.136	0.115	0.111	0.105	0.067
1.25m	K_1	$T_d(s)$	0.951	0.858	0.238	0.234	0.199	0.138	0.129	0.112	0.112	0.076
1.25m	K_2	$T_d(s)$	0.827	0.764	0.227	0.221	0.148	0.137	0.124	0.104	0.098	0.070
1.25m	K_3	$T_d(s)$	0.778	0.727	0.221	0.216	0.134	0.127	0.123	0.096	0.087	0.067

Tablo 3.5 Anakstre temel ve elastik zemin kabulüne göre, Erzincan 1992 depremi ile eşdeğer statik dış etkilere göre oluşan temel kesme kuvvetleri (kN) (V_x ; x eksenini doğrultusunda, V_y ; y eksenini doğrultusunda, V_z ; düşey doğrultuda oluşan kesme kuvvetleri)

Dış etki	K	V_x	V_y	V_z
$E_x+0.3E_y+0.3E_z$	ankastre	1875	616.1	37.74
$0.3E_x+E_y+0.3E_z$		562.5	2054	37.74
$0.3E_x+0.3E_y+E_z$		562.5	616.1	125.8
$0.3E_x+E_y$		562.5	2054	-
$E_x+0.3E_y$		1875	616.1	-
$E_x+0.3E_y+0.3E_z$	$2*10^4$ (kN/m ³)	2117	421.1	43.15
$0.3E_x+E_y+0.3E_z$		635.2	1404	43.15
$0.3E_x+0.3E_y+E_z$		635.2	421.1	143.8
$0.3E_x+E_y$		635.2	1404	-
$E_x+0.3E_y$		2117	421.1	-
$E_x+0.3E_y+0.3E_z$	$5*10^4$ (kN/m ³)	2031	528.6	53.16
$0.3E_x+E_y+0.3E_z$		609.3	1762	52.62
$0.3E_x+0.3E_y+E_z$		609.3	528.6	177.2
$0.3E_x+E_y$		609.3	1762	-
$E_x+0.3E_y$		2031	528.6	-
Eşdeğer statik kuv.		1640	1640	-

Sonuçlardan da anlaşıldığı gibi zemin yumuşaklığı arttığı hallerde yapı serbest titreşim periyodlarında artış göstermektedir. Fakat zemin yatak katsayısının yüksek değerleri için elde edilen sonuçlar ankastre durum sonuçlarına yaklaşmaktadır. Taban kesme kuvvetleri yapı kısa doğrultusunda ankastre sonuçlara göre azalırken, uzun doğrultuda artış gösterirler. Ankastre halde yapı düşey titreşimleri 8. 9. ve 10. modlarda gözlenirken, zemin yatak katsayısının $K=2*10^4$ kN/m³ değeri için 5. 8. ve 10. modlarda görülmektedir.

Yapı ankastre durumunda yapılan deprem etkisindeki analizler, burada Erzincan 1992 depreminin bazı bileşenlerine göre zemin rijitlik katsayısının $K=2*10^4$ ve $K=5*10^4$ kN/m³ değerleri için tekrarlanmıştır. Çözümleme sonuçları ilgili tablolarda düzenlenmiştir.

Tablo 3.6 Erzincan 1992 depremi ($E_x+0.3E_y+0.3E_z$) etkisinde $K=2*10^4$ ve ($K=5*10^4$) kN/m^3 için kritik kesit tesirleri.

kons. 1.25 m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	97.4 (84.3)	206.3 (177.9)	0.1 (0.1)	0.2 (0.2)	0.6 (0.7)
C/(6-7)	188.3 (163.1)	254.7 (224.7)	0.4 (0.4)	0.2 (0.2)	13.4 (15.5)
B/(5-6)	53.2 (48.0)	138.0 (123.4)	0.02 (0.01)	0.1 (0.1)	0.6 (0.6)
B/(6-7)	106.5 (105.7)	134.6 (135.3)	1.0 (0.8)	1.2 (1.1)	22.6 (19.5)
6/(C-B)	20.0 (19.2)	57.6 (54.1)	0.06 (0.06)	0.1 (0.1)	0.3 (0.3)
6/(B-A)	164.6 (150.4)	191.2 (175.3)	2.0 (2.0)	1.8 (1.7)	13.7 (12.3)
5/(C-B)	39.7 (33.8)	89.3 (75.2)	0.1 (0.1)	0.3 (0.3)	2.4 (2.1)
5/(B-A)	120.2 (99.9)	150.2 (127.0)	1.4 (1.3)	1.1 (1.0)	47.7 (45.9)

Tablo 3.7 Erzincan 1992 depremi ($0.3E_x+E_y+0.3E_z$) etkisinde $K=2*10^4$ ve ($K=5*10^4$) kN/m^3 için kritik kesit tesirleri.

kons. 1.25 m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	36.0 (31.3)	79.6 (68.9)	0.1 (0.2)	0.3 (0.4)	1.9 (2.2)
C/(6-7)	97.8 (87.1)	123.7 (111.1)	1.0 (1.1)	0.6 (0.7)	40.3 (50.4)
B/(5-6)	19.6 (18.7)	55.4 (52.5)	0.01 (0.02)	0.04 (0.04)	0.4 (0.4)
B/(6-7)	140.9 (158.4)	164.4 (183.5)	1.5 (1.5)	1.1 (1.3)	10.8 (9.6)
6/(C-B)	42.0 (48.6)	110.6 (125.3)	0.03 (0.04)	0.05 (0.05)	0.7 (0.8)
6/(B-A)	107.9 (122.3)	137.7 (153.4)	0.7 (0.8)	0.7 (0.9)	20.4 (21.4)
5/(C-B)	79.3 (87.4)	171.1 (186.5)	0.05 (0.05)	0.1 (0.1)	0.7 (0.7)
5/(B-A)	184.5 (191.9)	245.0 (262.9)	0.7 (0.7)	0.4 (0.4)	15.0 (14.3)

Tablo 3.8 Erzincan 1992 depremi ($0.3E_x+E_y$) etkisinde $K=2*10^4$ ve ($K=5*10^4$) kN/m^3 için kritik kesit tesirleri.

kons. 1.25 m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	36.0 (31.3)	79.6 (68.7)	0.1 (0.2)	0.3 (0.4)	1.9 (2.2)
C/(6-7)	97.2 (85.7)	123.0 (109.5)	1.0 (1.1)	0.6 (0.7)	40.3 (50.4)
B/(5-6)	19.6 (18.7)	55.4 (52.3)	0.02 (0.02)	0.04 (0.04)	0.4 (0.4)
B/(6-7)	140.9 (158.7)	164.3 (183.9)	1.2 (1.5)	1.1 (1.3)	10.8 (9.5)
6/(C-B)	42.0 (48.6)	110.5 (125.3)	0.04 (0.04)	0.05 (0.05)	0.7 (0.8)
6/(B-A)	108.1 (122.1)	138.0 (153.4)	0.7 (0.8)	0.7 (0.9)	20.4 (21.5)
5/(C-B)	79.4 (87.5)	171.2 (186.6)	0.05 (0.05)	0.1 (0.1)	0.7 (0.6)
5/(B-A)	184.8 (192.4)	245.4 (263.4)	0.7 (0.7)	0.4 (0.4)	15.0 (14.3)

Tablo 3.9 Erzincan 1992 depremi ($0.3E_x+0.3E_y+E_z$) etkisinde $K=2*10^4 \text{ kN/m}^3$ için kritik kesit tesirleri.

kons. 1.25 m	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(5-6)	30.3	64.3	0.05	0.1	0.6
C/(6-7)	64.8	85.2	0.3	0.2	12.4
B/(5-6)	16.5	43.4	0.0	0.03	0.2
B/(6-7)	55.1	66.6	0.5	0.5	7.3
6/(C-B)	14.2	38.2	0.02	0.04	0.2
6/(B-A)	55.0	66.6	0.6	0.5	7.6
5/(C-B)	27.0	58.7	0.04	0.1	0.7
5/(B-A)	65.3	85.5	0.5	0.3	14.5

Yapılan çözümlemede hakim deprem bileşeni ($0.3E_x + E_y + 0.3E_z$) yapının kısa doğrultusunda (Y eksen doğrultusunda) etkilendiğinde aynı doğrultudaki iç aks elemanlarının kuvvetli eksen tesirlerinde bir artış (ankastre duruma göre) görülür. Diğer doğrultu üzerindeki elemanlar ile köşe konsol elemanlarının kuvvetli eksen etkilerinde azalma görülür. Hakim deprem bileşenine dik doğrultudaki köşe konsol burulma momenti artarken, diğer konsol burulma etkileri azalma gösterirler. Konsollara bitişik kirişlerde burulma moment değerleri her iki hal için hemen aynıdır.

Dış etki olarak yapının uzun doğrultusunda etkiyen deprem bileşeni ($E_x + 0.3E_y + 0.3E_z$) etkin olduğunda eleman kuvvetli eksen tesirleri artarken, diğer doğrultudaki köşe konsol etkileri önemsiz oranda azalır. Burulma momentleri, köşe konsollar ve deprem hakim etkisine dik doğrultudaki konsolda küçük oranda artış gösterir.

Düşey deprem bileşeni etkin olduğunda, ankastre duruma göre, yapı uzun doğrultusundaki elemanların (köşe konsol dışındaki) tesirleri artarken, diğer eleman tesirleri azalır. Burulma moment değerleri önemli değişim göstermezler.

BÖLÜM 4

ÇÖZÜMLEME YÖNTEMLERİ YAKLAŞIMI

4.1 Statik Yöntem Yaklaşımı

Sistemlerde dış etkiler altında meydana gelen iç kuvvetlerin, deformasyonların ve deplasmanların tayini, hesaplamadaki amaçtır. Hiperstatik sistemlerde dış etkilerden meydana gelen iç kuvvetlerin;

- a) Denge şartlarını,
 - b) Geometrik uygunluk şartlarını,
 - c) Malzemeye ait deformasyon - gerilme bağıntılarını,
- sağlamaları gerekmektedir.

Matris kuvvet yönteminin esası, önce yalnız denge şartlarını sağlayan bütün iç kuvvet durumlarının belirlenmesi, daha sonra bunların arasında deformasyon-gerilme bağıntıları ile geometrik uygunluk şartlarını sağlayan durum tayin edilerek, sistemde dış etkilerden meydana gelen iç kuvvetlerin elde edilmesidir. Sistemin iç kuvvetleri bu şekilde bulunduktan sonra, deplasmanlar da bilinen metodlardan biri ile tayin edilebilir.

Statik hal için;

$$[P] = [P_x] [X] + [P_q] \quad (4.1)$$

denkliği yazılabilir.

$[P]$: Her elemana ait bağımsız uç kuvvetlerinin alt alta gelmesiyle oluşan kolon matris

$[P_x]$: $[P_x] = [[P_{x1}], [P_{x2}], [P_{x3}], \dots, [P_{xm}]]$ Matrisindeki n tane alt matrisin herbiri, sırası ile n tane bir birinden doğrusal olarak bağımsız homojen çözüme ait bağımsız uç kuvvetlerinden oluşan kolon matris

$[X]$: n tane hiperstatik bilinmeyen katsayılarından oluşan kolon matris

$[P_q]$: Herhangi bir özel çözüme ait bağımsız uç kuvvetlerinden oluşan kolon matris

Burada öncelikle, denge şartlarını sağlayan $[P]$ genel çözüm matrisi için, $[P_x]$ homojen ve $[P_q]$ özel çözüm matrislerinin tayin edilmesi gerekir. Bu iki matris tayin edildikten sonra $[P]$ uç kuvvetleri matrisi elde edilebilir.

Herhangi bir çubukta $[V]$ relatif uç deplasman matrisi $[P]$ uç kuvvetleri matrisine bağlı olarak ;

$$[V]_k = [f]_k [P]_k + [V_0]_k \quad (4.2)$$

bağıntısı ile tayin edilebilir. Aynı zamanda, sistemi meydana getiren r tane çubuk için genel halde yazılırsa;

$$[V] = [f] [P] + [V_0] \quad (4.3)$$

elde edilir. [20] Burada;

$[f]$: Bütün çubuklara ait birim kuvvet (fleksibilite) matrisi

$[V_0]$: Elemanların üzerinde bulunan yüklerden oluşan yükleme matrisi

4.2 Dinamik Yöntem Yaklaşımı

Çok serbestlikli sistemlerde, dinamik davranış;

$$m\ddot{v} + c\dot{v} + kv = F(t) \quad (4.4)$$

denklemleriyle tanımlanır. Burada;

$m = [m_{ij}]$: Kütlesel matrisi

$c = [c_{ij}]$: Sönüm matrisi

$k = [k_{ij}]$: Rijitlik matrisi

$v = [v_i]$: Yerdeğiştirme vektörü matrisi (v_1 ile v_n sırasıyla, yerdeğiştirme vektörünün zamana göre ikinci ile birinci türevlerinden meydana gelen matrislerdir.)

$F(t) = [F_{ij}]$: Dış etkiler matrisini temsil etmektedirler.

Genel çözümün elde edilmesinde, dış yüksüz ve sönümsüz sistem yaklaşımıyla hareket edilir. Bu denklik;

$$m\ddot{v} + kv = 0 \quad (4.5)$$

olarak ifade edilir. Çözümün basit harmonik hareket olduğu kabulüyle;

$v(t) = \bar{v} \sin(\omega t + \theta)$ yazılarak temel denklemde uygun haliyle işlenirse

$$(k - \omega^2 m) \bar{v} = 0 \quad (4.6)$$

eşitliği elde edilir. Bu denklemin çözümüyle sistemin serbestlik derecesi sayısı kadar, $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots, \omega_n$ serbest titreşim frekansı elde edilir. ve $\omega = \omega_i$ için her serbest titreşim frekansına karşılık,

$$(k - \omega_i^2 m) \phi_i = 0 \quad (\bar{v} = \phi_i) \quad (4.7)$$

Bağıntısından ϕ_i vektörü elde edilir.

ϕ_i vektörüne; ilgili titreşim frekansına karşı gelen serbest titreşim mod şekli denir. Her sistemin serbestlik derecesi kadar mod şekli vardır.

Modların ilgili matriste kolonlara yerleştirilmesi sonunda $\phi = [\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_n]$ bulunan kare matrise modal matris denir.

Temel denklemin çözümü için modların süper pozisyonu yöntemi veya herhangi bir sayısal integresyon yöntemi kullanılabilir. Doğrusal hesapta modların süperpozisyonu yöntemi geçerlidir. [1]



BÖLÜM 5

YÖNETMELİKLERDE YAPISAL DÜZENSİZLİK

5.1 Deprem Yönetmeliğinde Düzensiz Yapılar

Ülkemizde, afet bölgesi olarak belirlenmiş mahallerde yeniden yapılacak binalar veya mevcudun üzerinde birtakım işlemler yapılması hallerinde resmi ve özel tüm binaların bağlı olacağı teknik koşullar; 1996 yılında yeniden düzenlenerek yayınlanan Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik’ teki ilkelere uyularak yerine getirilir. Bu kayıt, ilgili kanun maddesiyle sabittir.

Bu yeni yönetmelikte binalar, öncelikle düzenli ve düzensiz binalar şeklinde ikiye, düzensiz binalarda, kendi içinde;

A) Planda Düzensizlik Durumları

B) Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları

olmak üzere iki ana grupta toplanmıştır.

İncelememize konu olan bina, düşey düzensizliğin üçüncü grubu olan, Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği alt bölümüne dahildir. Bu grubun yönetmelikte tarifi şöyledir ;

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kırıslara oturtulması veya üst kattaki perdelerin alt katta kolonlara oturtulması durumu.

Yönetmelik bu tür düzensizliği bulunan binalara ilişkin koşulları şöyle sıralamıştır.

a) Kolonların binanın herhangi bir katında konsolkirişlerin üstüne oturması durumunda, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde temel üst kotundan itibaren ölçülen toplam bina yüksekliği 25.00 metreyi aşmayacaktır.

b) Kolonun oturduğu kirişte ve bu kirişin bağlandığı düğüm noktasına birleşen diğer taşıyıcı sistem elemanlarının bütün kesitlerinde, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri %50 arttırılacaktır.

c) Perdelerin binanın herhangi bir katında kirişlerin üstüne oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.

d) Üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumunda, kolonlarda düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri %50 arttırılacaktır. [18]

5.2 Eurocode'da Yapısal Düzenlilik İrdelemesi

5.2.1 Depreme Dayanıklı Yapıların Karakteristikleri

5.2.1.1 Kavramsal Tasarımın Temel Kuralları

1) Sismik tehlike bakımından durum, yapı kavramsal tasarımının ilk değerlendirme aşaması dahilinde ele alınmalıdır.

2) Sismik tehlikeye karşı, bu kavramsal tasarımın gerektirdiği yönlendirici kaideler şöyle sıralanabilir.

a) Yapısal basitlik,

b) Üniformluk ve simetri özelliği,

- c) Gerekenin üzerinde boyutlama,
- d) Doğrultudan bağımsız mukavemet ve rijitlik,
- e) Burulma mukavemeti ve rijitliği,
- f) Kat seviyelerinde diyafram davranışı göstermesi,
- g) Uygun temel uygulaması,

5.2.2 Yapısal Düzenlilik

5.2.2.1 Genel Hal

- 1) Depreme karşı tasarım amacına göre yapı taşıyıcı sistemi, düzenli ve düzensiz olarak ayrılır.
- 2) Bu ayırım (sınıflama), aşağıda sıralanan deprem tasarım hallerine haizdir.
 - a) Yapısal model, ne basitleşmiş bir planda, nede uzaysal bir halde olamaz.
 - b) Analiz metodu, ne basitleştirilmiş modal analizi, nede çoklu modal analiz olamaz.
 - c) Davranış katsayısı q 'nın değeri, düşeyde düzensizlik tipine bağlı olarak azalabilir.
- 3) Tasarımda yapısal düzenliliğin içerikleri hususunda, planda ve düşeyde yapının düzenlilik karakteristikleri için belirlenmiş önemli hususlar ilgili tabloda verilir.
- 4) Düşey ve Plan düzenlilik tanımlama kriterleri, modelleme ve analize dair kurallar ve davranış faktörleri, yönetmelik (Eurocode) içerisinde ilgili bölümlerde verilir.

Tablo 5.1 Deprem tasarımında yapısal düzenliliğin ehemmiyetleri

DÜZENLİLİK		İZİN VERİLEN BASİTLEŞTİRME		DAVRANIŞ FAKTÖRÜ
PLAN	DÜŞEY	MODEL	ANALİZ	
EVET	EVET	PLAN	BASİTLEŞMİŞ	REFERANS
EVET	HAYIR	PLAN	ÇOK MODLU	AZALAN
HAYIR	EVET	UZAYSAL	ÇOK MODLU	REFERANS
HAYIR	HAYIR	UZAYSAL	ÇOK MODLU	AZALAN

5) İlgili kısımlarda belirtilen, planda ve düşeyde düzenlilik kriterleri zaruri şartlar gibi gözönüne alınmalıdır. Tasarımcı, yapı taşıyıcı sisteminin bahsedilmeyen ve diğerleri tarafından bozulmayan hayali düzenliliğini ve özel karakteristikleri sağlamalıdır.

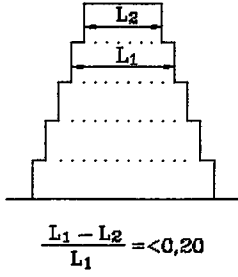
5.2.2.2 Planda Düzenlilik Kriterleri

- 1) Yapı taşıyıcı sistemi planda, yanal rijitliğe ve kütle ve iki dik eksene göre yaklaşık simetrik olmalıdır.
- 2) Plan kurgusu özlüdür. Bu oluşum +, I, X, gibi bölünmüş şekiller göstermezler. Girintili köşelerin toplam boyutları veya bir doğrultudaki girintiler binada bağlı bulundukları doğrultuda yapının plan dış boyutlarının %25' ini aşamaz.
- 3) Planda döşemelerin rijitlikleri, düşey elemanların yanal rijitliklerine göre yeterince büyüktür. Böylece bir rijit döşeme diyafram davranışı beklenebilir.
- 4) İkincil eksantrisite ile birlikte uygulanan deprem kuvvet dağılımı altında, herhangi bir katta deprem kuvvetleri doğrultusundaki en büyük öteleme, kat ötelemeleri ortalama değerini %20' den fazla aşamaz.

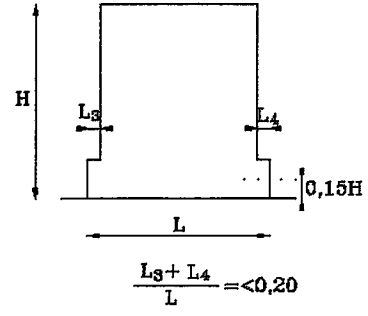
5.2.2.3 Düşeyde Düzenlilik Kriterleri

- 1) Çekirdekler, taşıyıcı sistem perdeleri veya çerçeveleri gibi tüm yatay yük mukavemet sistemleri, temelden yapı üst noktasına değin süreksizlikler göstermezler. Yapı, çeşitli yüksekliklerde çekme kat özelliği gösterdiğinde, yapının ilgili bölgelerinin zirvesine kadar süreksizlik göstermezler.
- 2) Her iki yönde yanal rijitlikler ve kat kütleleri değışmeden sabit kalırlar veya dereceli bir şekilde azalırlar. Temelden zirveye değin ani değışmezler.
- 3) Çerçevesi yapılarında, herhangi bir katın mukavemeti analizlerle sağlanmış olan gerekli mukavemetten daha büyük ise aynı orantılı artış, bitişik alt ve üst katlarda müsaade edilen $\pm \%20$ sınırları dahilinde sağlanır.
- 4) Çekme katlar olduğu zaman, aşağıdaki ek önlemler uygulanır.
 - a) Dereceli çekme kat durumunda, eksenel simetri özelliği korunur. Herhangi bir kattaki çekme boyutu, çekme kat doğrultusundaki bir önceki plan boyutunun $\%20$ ' sinden daha büyük olamaz. (Şekil 5.1.a ve 5.1.b)
 - b) Yapı taşıyıcı sisteminin toplam yüksekliğin $\%15$ 'inden daha düşük seviyede tekil çekme kat durumunda, geri çekme mesafesi, ilk plandaki boyutun $\%50$ ' sinden daha büyük olamaz. (Şekil 5.1.c) Bu hallerde, temel bölgesinin taşıyıcı sistemi düşey doğrultuda projelendirilmiş üst katların çevresi dahilinde yatay kesme kuvvetlerinin en az $\%75$ ' ini karşılayacak şekilde boyutlandırılmalıdır. Bu hal, temel kısmı genişlemesi olmayan yapılar için geliştirilmiştir.
 - c) Çekme kat uygulamalarının simetrik olmadığı hallerde, her ayrı yüzde tüm katlarda olmak üzere toplam çekme mesafesi, ilk katın plan boyutunun $\%30$ ' undan daha büyük olamaz. ve Her bir geri çekme mesafesi kendinden bir önceki plan boyutunun $\%10$ ' undan daha büyük olamaz. (Şekil 5.1.d) [19]

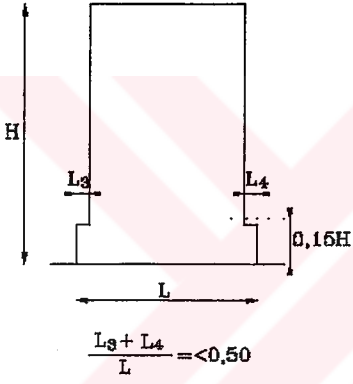
a)



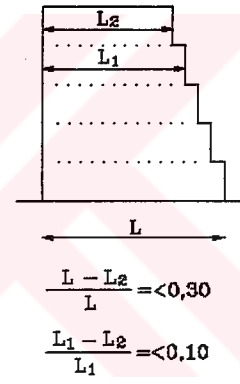
b)



c)



d)



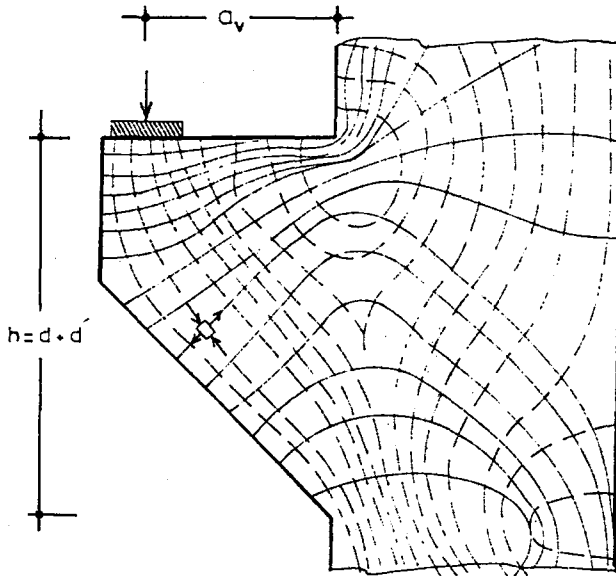
Şekil 5.1 Çekme kat yapıların düzenlilik kriterleri

BÖLÜM 6

KISA KONSOLLAR

Yükleme noktasından mesnet yüzüne olan uzaklığın, mesnet yüzündeki faydalı yüksekliğe oranı 1.0 veya daha küçük ($a/d \leq 1.0$) olan konsol elemanları « kısa konsol » olarak tanımlanır.

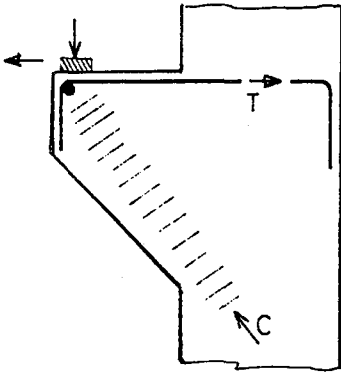
Kısa konsol davranışı bilinen kiriş davranışı kabullerinden farklılık gösterir. Düşey kesit üzerinde belirtilen asal gerilme hatlarından, konsol davranışı daha açık olarak anlaşılabilir. (Şekil 6.1) Etkiyen yükün artmasıyla asal çekme hatlarına dik çatlaklar oluşur. Donatıların asal çekme hatları boyunca teşkil edilmesiyle etkili donatı düzeni elde edilir. Kısa konsolda meydana gelen asal gerilme hatlarının incelenmesi sonunda aşağıdaki sonuçlar elde edilir.



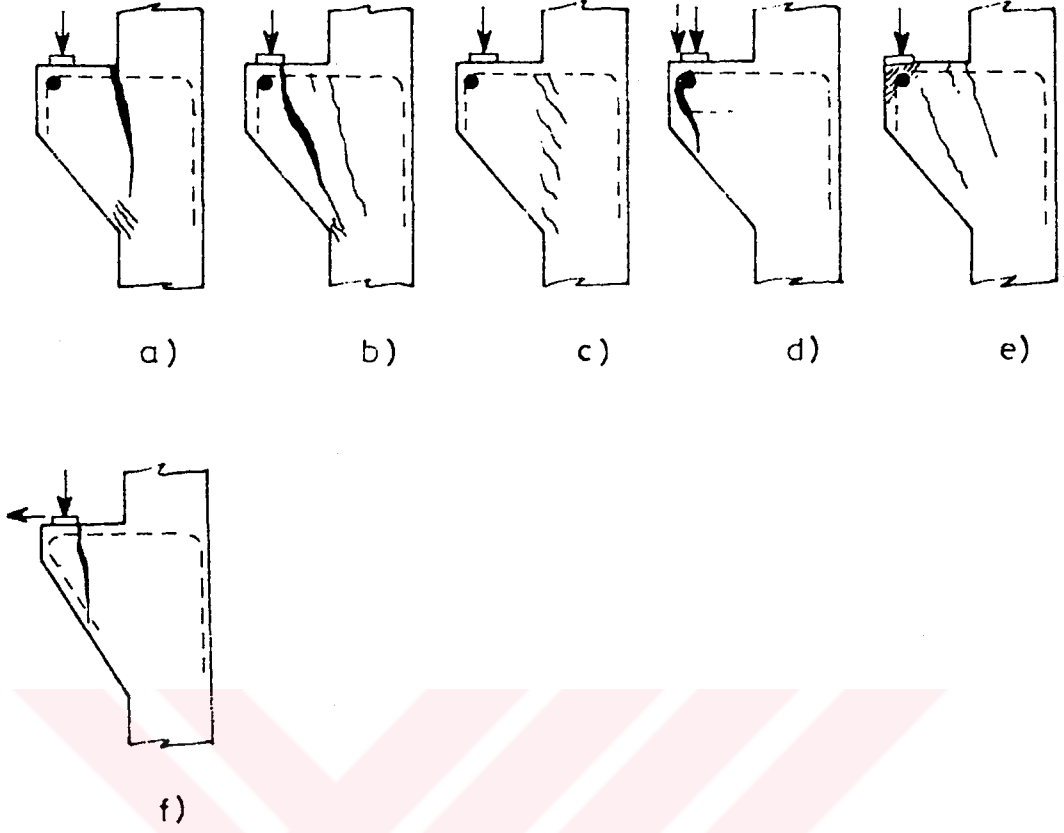
Şekil 6.1 Kısa konsolda asal gerilme hatları

- 1) Yükleme noktası ile kolonun kenarı arasındaki çekme gerilmesi ve bunların bileşkesi hemen hemen sabit bir değişim göstermektedir.
- 2) Konsolun alt ucunda eğimli olarak kafes sistemi benzeşimine uygun olarak oluşan basınç kuvveti sabit kabul edilebilir.
- 3) Basınç kuvvetinin doğrultu değiştirmesinden oluşan çekme gerilmeleri oldukça küçüktür. Bir başka deyişle; çekme kuvveti, beton gövdede oluşan basınç kuvveti eğimine bağlıdır ve eğilmenin önemli olmaması nedeniyle çekme gerilmeleri hemen hemen sabit kalır.
- 4) Kısa konsolun dikdörtgen şeklinde olması gerilme durumunda hemen hiç değişiklik yapmaz. Dikdörtgen kesit durumunda kısa konsolun dış-alt kısmında çok küçük gerilmeler meydana gelir.

Konsol kirişin boyutlamasında, çatlama durumundan hareketle bir düzen oluşturulur. (Bu düzende, donatı çekme kuvveti ve beton basınç kuvveti esas alınır.) Buna göre üste çekme donatısı yerleştirilerek kafes sistem oluşumu sağlanır. (Şekil 6.2) Böylece, konsol yükü eğimli beton basınç çubuğu ve çekme kuvveti yatay donatı ile karşılanır. Bu düzende donatılmış konsollar üzerinde yapılmış deneylerde, konsolun geometrik boyutlarına ve donatısına göre değişik göçme durumları gözlenmiştir. (Şekil 6.3)



Şekil 6.2 Kısa konsolda kafes kiriş benzeşimi



Şekil 6.3 Kısa konsollarda göçme biçimleri

- a) Yatay çekme donatısının akması ve donatıda büyük uzamanın meydana gelmesi kolon yüzünde eğilme türünden çatlağın oluşup açılmasına neden olur. Bu sırada beton basınç çubuğunda da ezilerek göçme ortaya çıkar.
- b) Gövdede meydana gelen çekme gerilmeleri eğik çatlakların oluşmasına neden olur. Beton basınç çubuğu ezilerek göçme ortaya çıkar.
- c) Kolon yüzündeki kayma gerilmeleri kısa kısa eğik çatlakların oluşmasına neden olur. Bu çatlakların birleşmesiyle kısa konsol kolon yüzünden ayrılarak göçme ortaya çıkar.
- d) Dış yükün konsolun dış kenarına yakın uygulanması durumunda, konsolun dış ucunda meydana gelen kopma ile göçme oluşur.

e) Dış yükün altındaki plağın çok küçük olması alt kısmında betonun ezilmesine sebep olur. Yerel göçme ile yük taşıma durumu sona erer.

f) Üst donatı ucunda yeterli kenetlenme boyunun bulunmaması, çekme kuvvetinin oluşmamasına ve konsolun ön kısmının ayrılmasıyla göçmeye neden olur.

Boyutlandırma Yaklaşımı

Kısa konsollarda asal gerilmelerin yönü konsol eksenine doğrultusuna yakın olduğundan, bu tür elemanlarda en etkili donatı, kiriş eksenine paralel çeşitli seviyelerde tertiplenecek çubuklardan oluşur. Bu donatıyı, yükün uygulandığı bölgede gerekli kenetlenme boyu sorunu için firkete biçiminde düzenlemek uygun olur.

Yükün konsola saplanan bir kirişle aktarıldığı durumlarda, konsol alt yüzüne etkiyen bu yükün yukarı taşınması gerekmektedir. Bunun için askı donatısı kullanılması ve kiriş etriyelerinin konsol içinde de devam etmesi yükün üst kısma asılması bakımından yerinde olur.

Kısa konsollara birleşen kirişlerde meydana gelecek sünme, büzülme ve sıcaklık değişimi nedeniyle yatay kuvvetler meydana gelebilir. Oluşacak bu kuvvetlerin de boyutlandırmada gözönüne alınması önemlidir. Bu amaca yönelik yatay konsol donatısını ilgili kuvveti taşıyacak şekilde arttırmak ve donatının mesnet teşkil eden kolon içine kenetlenmesini sağlamak yeterli olacaktır.

Donatıların konsol ucunda ve kolon içinde kenetlenmesinin sağlanması önemlidir. Donatı çapı küçükse, yatayda firkete yapılabilir. Konsol ucunda donatının büküldüğü yerde, bu donatıya dik bir çubuk teşkil etmek yerinde olur. Donatı çapı büyükse, mekanik kenetlenme ve kaynak kullanılarak düzenleme yapılabilir. [2,3]

BÖLÜM 7

KESİT HESAPLARI

7.1 Kolonların Betonarme Hesapları

Probleme konu olan sistemde yapılan statik çözümleme sonuçlarından kritik kabul edilen bazı kesit tesirleri tablolar halinde düzenlenmiştir. Bu kısımda ise mevcut kesit tesirlerinden en olumsuz değerlere haiz kesitler ile zemin kat kolonları içerisinde kritik kabul edilen kolon elemanlarının kesit hesapları yapılacaktır. Bu kısımda ele alınanların dışındaki elemanlar, uygun donatı ile maruz kalacakları kesit tesirlerini güvenli bir şekilde taşıyacakları kabulüne istinaden boyutlama hesapları dahiline alınmamıştır.

İlk sırada ele alınacak elemanlar, zemin kat kolonları içerisinde kenar eksenler üzerindeki kolonlar ile köşe kolon elemanlarıdır. Bu elemanlar mevcut simetriden dolayı kendilerine benzer diğer kolonlarında temsil edeceklerdir. Boyutlanacak kolon elemanları kalıp planında yer aldıkları eksenlere bağlı olarak burada tespit edilecek ve kesit tesirlerinin yer aldığı tablolarda da bu eksenlerle temsil edilecektir. Bu elemanlar; zemin kat kalıp planında, 6-E, 5-E, 4-E ve 6-D eksenlerinin kesişim noktaları üzerinde yer alan kolonlardır.

Burada belirtilen elemanların statik çözüm sonuçları tablolar halinde aşağıda verilecektir. Bu kesit tesirleri arasından en olumsuz değerler belirlenerek hesap değerleri derlenecektir. Ayrıca deprem yönetmeliği uyarınca; düşey yükler ve depremin etkisinden oluşan iç kuvvet değerleri %50 arttırılarak elde edilen sonuçlar hesap değerleri olarak kesit hesaplamalarında kullanılacaktır.

Tablolarda verilen kesit tesirlerinin eleman lokal eksenlerine göre düzenlenmesi uygun

görülmüş olup, bu yüzden lokal eksenlerin sistem ana eksenlerine (global akslar) göre tespiti burada yapılacaktır. Elemanların 1, 2, 3 lokal eksenleri, sırasıyla sistem ana eksenlerinden Z, Y, X eksenlerine paraleldir. Sistemde Z düşey, Y kısa, X uzun doğrultudaki ana eksenlerdir.

Ayrıca kolon elemanlarının moment değerleri, alt ve üst tesirler olarak verilirken, kesme kuvveti ve normal kuvvet etkileri kolonun tüm kesitlerinde aynı olduğundan tek bir değer olarak verilmiştir.

Belirtilmelidir ki; düşey yükler ve deprem tesirleri altında kolon burulma moment etkileri oldukça düşük değerler olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle mevcut donatı düzeni ve minimum etriye teşkili ile bu tesirler güvenle taşınabilir.

Tablo 7.1 Çeşitli dış etkiler altında kritik kolonlarda oluşan kesit tesirleri

a)

Dış Etki	0.3E _x +E _y +0.3E _z (Erzincan)							
Eleman no (Akslar)	V ₂₂ (kN)	M ₃₃ (kNm)		V ₃₃ (kN)	M ₂₂ (kNm)		M _t (kNm)	N (kN)
		Alt	Üst		Alt	Üst		
6 - E	99.3	272.3	35.2	67.9	65.8	145.8	0.2	500.4
5 - E	53.5	152.2	37.8	26.7	41.0	39.3	0.04	383.7
4 - E	51.7	149.8	46.2	22.8	37.2	31.2	0.01	438.3
6 - D	100.4	158.2	142.9	14.6	38.6	27.6	0.03	80.5

b)

Dış Etki	$E_x + 0.3E_y + 0.3E_z$ (Erzincan)							
Eleman no (Akslar)	V_{22} (kN)	M_{33} (kNm)		V_{33} (kN)	M_{22} (kNm)		M_t (kNm)	N (kN)
		Alt	Üst		Alt	Üst		
6 - E	45.0	84.2	102.9	89.8	233.5	49.0	0.11	369.1
5 - E	16.9	46.3	23.4	84.4	132.1	121.0	0.02	117.6
4 - E	15.5	44.9	14.1	76.0	124.1	104.0	0.04	131.4
6 - D	31.2	48.0	45.6	54.7	137.4	26.7	0.03	255.5

c)

Dış Etki	0.3E _x +0.3E _y +E _z (Erzincan)							
Eleman no (Akslar)	V ₂₂ (kN)	M ₃₃ (kNm)		V ₃₃ (kN)	M ₂₂ (kNm)		M _t (kNm)	N (kN)
		Alt	Üst		Alt	Üst		
6 - E	30.6	82.1	31.0	25.6	67.3	43.0	0.04	183.8
5 - E	16.0	46.0	13.6	25.7	40.0	37.0	0.02	115.8
4 - E	15.5	44.9	15.2	22.8	37.2	31.2	0.01	131.6
6 - D	30.1	47.4	42.9	16.1	40.5	11.3	0.01	79.9

d)

Dış Etki	0.3E _x +E _y (Erzincan)							
Eleman no (Akslar)	V ₂₂ (kN)	M ₃₃ (kNm)		V ₃₃ (kN)	M ₂₂ (kNm)		M _t (kNm)	N (kN)
		Alt	Üst		Alt	Üst		
6 - E	99.2	272.2	35.3	68.0	65.8	145.8	0.15	499.9
5 - E	53.6	152.1	37.7	26.7	41.0	39.2	0.04	383.8
4 - E	51.7	149.8	46.1	22.8	37.2	31.2	0.01	438.5
6 - D	100.4	158.2	142.9	14.7	38.5	27.5	0.03	79.6

e)

Dış Etki	1.4G + 1.6Q (Düşey yükler)							
Eleman no (Akslar)	V ₂₂ (kN)	M ₃₃ (kNm)		V ₃₃ (kN)	M ₂₂ (kNm)		M _t (kNm)	N (kN)
		Alt	Üst		Alt	Üst		
6 - E	342.7	315.5	712.6	340.1	313.1	708.4	0.0	2382.7
5 - E	331.6	309.6	685.3	24.0	23.3	48.6	0.0	1520.7
4 - E	351.2	327.8	725.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1755.7
6 - D	27.0	26.1	54.9	325.1	303.3	672.1	0.0	1521.4

f)

Dış Etki	G+Q+E (X yönü eşdeğer statik kuvvet)							
Eleman no (Akslar)	V ₂₂ (kN)	M ₃₃ (kNm)		V ₃₃ (kN)	M ₂₂ (kNm)		M _t (kNm)	N (kN)
		Alt	Üst		Alt	Üst		
6 - E	190.0	174.9	395.0	316.1	426.9	521.3	0.1	1337.0
5 - E	220.1	205.5	454.8	59.4	102.9	75.3	0.0	1036.9
4 - E	244.7	228.4	505.6	68.4	111.8	93.4	0.0	1221.9
6 - D	15.1	14.6	30.7	270.4	330.1	481.1	0.0	802.3

g)

Dış Etki	G+Q+E (Y yönü eşdeğer statik kuvvet)							
Eleman no (Akslar)	V ₂₂ (kN)	M ₃₃ (kNm)		V ₃₃ (kN)	M ₂₂ (kNm)		M _t (kNm)	N (kN)
		Alt	Üst		Alt	Üst		
6 - E	317.8	437.4	515.9	183.4	168.7	381.5	0.1	1293.3
5 - E	272.9	337.7	480.9	12.9	12.6	26.3	0.0	767.5
4 - E	283.0	347.3	501.8	0.0	0.0	0.0	0.0	889.3
6 - D	60.9	107.4	75.3	216.4	201.9	447.3	0.0	1050.4

(6-E) Köşe kolonun betonarme hesabı;

Malzeme : BS20 / BÇIII

b / h (mm) : 700 / 700

 $f_{yd} / f_{cd} \text{ (N/mm}^2\text{)} : 365 / 13.3$

Hesap değerleri ;

$$N_d = 1.5 * [(2382.7/1.45) + 500.4] = 3215.5 \text{ kN}$$

$$M_{33} = 1.5 * [(712.6/1.45) + 102.9] = 891.5 \text{ kNm}$$

$$M_{22} = 1.5 * [(708.4/1.45) + 145.8] = 951.5 \text{ kNm}$$

$$n_d = N_d / (b h 0.85 f_{cd}) = 3215.5 / (0.7 * 0.7 * 0.85 * 13300) = 0.581$$

$$m_d = M_d / (b h^2 0.85 f_{cd}) = 951.5 / (0.7 * 0.7^2 * 0.85 * 13300) = 0.245$$

$$\rho_m = 0.24$$

$$A_s = \rho_m b h / (f_{yd} / 0.85 f_{cd}) = 0.24 * 700 * 700 / (365 / 0.85 * 13.3) = 3641 \text{ mm}^2$$

(her bir yüz için) Seçilen 10Ø22 (3800 mm²)

Diğer yön için;

$$m_d = M_d / (b^2 h 0.85 f_{cd}) = 891.5 / (0.7^2 * 0.7 * 0.85 * 13300) = 0.230$$

$$\rho_m = 0.21$$

$$A_s = \rho_m b h / (f_{yd} / 0.85 f_{cd}) = 0.21 * 700 * 700 / (365 / 0.85 * 13.3) = 3186 \text{ mm}^2$$

(her bir yüz için) Mevcut 2Ø22 (760 mm²)

(her bir yüz için) İlave 7Ø22 (2660 mm²)

$$\text{Toplam mevcut donatı ; } A_{sm} = 12920 \text{ mm}^2 < A_{smax} = 0.04 * 700 * 700 = 19600 \text{ mm}^2$$

(5-E) Kolonu betonarme hesabı

Malzeme : BS20 / BÇIII

b / h (mm) : 500 / 650

f_{yd} / f_{cd} (N/mm²) : 365 / 13.3

Hesap değerleri ;

$$N_d = 1.5 * [(1520.7/1.45) + 383.7] = 2148.8 \text{ kN}$$

$$M_{33} = 1.5 * [(685.3/1.45) + 37.8] = 765.6 \text{ kNm}$$

$$M_{22} = 1.5 * [(48.6/1.45) + 121.0] = 231.8 \text{ kNm}$$

$$n_d = N_d / (b h 0.85 f_{cd}) = 2148.8 / (0.5 * 0.65 * 0.85 * 13300) = 0.585$$

$$m_d = M_d / (b h^2 0.85 f_{cd}) = 765.6 / (0.5 * 0.65^2 * 0.85 * 13300) = 0.321$$

$$\rho_m = 0.34$$

$$A_s = \rho_m b h / (f_{yd} / 0.85 f_{cd}) = 0.34 * 500 * 650 / (365 / 0.85 * 13.3) = 3422 \text{ mm}^2$$

(her bir yüz için) Seçilen 8Ø24 (3616 mm²)

Diğer yön için;

$$m_d = M_d / (b^2 h \cdot 0.85 f_{cd}) = 231.8 / (0.5^2 * 0.65 * 0.85 * 13300) = 0.126$$

$$\rho_m \cong 0.1$$

$$A_s = \rho_m b h / (f_{yd} / 0.85 f_{cd}) = 0.1 * 500 * 650 / (365 / 0.85 * 13.3) = 1006 \text{ mm}^2$$

(her bir yüz için) Mevcut 2Ø24 (904 mm²)

(her bir yüz için) İlave 1Ø14 (154 mm²)

$$\text{Toplam mevcut donatı ; } A_{sm} = 7540 \text{ mm}^2 < A_{smax} = 0.04 * 500 * 650 = 13000 \text{ mm}^2$$

(4-E) Kolonu betonarme hesabı

Malzeme : BS20 / BÇIII

b / h (mm) : 500 / 650

f_{yd} / f_{cd} (N/mm²) : 365 / 13.3

Hesap değerleri ;

$$N_d = 1.5 * [(1755.7/1.45) + 438.5] = 2473.99 \text{ kN}$$

$$M_{33} = 1.5 * [(725.7/1.45) + 46.2] = 820.0 \text{ kNm}$$

$$M_{22} = 1.5 * [(0.0/1.45) + 124.1] = 186.2 \text{ kNm}$$

$$n_d = N_d / (b h \cdot 0.85 f_{cd}) = 2473.99 / (0.5 * 0.65 * 0.85 * 13300) = 0.674$$

$$m_d = M_d / (b h^2 \cdot 0.85 f_{cd}) = 820.0 / (0.5 * 0.65^2 * 0.85 * 13300) = 0.344$$

$$\rho_m = 0.42$$

$$A_s = \rho_m b h / (f_{yd} / 0.85 f_{cd}) = 0.42 * 500 * 650 / (365 / 0.85 * 13.3) = 4227 \text{ mm}^2$$

(her bir yüz için) Seçilen 2Ø22 + 8Ø24 (4376 mm²)

Diğer yön için;

$$m_d = M_d / (b^2 h \cdot 0.85 f_{cd}) = 186.2 / (0.5^2 * 0.65 * 0.85 * 13300) = 0.101$$

$$\rho_m \cong 0.1$$

$$A_s = \rho_m b h / (f_{yd} / 0.85 f_{cd}) = 0.1 * 500 * 650 / (365 / 0.85 * 13.3) = 1006 \text{ mm}^2$$

(her bir yüz için) Mevcut 2Ø24 (904 mm²)

(her bir yüz için) İlave 1Ø14 (154 mm²)

$$\text{Toplam mevcut donatı ; } A_{sm} = 9060 \text{ mm}^2 < A_{smax} = 0.04 * 500 * 650 = 13000 \text{ mm}^2$$

(6-D) Kolonu betonarme hesabı

Malzeme : BS20 / BÇIII

b / h (mm) : 650 / 500

f_{yd} / f_{cd} (N/mm²) : 365 / 13.3

Hesap değerleri ;

$$N_d = 1.5 * [(1521.4/1.45) + 255.5] = 1957.1 \text{ kN}$$

$$M_{33} = 1.5 * [(54.9/1.45) + 142.9] = 271.1 \text{ kNm}$$

$$M_{22} = 1.5 * [(672.1/1.45) + 27.6] = 736.7 \text{ kNm}$$

$$n_d = N_d / (b h 0.85 f_{cd}) = 1957.1 / (0.65 * 0.5 * 0.85 * 13300) = 0.533$$

$$m_d = M_d / (b h^2 0.85 f_{cd}) = 736.7 / (0.5 * 0.65^2 * 0.85 * 13300) = 0.309$$

$$\rho_m = 0.30$$

$$A_s = \rho_m b h / (f_{yd} / 0.85 f_{cd}) = 0.30 * 500 * 650 / (365 / 0.85 * 13.3) = 3020 \text{ mm}^2$$

(her bir yüz için) Seçilen 8Ø22 (3040 mm²)

Diğer yön için; (Burada moment hesap değeri olarak M_{33} kullanılır.)

$$m_d = M_d / (b^2 h 0.85 f_{cd}) = 271.1 / (0.5^2 * 0.65 * 0.85 * 13300) = 0.148$$

$$\rho_m \cong 0.1$$

$$A_s = \rho_m b h / (f_{yd} / 0.85 f_{cd}) = 0.1 * 500 * 650 / (365 / 0.85 * 13.3) = 1006 \text{ mm}^2$$

(her bir yüz için) Mevcut 2Ø22 (760 mm²)

(her bir yüz için) İlave 1Ø20 (314 mm²)

$$\text{Toplam mevcut donatı ; } A_{sm} = 6708 \text{ mm}^2 < A_{smax} = 0.04 * 500 * 650 = 13000 \text{ mm}^2$$

Kesit hesaplarında TS 500 dahiline hareket edilmiştir. [21] Ayrıca karşılıklı tesir diyagramlarından yararlanılmıştır. [22]

7.2 Kısa Konsol Betonarme Hesapları

Bina sisteminde yeralan kısa konsollar, düşeyde düzensizliğe sebep olan kolonları taşımaktadır. Böylece kısa konsollar sistemin en önemli elemanları olarak kabul edilebilir. Statik çözümleme ve deprem analizlerinde kritik olabilecek bazı elemanlar, bulundukları eksen isimleriyle kesit tesir tablolarında belirtilmiştir. Bu kısımda da kritik sayılan aynı kısa konsol elemanlarının betonarme hesabı yapılacaktır. Bu elemanların kesit hesap değerlerinin belirlenmesi için yeni kesit tesir tabloları düzenlenecektir. Yeni tablolarda kullanılacak iç kuvvet notasyonları daha önceki notasyonlar ile aynı olup, kesit tesirleri ise analiz sonuçları arasından en olumsuzların seçilmesiyle düzenlenecektir.

Kesit hesap değerleri belirlenirken, kolonlarda yapıldığı gibi deprem yönetmeliği gereğince kesit tesirleri %50 arttırılacak. En olumsuz değerlere haiz kabul edilecek kesit için tipik kesit boyutlaması yapılacaktır.

Tablo 7.2 Kısa konsolların kritik kesit tesirleri

		Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		
Eleman no (akslar)	Dış etki	Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	M_t (kNm)
C/(6-7)	Deprem	136.7	197.4	1.4	1.0	73.3
	Düşey	975.9	1129.2	1.1	1.1	6.7
	Eşdeğer (X)	822.2	986.1	0.4	0.4	6.2
	Eşdeğer (Y)	711.7	824.6	0.1	0.4	52.6
B/(6-7)	Deprem	205.2	239.1	2.1	1.8	19.0
	Düşey	892.8	1057.8	7.1	4.9	130.7
	Eşdeğer (X)	712.2	859.4	5.9	3.9	107.5
	Eşdeğer (Y)	765.5	902.9	3.4	2.8	89.6

Tablo 7.2 Kısa konsolların kritik kesit tesirleri (devamı)

Eleman no (akslar)	Dış etki	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		M_t (kNm)
		Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	
6/(B-A)	Deprem	167.1	218.8	1.1	1.2	28.6
	Düşey	893.8	1059.1	7.9	5.4	131.1
	Eşdeğer (X)	752.1	887.6	3.7	3.1	89.9
	Eşdeğer (Y)	729.8	882.0	6.2	4.0	109.9
5/(B-A)	Deprem	223.0	308.5	1.2	0.6	54.9
	Düşey	990.1	1145.7	2.1	1.9	3.9
	Eşdeğer (X)	723.8	838.8	0.5	0.9	46.0
	Eşdeğer (Y)	854.8	1027.3	0.8	0.9	3.9

5/(B-A) Kısa konsolunun betonarme hesabı

Fransız yönetmeliği esaslarına göre;

$$V_u = 1.5 * [(990.1/1.45) + 223.0] = 1358.74 \text{ kN}$$

$$M_u = 1.5 * [(1145.7/1.45) + 308.5] = 1647.96 \text{ kNm}$$

$$d = 157 \text{ cm} \quad a = 125 \text{ cm} \quad b_0 = 50 \text{ cm}$$

$$\delta = d / a = 157 / 125 = 1.256 < 4$$

$$\tau_u = V_u / (b_0 d) = 1358.74 / (500 * 1570) = 1.73 * 10^{-3} \text{ kN/mm}^2 = 17.3 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_u = 17.3 \text{ kg/cm}^2 \leq 40 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{ve}$$

$$\tau_u = 17.3 \text{ kg/cm}^2 \leq 0.03(2 + \delta) f_{ck} = 0.03(2 + 1.256) 200 = 19.54 \text{ kg/cm}^2$$

$$z_1 = 0.7d (1 + 0.1\delta) = 0.7 * 157 * (1 + 0.1 * 1.256) = 123.7 \text{ cm}$$

$$z_2 = 2.4 a (0.4 + 0.1\delta) = 2.4 * 125 * (0.4 + 0.1 * 1.256) = 157.68 \text{ cm}$$

z_1 ile z_2 'den küçük olanı alınır. Böylece; $z = z_1 = 123.7 \text{ cm}$

Çekme bölgesi donatısı (Üst donatı); $A = M_u / (z f_{yk} / 1.15)$

$$A = 16479.6 \text{ tcm} / (123.7 \text{ cm} * 4.2 \text{ t/cm}^2 / 1.15) = 36.48 \text{ cm}^2$$

Seçilen 10Ø22 (38.00cm²)

Belirlenen bu donatı, çekme kuvvetlerinin hakim olduğu, kısa konsolun üst bölgesine ankrajı sağlanacak biçimde fiyong donatı şeklinde tertiplenir.

Yayıllı donatı (Alt donatı dahil yatay kayma donatısı); $\Sigma A_r = \lambda A$

$$\lambda = 0.25 * [\delta + (12\tau_u / f_{ck}) - 1] \geq 0.1 \quad (\delta \leq 4)$$

$$\lambda = 0.25 * [1.256 + (12 * 17.3 / 200) - 1] = 0.32 \geq 0.1$$

$$\Sigma A_r = 0.32 * 36.48 = 11.80 \text{ cm}^2$$

Seçilen 8Ø14 (12.32cm²)

TS 500 'e göre $z = 0.8d = 0.8 * 157 = 125.6 \text{ cm}$ değeri, Fransız yönetmeliğine göre elde edilen değere (123.7 cm) oldukça yakındır.

Burulma moment değerleri açısından bakıldığında düşey yükler altında yapılan statik çözümleme sonuçlarında, köşe konsollarda kayda değer burulma momentleriyle karşılaşırız. Buna rağmen bu değerleri deprem yönetmeliği şartına uygun şekilde %50 oranında arttırılması sonucu kritik burulma moment kapasitesine yaklaşmasına karşın hala bu değerlerin altında kalmaktadır. Bir başka anlatımla, kesit bu arttırılmış burulma moment değerini çatlamadan taşıyabilir.

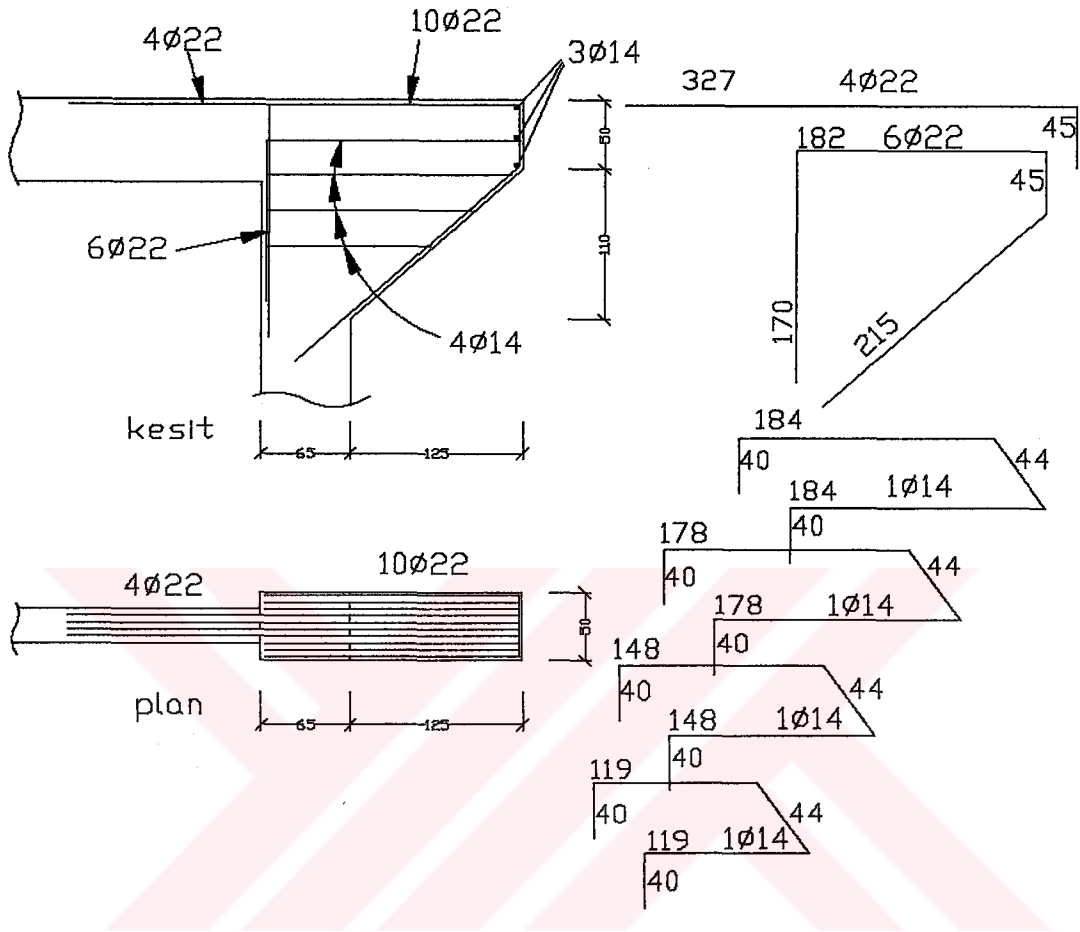
$$M_{tu} = 1.5 * [131.1 / 1.45 + 28.6] = 178.5 \text{ kNm} , \quad M_{ter} = 1.35 S f_{ctd} , \quad S = b^2 h / 3$$

$$S = 500^2 * 1600 / 3 = 133.33 * 10^6 \text{ mm}^3$$

$$M_{ter} = 1.35 * 133.33 * 10^6 \text{ mm}^3 * 1 \text{ N/mm}^2 = 180 * 10^6 \text{ Nmm} = 180 \text{ kNm}$$

$$M_{tu} = 178.5 \text{ kNm} \leq M_{ter} = 180 \text{ kNm}$$

Burada vurgulanmalıdır ki, tablolarda yeralan çözümleme sonuçlarının bu şekilde katsayılarla arttırılarak oluşturulan kesit hesap değerleri gerçek değerden oldukça uzaklaşarak yüksek değerlere erişmektedir. Günümüzde mevcut olan malzeme kalitelerinin güvenilir hale gelmesi ve yapı analizlerinin, kullanılan daha gerçekçi yöntem ve bilgisayar programları sayesinde, gerçekte oluşacak kesit etkilerini temsil edebilecek sonuçlara ulaşılabilmesi yanında, böyle bir şartın yeniden değerlendirilmesi yerinde olacaktır. Kesit donatı şeması şekil 7.1' de verilmiştir.



7.3 Çerçeve İç Kirişleri Betonarme Hesabı

Konsol kirişlerin komşuluğundaki iç kirişler için kontrol maksadıyla bir tahkik yapılacaktır. Bu elemanların konsollarla birleştikleri kesitlerde, önemli sayılabilecek kesit tesirleri oluşmaktadır. Konsollarda olduğu gibi en kritik eleman için tipik bir hesaplama yapılacaktır. Ayrıca burada da hesap değerleri %50 oranında arttırılacaktır...

Tablo 7.3 Çerçeve iç kirişlerinde kritik kesit tesirleri

Eleman no (akslar)	Dış etki	Kuvvetli eksen		Zayıf eksen		M_t (kNm)
		Q_y (kN)	M_x (kNm)	Q_x (kN)	M_y (kNm)	
C/(5-6)	Deprem	63.3	133.9	0.2	0.3	2.3
	Düşey	194.6	391.1	0.0	0.0	0.2
	Eşdeğer (X)	196.4	402.0	0.0	0.1	0.3
	Eşdeğer (Y)	140.9	286.8	0.1	0.3	2.0
B/(5-6)	Deprem	42.9	108.3	0.0	0.0	0.6
	Düşey	105.2	218.6	0.1	0.3	4.6
	Eşdeğer (X)	111.9	251.4	0.1	0.3	2.5
	Eşdeğer (Y)	83.7	184.2	0.1	0.2	3.3
6/(C-B)	Deprem	57.1	144.7	0.1	0.1	1.0
	Düşey	103.6	217.0	0.1	0.3	4.4
	Eşdeğer (X)	81.3	179.8	0.1	0.3	3.1
	Eşdeğer (Y)	114.7	259.9	0.1	0.4	2.3
5/(C-B)	Deprem	86.0	185.4	0.0	0.1	0.6
	Düşey	195.3	395.4	0.0	0.0	0.2
	Eşdeğer (X)	141.5	290.2	0.2	0.2	1.9
	Eşdeğer (Y)	203.0	418.7	0.0	0.0	0.3

Burada en büyük iç etkilere haiz olan ve 5/(C-B) eksenleri üzerinde yeralan, aynı zamanda 5/(B-A) kısa konsol kiriş ile komşu olan kirişin kesit hesabı yapılacaktır. Kesitte meydana gelen burulma moment değerleri dikkate alınmayacak derecede küçük mertebede olduğundan, bu etkiler minimum etriye teşkili ile güvenli bir şekilde karşılanabilir.

j ucu kesit (konsola bitişik kesit)hesap değerleri;

$$\text{üst } M_x = 1.5 * [-395.4 / 1.45 - 185.4] = -687.1 \text{ kNm}$$

açıklık hesapdeğerleri;

$$M_x = 1.5 * [-152.2 / 1.45 - 13.7] = -178.0 \text{ kNm}$$

i ucu kesit (iç mesnet)hesap değerleri;

$$\text{üst } M_x = 1.5 * [91.4 / 1.45 - 156.9] = -140.8 \text{ kNm}$$

$$\text{alt } M_x = 1.5 * [91.4 / 1.45 + 158.8] = 332.2 \text{ kNm}$$

Açıklık donatısı;

$$m_u = M_u / (b d^2 0.85 f_{cd}) = 178.0 / (0.25 * 0.57^2 * 11300) = 0.194 \Rightarrow \rho_m = 0.219$$

$$A_s = \rho_m b d / (f_{yd} / 0.85 f_{cd}) = 0.219 * 25 * 57 / 32.3 = 9.66 \text{ cm}^2$$

seçilen (üste) 5Ø16 (10.05 cm²)

$$A_{smin} = (1.2/365) * 25 * 57 = 4.68 \text{ cm}^2 < 10.05 \text{ cm}^2 < A_{smax} = 11.97 \text{ cm}^2$$

$$\text{Alt bölgede } A_{smin} = 4.68 \text{ cm}^2 \Rightarrow 3Ø16 (6.03 \text{ cm}^2)$$

i ucu kesit (iç mesnet) donatı hesabı;

$$m_u = M_u / (b d^2 0.85 f_{cd}) = 140.8 / (0.25 * 0.57^2 * 11300) = 0.153 \Rightarrow \rho_m = 0.167$$

$$A_s = \rho_m b d / (f_{yd} / 0.85 f_{cd}) = 0.167 * 25 * 57 / 32.3 = 7.37 \text{ cm}^2$$

mecut (üstte) 5Ø16 (10.05 cm²) yeterli

Alt bölgede;

$$m_u = M_u / (b d^2 0.85 f_{cd}) = 332.2 / (0.25 * 0.57^2 * 11300) = 0.362$$

$$m_u = 0.362 \Rightarrow \rho_m = 0.416, \rho'_m = 0.139$$

$$A_s = \rho_m b d / (f_{yd} / 0.85 f_{cd}) = 0.416 * 25 * 57 / 32.3 = 18.35 \text{ cm}^2$$

mecut 3Ø16 (6.03 cm²) ileve 5Ø18 (12.70 cm²)

$$A'_s = \rho_m b d / (f_{yd} / 0.85f_{cd}) = 0.139 * 25 * 57 / 32.3 = 6.13 \text{ cm}^2$$

mecut 5Ø16 (10.05 cm²) yeterli

$$\rho_{kesit} = (18.73 - 10.05) / (25 * 57) = 0.0061 < \rho_l = 0.0084$$

j ucu kesit (konsola bitişik kesit) donatı hesabı;

$$m_u = M_u / (b d^2 0.85f_{cd}) = 687.1 / (0.25 * 0.157^2 * 11300) = 0.010 \Rightarrow \rho_m = 0.106$$

$$A_s = \rho_m b d / (f_{yd} / 0.85f_{cd}) = 0.167 * 25 * 157 / 32.3 = 12.90 \text{ cm}^2 = A_{smin}$$

mevcut (üstte) 4Ø22 (15.21 cm²) yeterli

$$\text{Alt bölgede; } A_{salt} = A_s / 2 = 12.90 / 2 = 6.45 \text{ cm}^2$$

mevcut 3Ø16 (6.03 cm²)

ilave 1Ø16 (2.01 cm²)

Konstrüktif gövde donatısı 2Ø12 (kiriş boyunca)

$$V_u = 1.5 * [195.3 / 1.45 + 86.0] = 331.0 \text{ kN}$$

$$V_{cr} = 0.65f_{ctd} b d = 0.65 * 1 * 250 * 1570 = 284375 \text{ N} = 284.375 \text{ kN} < V_u$$

$$V_r = .25f_{cd} b d = 0.25 * 13.3 * 250 * 1570 = 1305062.5 \text{ N} = 1305.06 \text{ kN} > V_u$$

$$V_{ws} > V_u - 0.8V_{cr} = 331.0 - 0.8 * 255.125 = 126.9 \text{ kN}$$

Ø8 / 20 'lik etriye için;

$$V_{ws} = A_{ws} b f_{yd} / s = 2 * 0.5 * 157 * 19.1 / 20 = 149.9 \text{ kN} > 126.9 \text{ kN} \text{ etriye yeterlidir.}$$

SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Yapıların taşıyıcı sistemlerini oluşturan çerçeve elemanlarının süreksizlikler göstermesi istenmeyen bir hal olup, bu gibi hallerde özel önlemlere başvurulması gereklidir. Aksi halde bu kesitler hesap edilen iç kuvvetlerden daha büyük iç tesirlere maruz kalacaklardır.

Konumuzu teşkil eden yapıda, kısa konsollar ile iç kirişlerin birleşme noktalarında önemli miktarda kesit ve rijitlik farklılıkları oluşmaktadır. Analiz programında bu bölge rijitlik farkı algılanırken, iç kuvvetlerde meydana gelen düzensizlik durumları hesaplara dahil edilemez. Bu olumsuzluk hallerinin telafisi için iç kirişlerin kısa konsollarla birleştiği bölgelerde guse uygulamasına veya iç kiriş boyutunun konsol kesit boyutuna eşitlenmesi gerekir. Bunun yanı sıra farklı kiriş genişlikleri bulunması hallerinde donatı yerleşiminde süreksizliklerin oluşmasına sebep olduğundan, bu kesitlerde hesap kesit değerleri ile gerçek kesit tesirleri farklılık gösterecektir. Bahsedilen bu olumsuzluklara mahal vermemek için yapıdaki süreksizliklerin çeşitli düzenlemelerle ortadan kaldırılması gerekir.

Çalışmanın yapılmasındaki amaç; elde edilen statik ve dinamik analiz sonuçlarının karşılaştırılarak problemin çözümünü daha belirgin hale getirmektir. Yapı sistemini oluşturan eleman kesit boyutları Deprem Yönetmeliği tavsiyelerine göre tesbit edilmiş olup, daha farklı kesit ve yapı boyutları için analizler yapılması problemin aydınlatılmasında yararlı olacaktır. Yapının analizinde yatay deprem kayıtlarının yanı sıra düşey deprem kaydında dikkate alınması, kısa konsol kesit tesirlerinde yatay deprem etkilerinden daha büyük iç kuvvetlere sebep olmaktadır. Özellikle yapı kat adedinde fazla olmasıyla, kısakonsollarda özellikle kesme kuvveti diğer tesirlere göre daha kritik hale gelmektedir. İncelediğimiz tarzda bir yapının projelendirilme çalışmalarında dikkate alınması gereken hususlar şöyle sıralanabilir.

1) Yapı taşıyıcı sistemlerinde, kolonların düşeyde süreksizlik göstermesi hallerinde, deprem kuvvetlerinin karşılanması bilinen manada çerçeve sistem davranışı oluşmamaktadır. Dolayısıyla bu tür uygulamalar mümkün olduğunca tercih edilmemelidir.

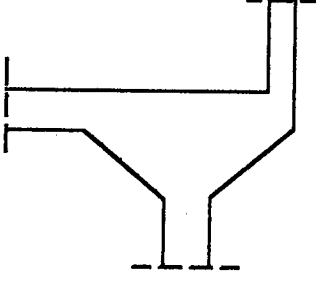
2) Bilgisayar programları ile yapılan statik ve dinamik analizler, çoğunlukla sistemin bütün detaylarını algılayamadığından yeterince hassas değildirler. Kısa konsol ile birleşen iç kiriş boyutları, konsol kesit boyutlarına eşitlenmeli veya guse uygulamasına gidilmelidir. Aksi takdirde, bu bölgelerdeki süreksizliklerde veya rijitlik farklılıklarında gerçek kesit tesirleri hesap değerlerinden büyük değerlerde oluşacaktır. (Şekil 8a.)

3) Düğüm noktalarında donatı yerleşim düzeni iç kuvvet dağılımına etki ettiğinden dikkat edilmesi gereken önemli bir husustur. Bu donatılarda süreklilik sağlanacak şekilde yerleşim teşkil edilmelidir. (Şekil 8b.)

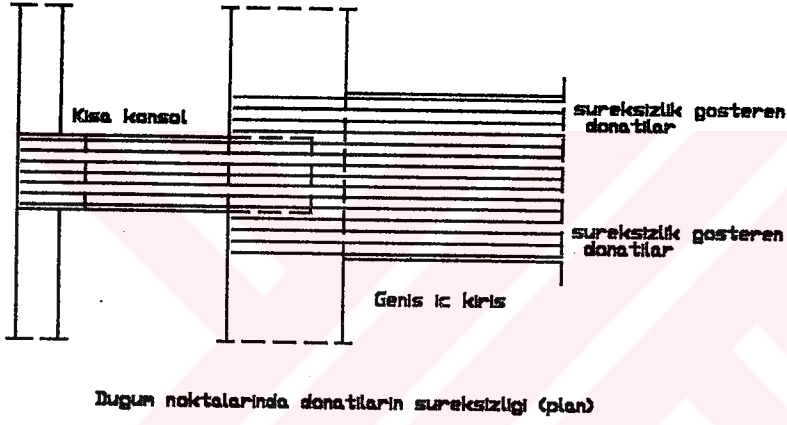
4) Temellerin elastik zemine oturduğu kabulüne göre, yatak katsayısı değerlerine bağlı olarak, kısa konsollarda oluşan iç kuvvet değerleri önemli farklılıklar göstermektedir. Yapı serbest titreşim periyodları büyümekte ve taban kesme kuvveti küçülmektedir.

5) Bu tür düzensiz yapıların uygulama kararları verilirken neticede elde edilecekler ile karşılaşılan veya karşılaşılabilecek problemlerin ve gayri ekonomik maliyetlerin iyice sınanması yerinde bir yaklaşım olacaktır.

İncelememizde kat adedi sekiz olan bir yapı ele alınmıştır. Analizlerde, birtakım kabuller yapılarak, belli kesit büyüklüklerine göre sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışma problemin aydınlatılmasında bir adım niteliği taşımaktadır. Aynı tarzda analizlerin farklı şartlar için çok sayıda yapılması sorunun çözülmesinde daha açık ve kesin kaidelerin oluşması açısından gereklidir.



Şekil 8a. İç kirişte guse düzenlemesi



Şekil 8b. Düğüm noktalarında donatı yerleşim düzensizliği

KAYNAKLAR

- [1] CELEP, Z., KUMBASAR, N., 'Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Danıklı Yapı Tasarımı', Sema Matbaacılık, İstanbul, 1993
- [2] CELEP, Z., KUMBASAR, N., 'Betonarme Yapılar', Sema Matbaacılık, İstanbul, 1996
- [3] ERSOY, U., 'Betonarme', cilt 1, Ankara, 1987
- [4] ÖZGEN, K., 'Konsol Ucunda Kolon Uygulamaları' İMO İstanbul Bülteni, 12-14., 1994
- [5] GÜLER, K., 'Kenar Kolonları Kısa Konsollara Oturan Bir Binanın Dinamik Davranışı' Türkiye İnşaat Mühendisliği XIII. Teknik Kongresi, 135-151., 1995
- [6] GÜLER, K., 'On Dynamic Behaviour of a Building Having Irregular Structural System' European workshop on seismic behavior of asymmetric and set-back structures, Naples / Italy, 4.-5. October, 1996
- [7] GÜLER, K., ÖZTUNÇ, M.M., 'Taşıyıcı Sistemi Düzensiz Bir Binanın Statik ve Dinamik Davranışı' İnşaat Mühendisliğinde Bilgisayar Kullanımı 5. Sempozyumu, İstanbul, Haziran, 1996
- [8] ÖZTUNÇ, M.M., 'Taşıyıcı Sistemi Düşeyde Düzensiz Bir Binanın Statik ve Dinamik Davranışının İncelenmesi' Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 1996
- [9] SHAHROZ, B.M., MOHLE, J.P., 'Evaluation of seismic performance of reinforced concrete frames' Journal of Structural Engineering ASCE, 116, 5, pp:1403-1442., 1990
- [10] ARANDA H, G.R., RASCON, O.A., 'An Improved Method for Seismic Analysis of Buildings Irregular in elevation' 8th European Conference on Earthquake Engineering, Vol. 6.6, pp. 9-16., 1986
- [11] DOLCE, M., 'Nonlinear Response of Buildings vs. Vertical Regularity Requirements of Seismic Codes : A parametric study' 9th World Conference on Earthquake Engineering, Vol. 5, pp. 983 - 988., 1988

- [12] BONELLI, P., CASSIS, J., 'Earthquake - Resistant Design of R/C Buldings with Irregularities in Elevation ' Earthquake Resistant Construction & Desing, pp. 691- 698., 1994
- [13] VALMUNDSSON, E. V., NAU, J. M., ' Seismic Response of Building Frames with Vertical Structural Irregularities ', Journal of Structural Engineering , Vol. 123, No.1, pp. 30-41., 1997
- [14] PAOLA, M., MENDOLA, L., ' Dynamics of Structures Under Seismic Input Motion (Eurocode 8) ', European Earthquake Engineering , May, 1997
- [15] T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi, 13 Mart 1992 Erzincan Depremi Raporu, Ankara, Haziran (1993)
- [16] Deprem Araştırma Dairesi, Dinar Depremleri Ön Raporu, Ankara, Ekim, (1995)
- [17] 1 Ekim 1995 Dinar Deprem Raporu , TDV / DR 95-002
- [18] Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Yayın No : 22, 1996
- [19] EUROCODE 8 : Earthquake Resistant Design of Structures Cen / Tc250 / Sc8 Pt1 : General Rules, 8. October, 1993
- [20] ÇAKIROĞLU, A., ÖZDEN , E., ÖZMEN,G., ' Yapı Sistemlerinin Hesabı İçin Matris Metotları ' Cilt 1, İstanbul, 1992
- [21] TS 500 : Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları , Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1985
- [22] CELEP, Z., KUMBASAR, N., ' Taşıma Gücü İlkeleri ile Betonarme Kesit Tabloları ' , Sema Matbaacılık, İstanbul, 1988

ÖZGEÇMİŞ

Özden Yaver 1972 yılında Malkara' da (TEKİRDAĞ) doğdu. Tekirdağ Namık Kemal Lisesini bitirdikten sonra, İzmir Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünde eğitime başladı. Bu bölümden, 1993 yılında İnşaat Mühendisi olarak mezun oldu. Aynı yılın Eylül ayında, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Eğitimine halen bu bölümde devam eden yazar İngilizce bilmektedir.

