

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PERDELERLE GÜÇLENDİRİLMİŞ ÜÇBOYUTLU YAPILARIN BAZI ÖZELLİKLERİ VE
KOLON-KİRİŞ BÖLGELERİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş .Müh. Hasan ANAÇ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 27 Eylül 1994

Tezin Savunulduğu Tarih : 12 Ekim 1994

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Faruk Karadoğan

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Erkan Özer

Prof. Dr. Nahit Kumbasar

Ekim 1994

ÖNSÖZ

Çalışmalarımın her aşamasında yakın ilgisini ve değerli yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. H. Faruk Karadoğan'a ve başta Araş. Gör. Ercan Yüksel olmak üzere Yapı Statığı Çalışma Grubu'nun tüm öğretim elemanlarına ve Araş. Gör. Yıldıray Süvari'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mevcut betonarme yapıların deprem güvenliğinin saptanması konulu, Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) tarafından desteklenen araştırma projesinin sağladığı deneysel çalışma olanakları ve patent programlarının kullanılabilmesi nedeniyle, bu teşkilata araştırmaya verdiği destek dolayısıyla teşekkürü bir borç bilirim.

Eylül 1994

Hasan Anaç

İnşaat Mühendisi

İÇİNDEKİLER :

OZET.....	v
SUMMARY.....	vi
BOLUM 1. GİRİŞ.....	1
BOLUM 2. YATAY YÜKLERE KARŞI PERDELERLE GÜÇLENDİRİLMİŞ YAPILARIN BAZI ÖZELLİKLERİ.....	2
2.1. Gülistan Yapı Kooperatifi	2
2.1.1. Konu.....	2
2.1.2. Binanın Tanıtılması.....	3
2.1.3. Binada Gözlenen Hasar	7
2.1.4. Taşıyıcı Sistemin Tanıtılması.....	8
2.1.5. Yapılan Çalışmalar.....	22
2.1.5.1. Yapının Üstyapı + Altyapı veya Yalnız Üstyapı Olarak incelenmesi.....	22
2.1.5.2. İlave Radye Temelin Üstyapıya Olan Etkisi ve Radye Temelde Zeminden Ayrılmaların incelenmesi.....	36
2.1.5.3. Çevre Duvarlarının Kısa Kolon Oluşturması.....	49
2.1.5.4. Kat Kesme Kuvveti Taşıma Kapasitelerinin Bulunması.....	51
2.2. Yapı Laboratuvarı.....	53
2.2.1. Amaç.....	53
2.2.2. Yapılan Çalışmalar.....	58
2.2.2.1. Statik Yükler için Hesap.....	58
2.2.2.2. Serbest Titreşim Karakteristiklerinin Hesapla Bulunması.....	64
BOLUM 3. YATAY VE DÜŞEY YÜKLERİN ETKİSİNDEKİ BİR KOLON KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGESİ VE YAKIN CİVARINA AİT DAVRANIŞA YÖNELİK DENEYSEL ÇALIŞMA.....	79
3.1. Tanım ve Amaç.....	79
3.2. Çalışmada izlenen Yol.....	80
3.3. Varsayımlar.....	81
3.4. Numunelerin Genel Tanımı ve Ölçek.....	82
3.5. Deney Düzeni ve Yükleme Şekli.....	82
3.6. Kullanılan Yükleme Fonksiyonu.....	86
3.7. Numunelerin Tanıtılması.....	88
3.8. Numunelerin Onarılması.....	91
3.9. Elde Edilen Sonuçlar ve Bunların İrdelenmesi.....	91

3.9.1.	Çatlak Resimleri.....	91
3.9.2.	Numune Sol Kiriş Ucu Yük-Yerdeğiştirme ilişkileri.....	91
3.9.3.	Numune Sol Kiriş B-B Kesiti için Moment-Dönme Farkı ilişkisi.....	99
3.9.4.	Kiriş Uç Yerdeğiştirmesinin Deneysel Verilere Dayanarak Hesapla Tayini.....	111
SONUÇLAR VE ONERİLER.....		121
KAYNAKLAR.....		126
EKLER.....		127
ÖZGEÇMİŞ.....		140



OZET

Bu çalışma iki ana bölümden oluşmaktadır, yatay yüklere karşı sonradan eklenen perdelerle güçlendirilmiş üçboyutlu yapıların bazı özellikleri ve kolon-kiriş bölgeleri ve yakın çevresinin depreme karşı davranışının deneysel olarak incelenmesi.

Yatay yüklere karşı sonradan eklenen perdelerle güçlendirilmiş üçboyutlu yapıların bazı özellikleri adlı bölüm, kendi içinde iki kısma ayrılmaktadır.

Birinci kısımda, 13 Mart 1992 Erzincan depreminde hasar gören Gülistan yapı kooperatifi binalarından birinin özellikle ilave perdelerle ve bunların altına ilave radye temelle güçlendirilmesinden sonraki davranışının ve ortaya çıkabilecek sakıncaların incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla yapının mekanik modeli hazırlanmış ve üstyapı + altyapı birlikte üçboyutlu olarak incelenmiştir. Winkler tipi zemini temsil etmek üzere, radye temelin altına düşey yönde çökmeye karşı duyarlı yaylar ve münferid temellerin altına ise hem çökmeye hem dönme-y karşı duyarlı yaylar tarif edilmişlerdir.

İkinci kısımda ise, İstanbul Teknik Üniversitesi-ne ait yapı laboratuvarının, deneyler sırasında yapıya etkimesi olası yüksek yatay yüklere karşı perdeler vasıtasıyla güçlendirilmesi konusunun incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın diğer bölümünde ise, bir kolon - kiriş birleşim bölgesi ve yakın çevresinin yatay ve düşey yükler etkisindeki davranışının deneysel olarak incelenmesi yeralmaktadır. Deneyde kullanılan eşdeğer yüklerin hazırlanmasında 13 Mart 1992 Erzincan depreminin doğu-batı bileşenine ait ivme kayıtları kullanılmıştır. Beton basınç mukavemeti, yumuşak çelik kullanımı ve kolon-kiriş birleşim bölgesinde donatı bulunması gibi parametrelerin kolon-kiriş birleşim bölgesi ve yakın çevresinde yutulan enerji miktarlarına etkisi araştırılmıştır. Bu araştırmanın içinde onarılmış numunelerin davranışını anlamaya yönelik çalışmalar yeralmaktadır. Numunelerin belirli yükleme hallerini kapsayan bu çalışmanın ilk iki numunesi epoksi ile onarılıp yeniden denenmiş ve bu bölgede epoksi onarımının etkisi gözlenmeye çalışılmıştır.

SOME FEATURES OF STRENGTHENING BY SHEAR WALLS AND ENERGY ABSORPTION CAPACITY OF THE VICINITY OF BEAM - COLUMN CONNECTIONS

SUMMARY

Two major parts can be identified in this study. The first part which consists of two sections, is devoted to an analytical work mainly based on the applications of the computer program shortly called SAP 90.

In the second part of the work some of the results obtained experimentally from the test carried out in the Structural Mechanics Laboratory of Istanbul Technical University have been summarized. Three specimen representing an interior beam - column connection of a prototype frame have been tested first to examine the energy absorption capacities and two of them repaired by epoxy before retested.

In the first part of the study, one of the residential houses with four storeys, which has been subjected to the Erzincan March 13, 1992 earthquake and has been strengthened by means of additional shear walls has been reanalyzed. The overall behaviour of the structure with newly added shear walls and mat foundation has been checked once again in detail, considering the upper structure and foundation together.

During these analyses, the dead weight of the structure and reduced amount of live loads have been kept constant while the lateral loads are increased, starting with the basic shear coefficient $c = 0.08$ to 0.15 . The load combination for this study is,

$$1.0G + 1.0Q + 1.0E$$

Where, G = Dead loads

Q = Live loads

E = Lateral Earthquake loads

The internal force distribution and free vibrational characteristics such as the periods and mode

shapes of the structure has been calculated both with the shear walls and without the shear walls.

It becomes always important to be sure that the rotation of the shear wall at the fixture point is small enough to act as a rigid connection.

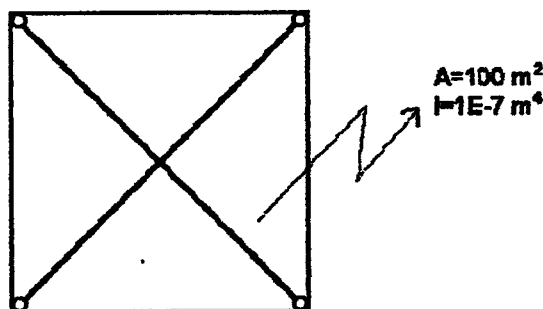
In order to have better understanding about this phenomenon, single footing behaviour under the shear wall and the mat foundation behaviour has been compared numerically, for doing that the mat foundation has been discretized using fictitious beam elements with flexural and torsional rigidities.

During the above mention calculations the sub-grade soil coefficient K , which is used to represent the behaviour of the Winkler type soil has been changed from 5000 kN/m to 2E6 kN/m.

The first story of the structure considered in this investigation has been partly located below the ground surface, and a concrete masonry wall is taking place at the peripheral of the building to retain the surrounding soil pressure and causing a kind of lateral resistance to the structure leaving some openings between the ground surface and the ceiling of the first storey. In other words, because of the existence of the peripheral walls, there exist some short columns at the first storey of the building.

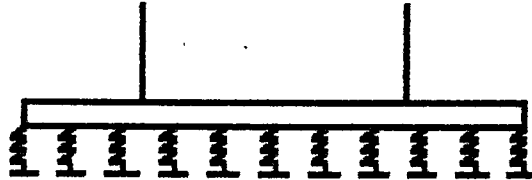
Several static and dynamic analyses have been carried out to identify the effect of the peripheral walls to the structure.

The very well known general purpose program SAP90 gives several options to represent the slabs of the building, since there is no big opening in the slabs of the structure, and surrounding beams are framing the slabs. Slabs have been considered as infinitely rigid in their own planes. In order to represent the actual behaviour of slabs in the three dimensional mechanical model of the structure, infinit rigid beams have been employed, for modelling the inplane rigidity of slabs. (See figure 1)



(Figure 1)

To represent the elastic behaviour of soil under the foundation, in the mechanical model some vertical fictitious columns have been defined with the fictitious axial rigidities equal to $a \times b \times k$. Where, a and b are indicating the effective area of the fictitious column and k is indicating the subgrade soil coefficient. (See figure 2)



(Figure 2)

During these executions, the uplifting problem of the foundation has been investigated, considering that the soil is a tensionless soil. For this reason a kind of successive approximation method has been employed. As soon as tension is detected in a fictitious column, that column has been disconnected from the foundation and another step of analysis has been carried out with new boundary conditions.

The second subject dealt within the first section of the study is related mainly with the investigation of lateral load behaviour of existing reinforced concrete Structural Mechanic Laboratory of Istanbul Technical University which is going to be modified, so that the lateral load capacity of the laboratory will be increased to test full scale models.

For this purpose, first three dimensional model of the laboratory has been prepared and two different type of discretization have been used to represent the shear walls.

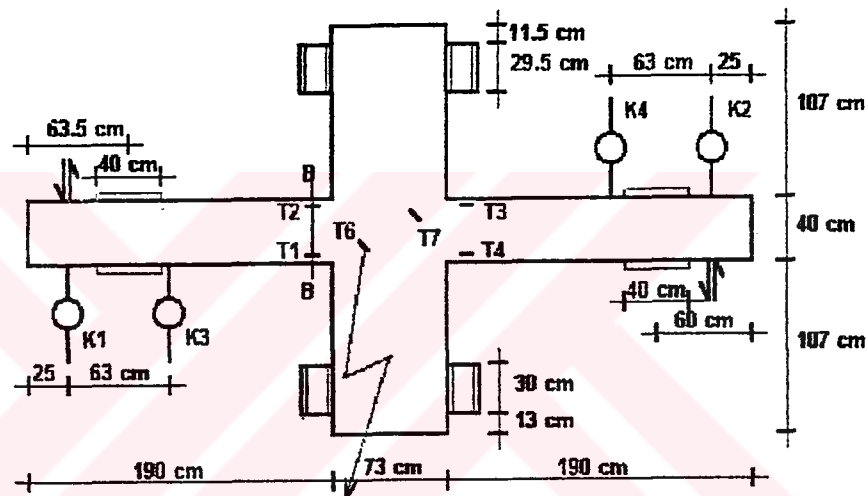
In the second part of the study, an internal beam column connection and its vicinity taken from a multi-storey multibay frame structure subjected to March 13, 1992 Erzincan earthquake has been tested in the structural mechanics laboratory of Istanbul Technical University.

Double acting jacks in two directions have been used to simulate the fictitious loads representing the combination of vertical and lateral loads.

Mechanical type dial gages have been utilized

to measure the four characteristical displacements of three specimen which have been geometrically scaled down with the factor of $1/2$. The ratio between the moment capacities of critical selected sections of prototype and model is kept around $1/8$.

The strain differences of the concrete fibers in compression and tension side of the beams and the shortening or elongation in the diagonal direction of the beam - column connection zone have been measured by means of linear variable diferential displacement transducers. The signals have been converted with a data logger to digital signals and stored in the hard disk of a computer. (See figure 3)



(Figure 3)

The three specimens, tested in lateral position, have been casted in the laboratory using ready mixed concrete when good quality concrete is required.

The third specimen has been casted with the low quality concrete to represent more or less the local construction practice in Erzincan. That low quality concrete has been prepared in the laboratory and used for this particular specimen.

The first two specimen have been repaired after the proposed testing program fulfilled by epoxy mortar and epoxy injection.

The basic parameters investigated in the research program are the quality of concrete, the amount of reinforcement and the detailing features of reinforcement bars taking place in and around beam - column connections.

First of all analytical and experimental moment curvature relationships are compared and inelastic type deflections are compared to justify the experimental findings which are based on some measurements.

In order to compare the energy absorbed in plastic regions and the total energy absorption capacity of the critical part of the specimen, areas surrounded by the loops of either moment curvature diagrams or force displacement diagrams have been calculated.

It has been observed that after having repaired the two specimens more or less the same energy absorption capacities and ultimate strengths are reached but not the stiffnesses.

It has also been observed that after having experienced a small earthquake defined by the coefficient 0.50 given in the text, the rest of the energy absorption capacity of the critical sections is being reduced to $2/3$ of the full capacity when can be consumed by a moderate earthquake.

Even though it has not been reported in detail within the framework of this study, it has been observed that reinforcement used in the second specimen has positive contribution to the overall behaviour of the beam-column connection region increasing the moment capacity energy absorption capacity and spreading around the plastic deformation etc.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Bu çalışma iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde yatay yüklere karşı ilave perdelerle güçlendirilmiş üçboyutlu yapıların bazı özellikleri incelenecektir.

Bu amaçla üniversitemizde mevcut olan SAP 90 programından faydalanılmıştır. Bu program sayesinde kendi düzlemleri veya düzlemlerine dik çubuk sistemler, üçboyutlu olarak idealleştirilip altyapı + üst yapı birlikte incelenecektir.

Çalışmanın birinci bölümü, kendi içinde iki kısma ayrılmaktadır. Birinci kısımda, 13 Mart 1992 Erzincan depreminde hasar gören Gülistan yapı kooperatifi binalarından biri, ikinci kısımda ise İstanbul Teknik Üniversitesine ait yapı laboratuvarı incelenecektir.

Çalışmanın ikinci bölümünde ise, bir kolon-kiriş birleşim bölgesi ve yakın civarının yatay ve düşey yükler etkisindeki davranışının deneysel olarak incelenmesi yer almaktadır.

Onarılmış numunelerin davranışını anlamak, ikinci bölümün bir başka konusunu oluşturmaktadır. Bu amaçla hazırlanan üç numuneden ilk ikisi onarılacaktır.

BÖLÜM 2. YATAY YÜKLERE KARŞI PERDELERLE GÜÇLENDİRİLMİŞ YAPILARIN BAZI ÖZELLİKLERİ

2.1. GÜLİSTAN YAPI KOOPERATİFİ

2.1.1. KONU

Aşağıda sunulan çalışmanın konusunu, 13 Mart 1992 Erzincan depreminde hasar gören Gülistan Yapı Kooperatifinin depreme karşı güvenliğinin ilave perdeler ve ilave radye temel ile arttırılması sonucu ortaya çıkan yeni taşıyıcı sistemin, üçboyutlu olarak esas itibariyle iç-kuvvet dağılımı ve serbest titreşim karakteristikleri açısından incelenmesi oluşturmaktadır.

Bu çalışmada üstyapı ile temelleri mekanik model içerisinde birlikte ele alınmakta, temelin tek parça veya çok parça olması, çevre duvarlarının etkileri, deprem şiddetinin düşey yüke oranla arttırılması, zemin yatak katsayısı, radye kalınlığı gibi parametreler değiştirilerek incelenmektedir.

Elastik zemine oturan ayırık sistemin yatay ve düşey yükler etkisindeki statik hesapları ve serbest titreşim karakteristiklerinin yani periyodların ve mod şekillerinin bulunması için üniversitemizde mevcut olan SAP 90 programından faydalanılmıştır [1]. Genel amaçlı olan bu programın düzlemine dik ve düzlemi içinde yüklü çubuk sistemler, kafes elemanlar ile ilgili tüm kullanım olanaklarından faydalanılmıştır.

2.1.2. BİNANIN TANITILMASI

Gülistan yapı kooperatifine ait birbirine benzer binaların Tipik Kat Planı Şekil 2.1 de verilmiştir.

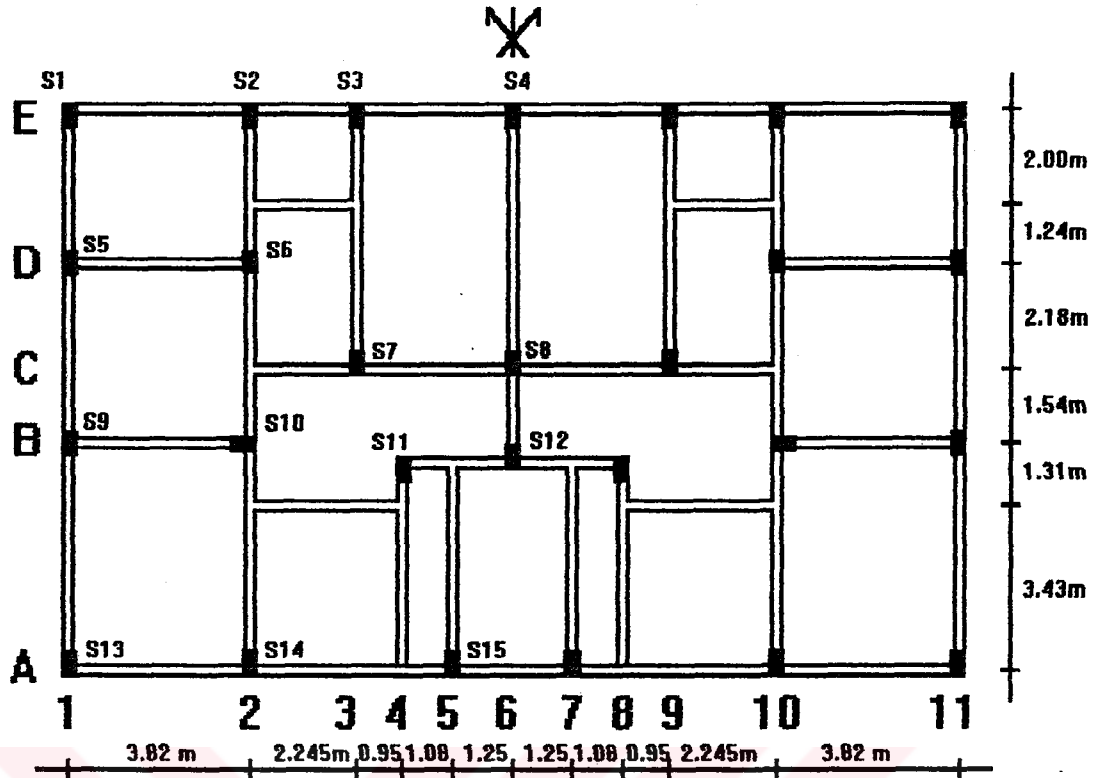
Yapı bir bodrum, bir zemin ve iki normal kattan meydana gelmektedir. Bodrum kat yaklaşık 1.9 m zemine gömülüdür. Bu gömülü bölümün çevresinde ise yaklaşık 20 cm genişliğinde briket bir duvar yer almaktadır.

Yapıda zemin, birinci ve ikinci normal katların çevre ve ara bölme duvarlarının hepsi, boşluklu tuğla ile örülmüştür. Ara duvarlar kirişler üzerine oturmaktadır. Yapının taşıyıcı sistemi kolon ve kirişlerle bunlara oturan 15 cm kalınlığındaki plak döşemeden meydana gelmiştir. Yapıya sonradan üç adet perde ve bunların altına ilave radye temel eklenmiştir. Radye temele perdelerin dışında birkaç kolon oturmaktadır, bunlara temelden 60 cm yüksekliğine kadar manto yapılmıştır.

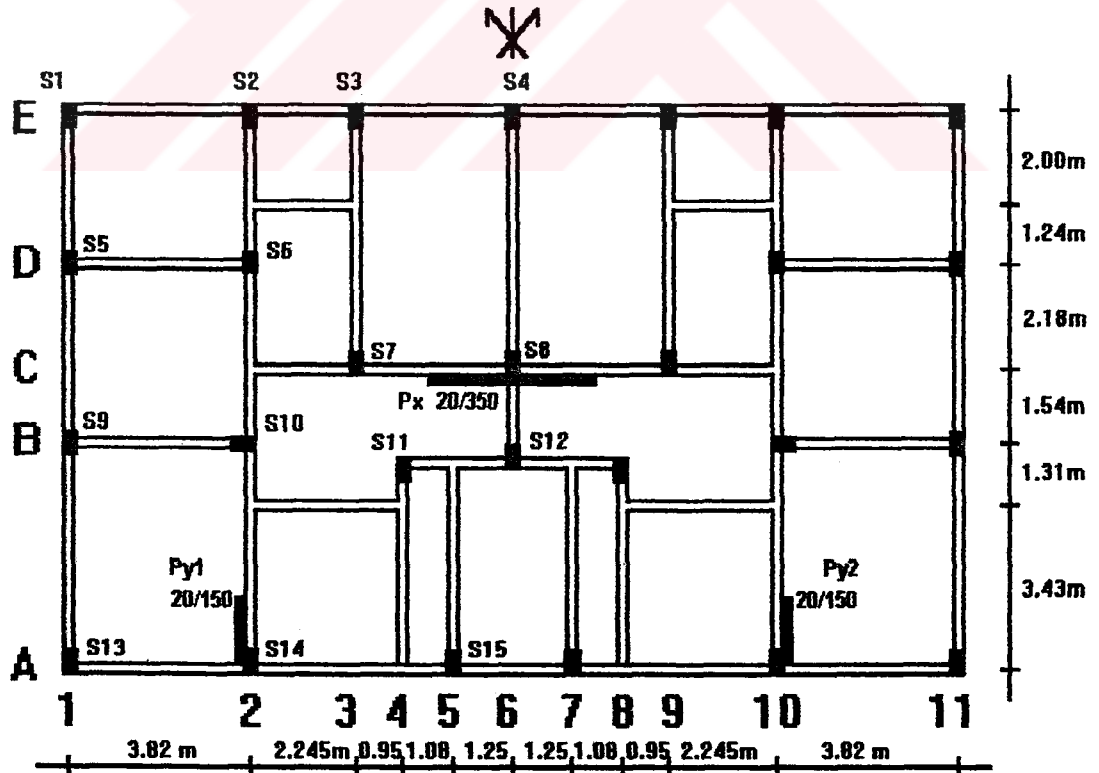
Yapıya güçlendirme amacıyla eklenen perdelerin yapıdaki yerleri ve boyutları Şekil 2.2, 2.3 ve 2.4 de, temel aplikasyon planı Şekil 2.5 de ve ilave radye temel ise Şekil 2.6 da gösterilmiştir.

Üzerinde 8 cm izolasyon malzemesi ve oturtma çatı bulunan çatı katı tavan döşemesi hariç, diğer bütün döşemelerde ıslak hacimler 5 cm lik tesviye harcı üstüne mermer ve karomozaik bulunmaktadır.

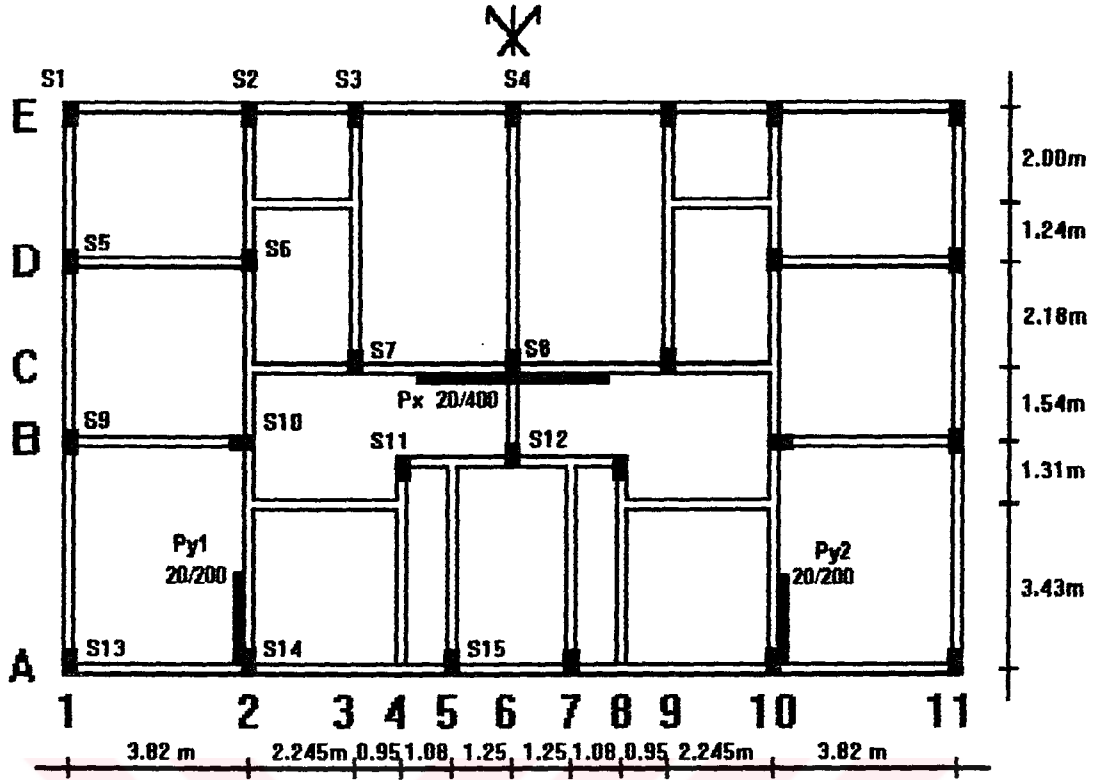
Mevcut döşeme sistemi gözönüne alındığında, yatay yük hesapları sırasında bunların düzlemleri içerisinde sonsuz rijit sayılabileceği görülmektedir.



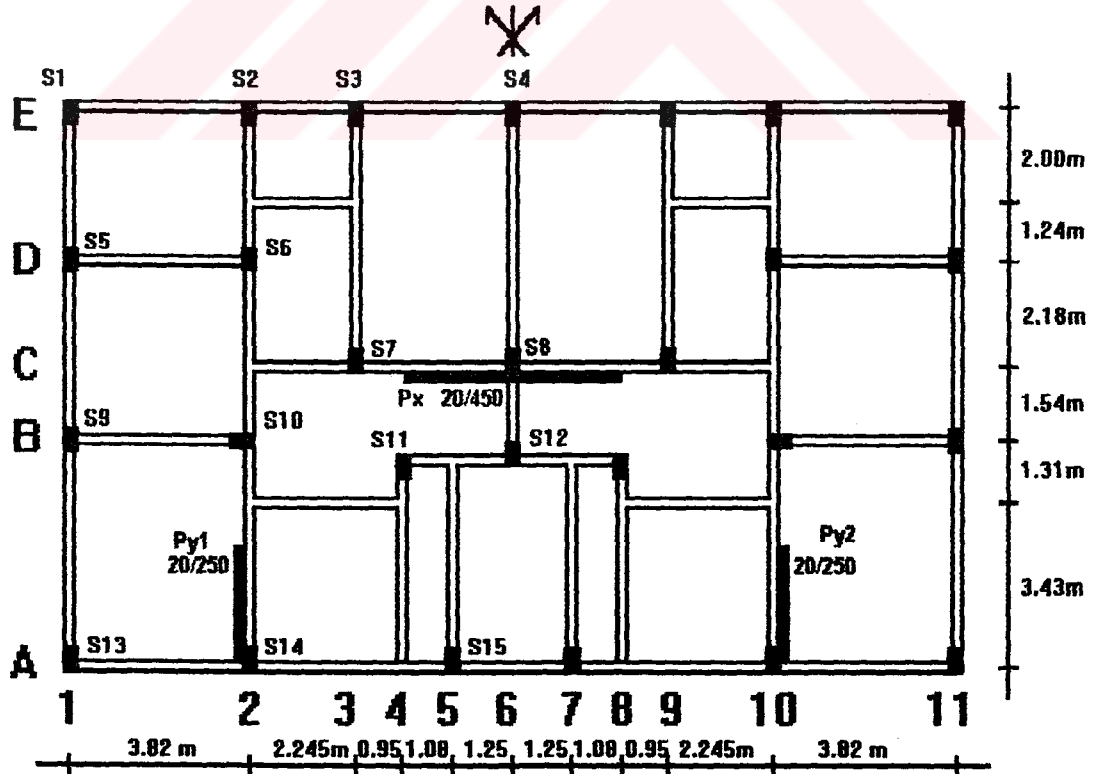
Şekil 2.1. Tipik Kat Planı



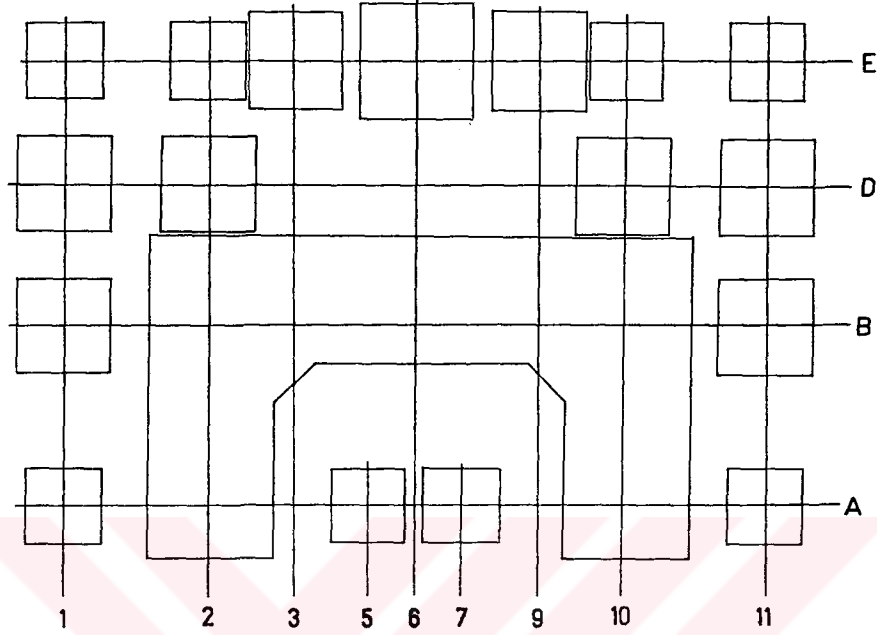
Şekil 2.2. 2. Normal Katta ilave Perdelerin Yerleri ve Boyutları



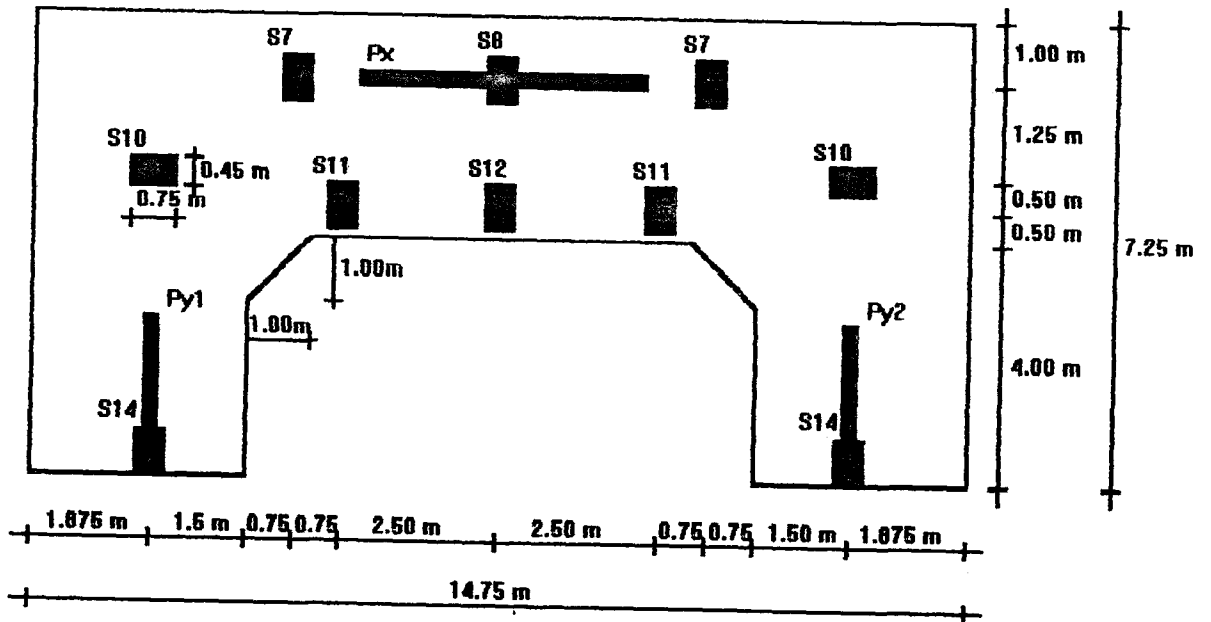
Şekil 2.3. 1. Normal Katta ilave Perdelerin Yerleri ve Boyutları



Şekil 2.4. Zemin ve Bodrum Katlarda ilave Perdelerin Yerleri ve Boyutları



Şekil 2.5. Temel Aplikasyon Planı



Şekil 2.6. İlave Radye Temelin Boyutları

Kolon boyutları yapı yüksekliğince bütün katlarda sabit tutulmuştur. Binanın yan cephelerinde yer alan toplam 8 adet kolonun boyutları 30 cm / 50 cm, diğer 19 adet kolonun boyutları 25 cm / 50 cm dir.

Şekil 2.1 de görüldüğü gibi sistem 6 aksına göre simetriktir.

2.1.3. BİNADA GÖZLENEN HASAR

13 MART 1992 depreminden sonra, gülistan yapı kooperatifinde hasar tesbiti yapılmış ve yapılan tesbit sonucu, hasarın alt katlarda yoğunlaştığı, birinci ve ikinci katlara doğru gidildikçe azaldığı görülmektedir.

Bu tipteki hasarı önlemenin en etkin yolu, katlar arasındaki relatif yerdeğiştirmeleri azaltmaktır. Bu amaçla alt katların yatay rijitliğinin arttırılması uygun bir yol olarak görülmektedir.

Yapıdaki en büyük yapısal hasar bodrum katlardaki kısa kolonlarda oluşmuştur. Burada yapılan pencere bölme duvarları sonucu ortaya çıkan kısa kolonlar, daha fazla kesme kuvveti almakta ve hasara uğramaktadırlar. En büyük hasarların A5 ve A7 kolonlarında olduğu görülmektedir.

İncelenen yapıda, bodrum katında toplam kesme kuvveti taşıma kapasitesi üzerine gelen toplam yatay deprem kuvvetinden azdır. Kolonlar moment taşıma kapasitelerine ulaşmadan, kesme kuvveti dayanımlarının yani eğik asal çekme dayanımlarının aşılmasıyla bölgesel göçme durumu ile karşılaşmaktadırlar.

2.1.4. TAŞIYICI SİSTEMİN TANITILMASI :

SAP 90 programı ile çeşitli çözümler yapılırken, yapının davranışını yansıtacak yetenekte bir mekanik model oluşturulmaya çalışılmıştır. Sistemin mekanik modelinin oluşumunda, çerçeveler ve altındaki temeller birlikte ele alınmıştır. Bu çalışmanın bazı yerlerinde temeller kısaca altyapı ve çerçeveler ise üstyapı diye isimlendirilmişlerdir. Bu bölümde mekanik modelin bazı özellikleri açıklanacaktır.

Şekil 2.7 ve şekil 2.8 de 2. ve 1. normal katların mekanik modeli, bütün şekillerde olduğu gibi düğüm noktası numaraları verilerek gösterilmiştir.

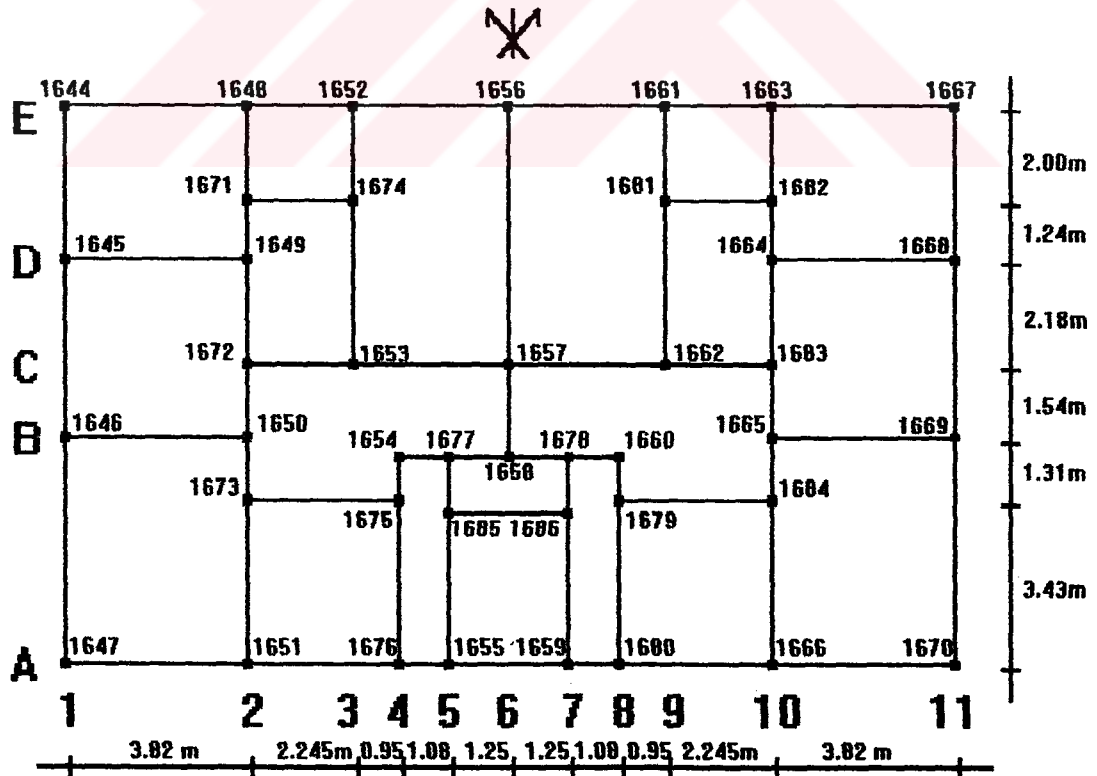
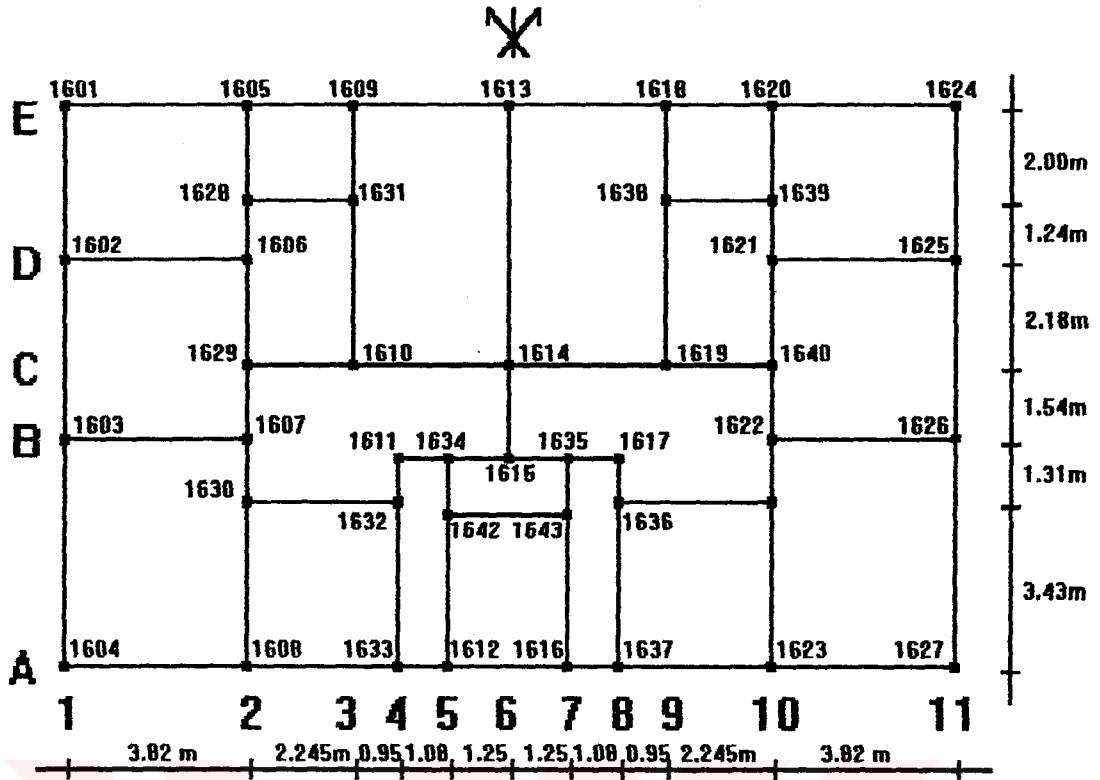
Şekil 2.9 ve Şekil 2.10 da zemin ve bodrum katların mekanik modeli verilmiştir.

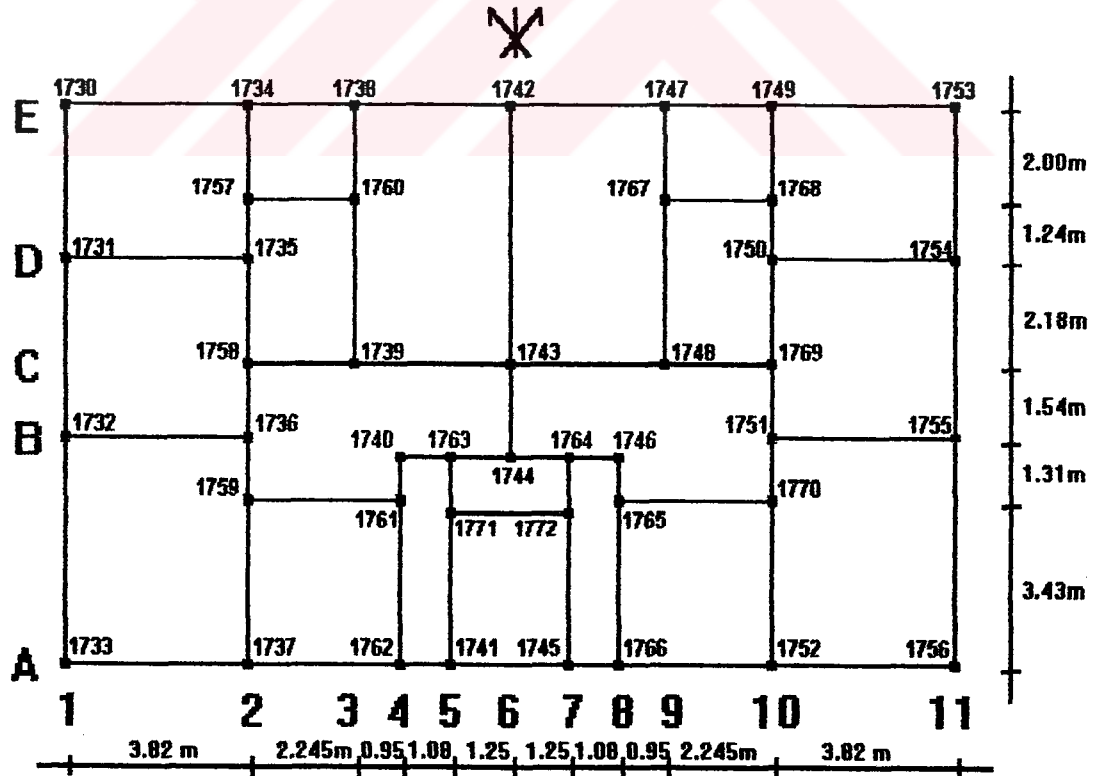
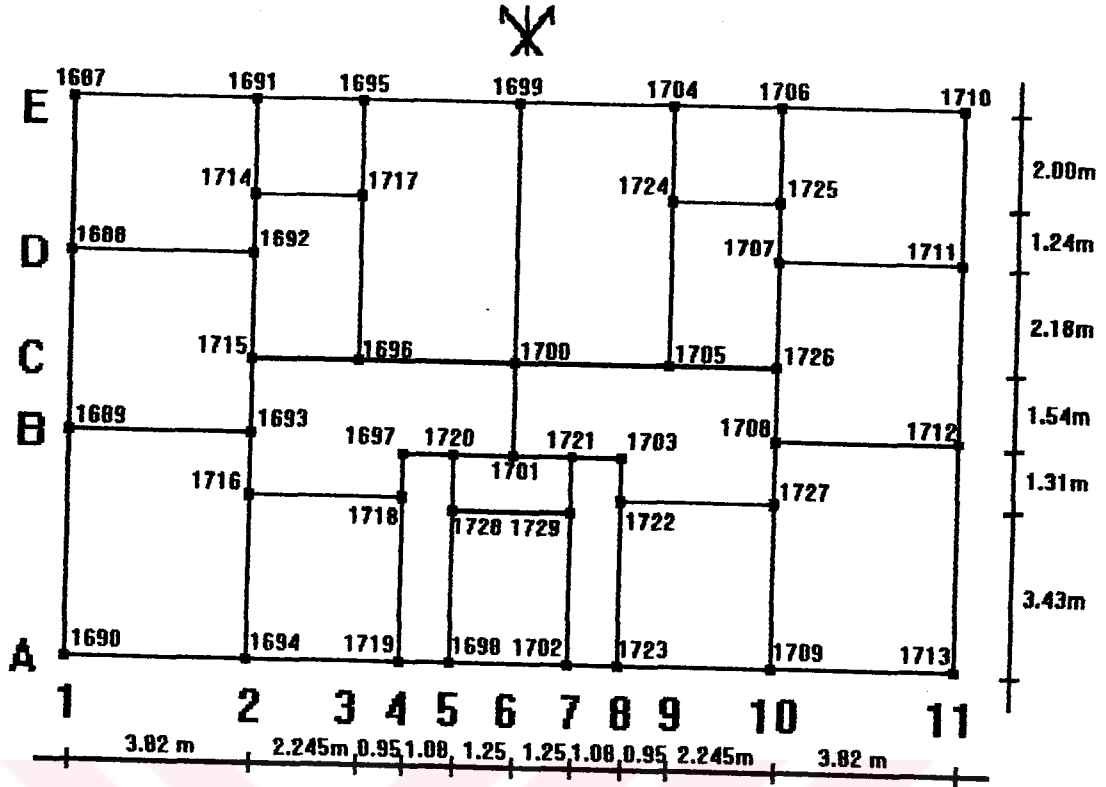
Sırasıyla Şekil 2.11, 2.12, 2.13, 2.14, 2.15 de x doğrultusundaki A, B, C, D, E çerçevelerinin mekanik modelleri verilmiştir.

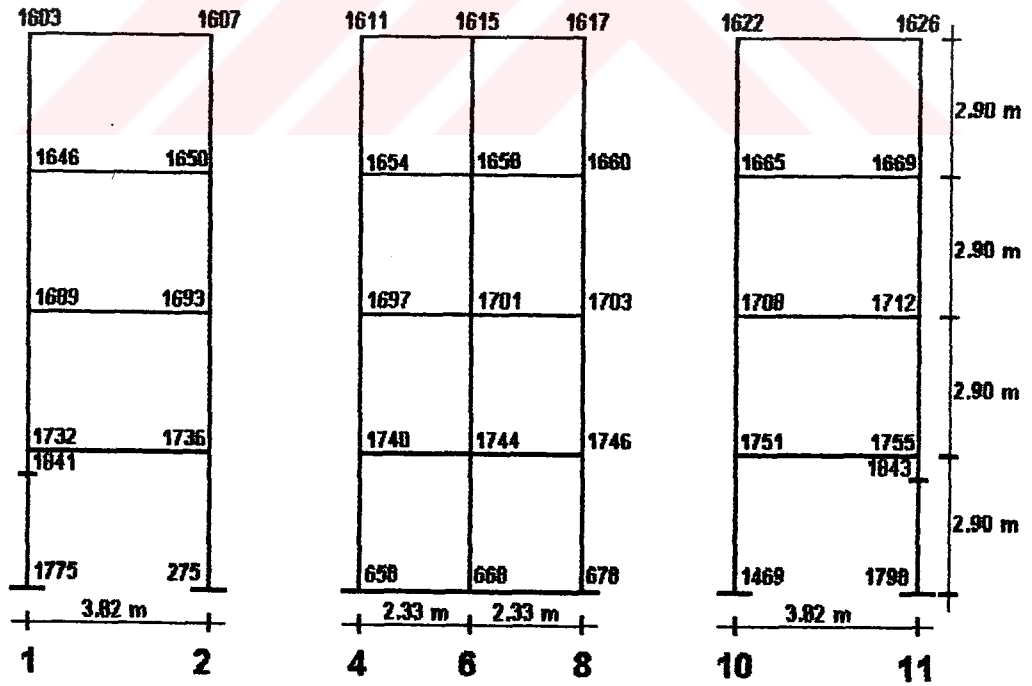
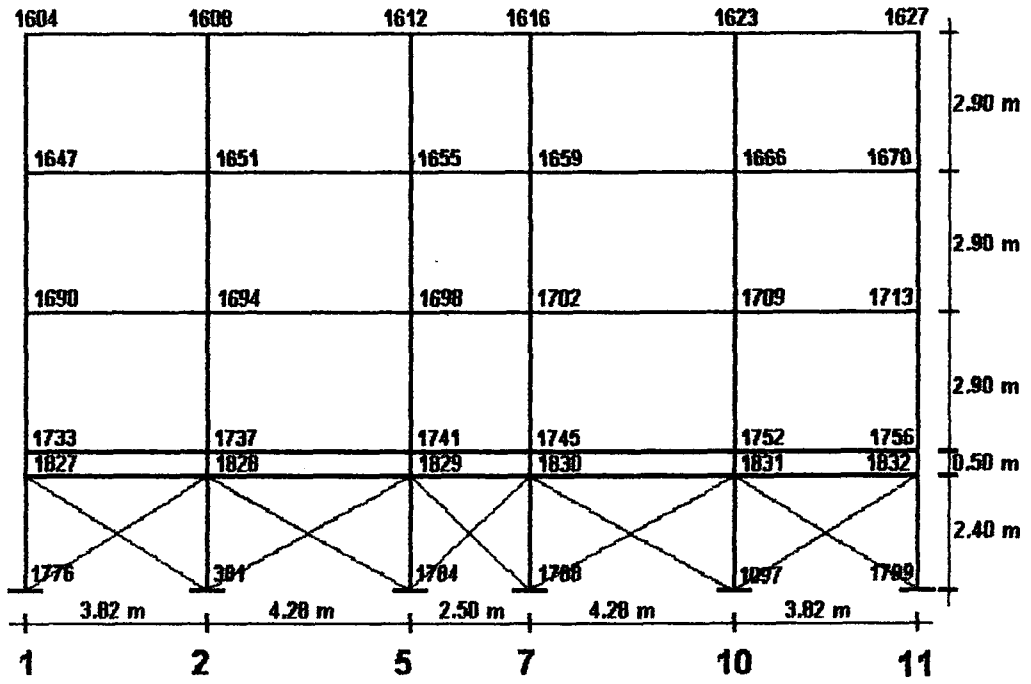
Y doğrultusundaki çerçevelerin mekanik modelleri ise, Şekil 2.16 da 1-11 çerçeveleri, Şekil 2.17 de 2-10 çerçeveleri, Şekil 2.18 de 3-9, 4-8 ve 5-7 çerçeveleri, Şekil 2.19 ise 6 çerçevesi verilmiştir.

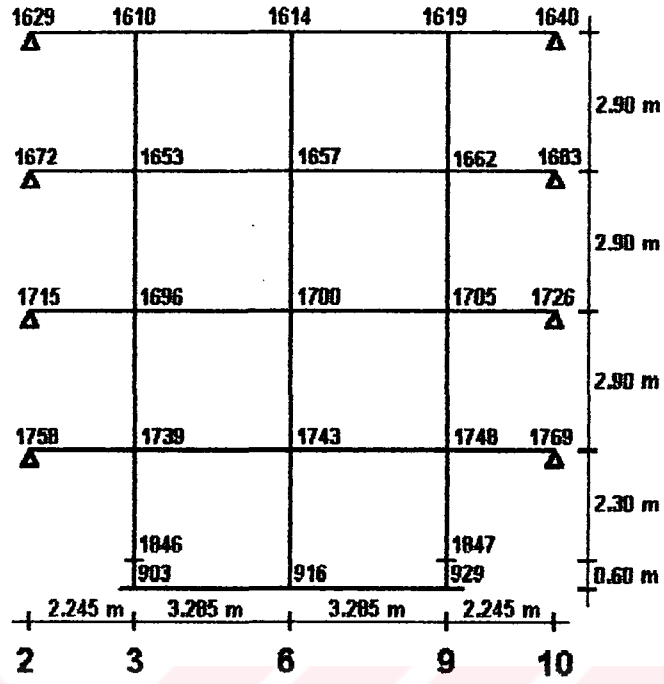
Radye temelın mekanik modeli ise Şekil 2.20 de verilmiştir. Düğüm noktası arasındaki mesafeler çok az olduğu için düğüm noktası numaraları tek tek yazılmak yerine toplam düğüm noktası ve çubuk sayısı şekil üstüne yazılarak verilmiştir.

Şekil 2.21 de ise mekanik modelin genel görünüşü görülmektedir.

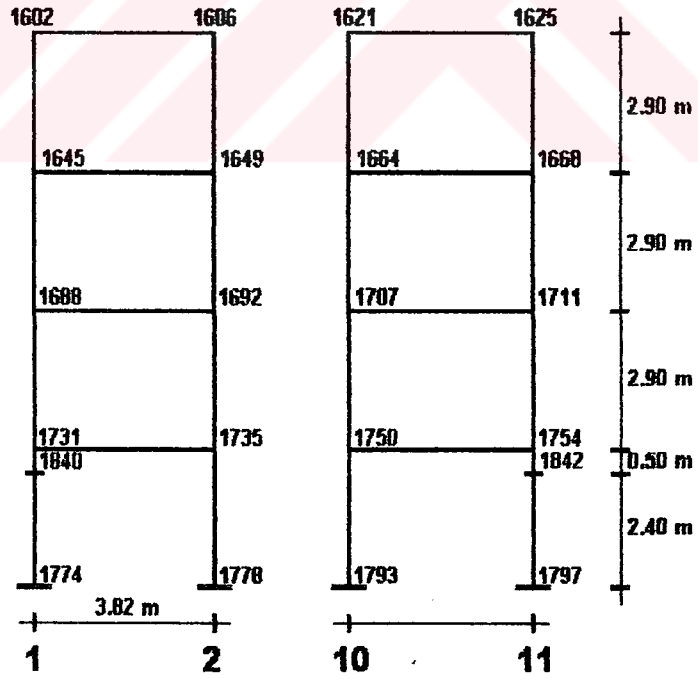




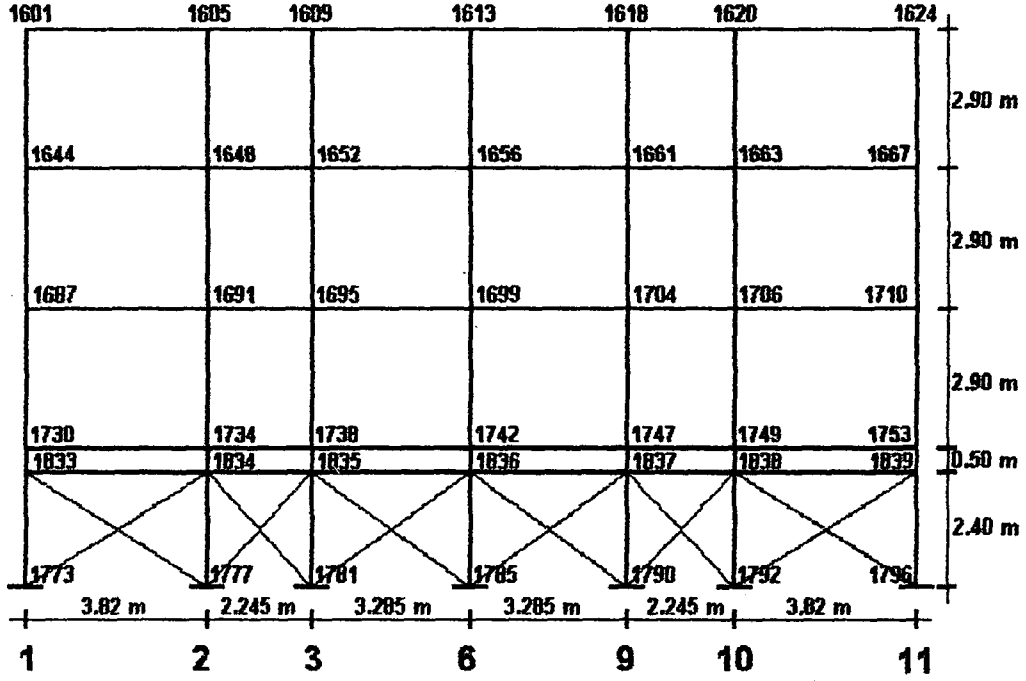




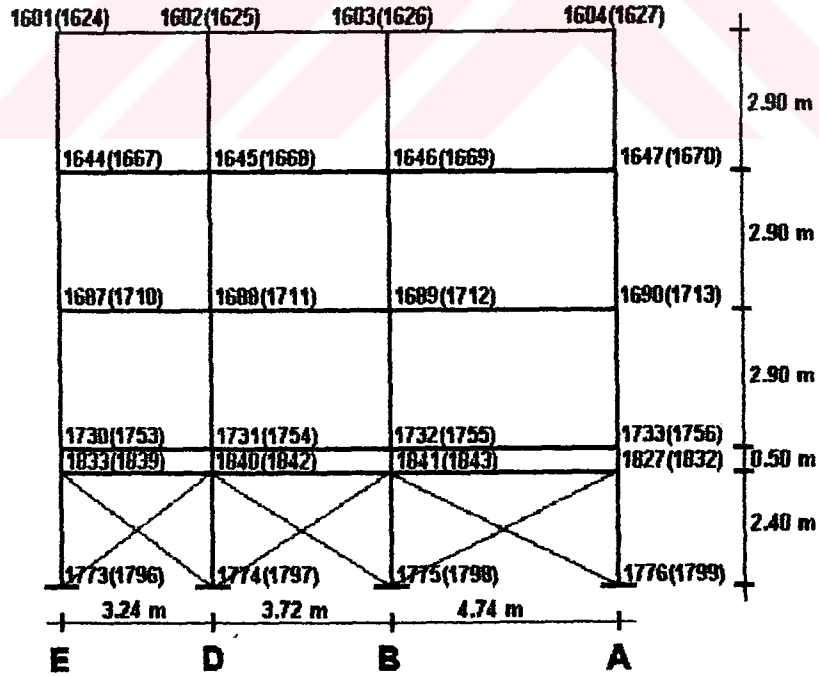
Şekil 2.13. C Çerçevesi



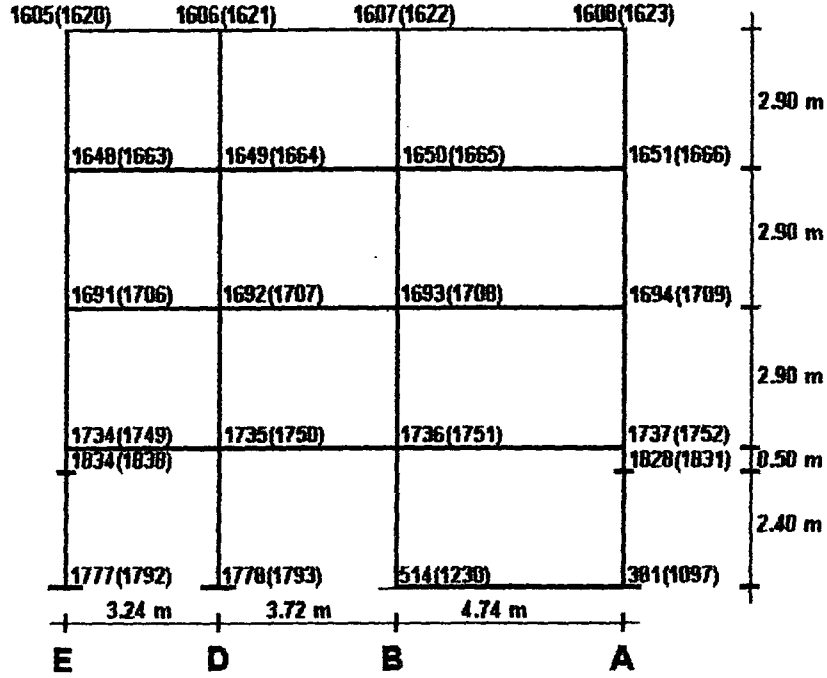
Şekil 2.14. D Çerçevesi



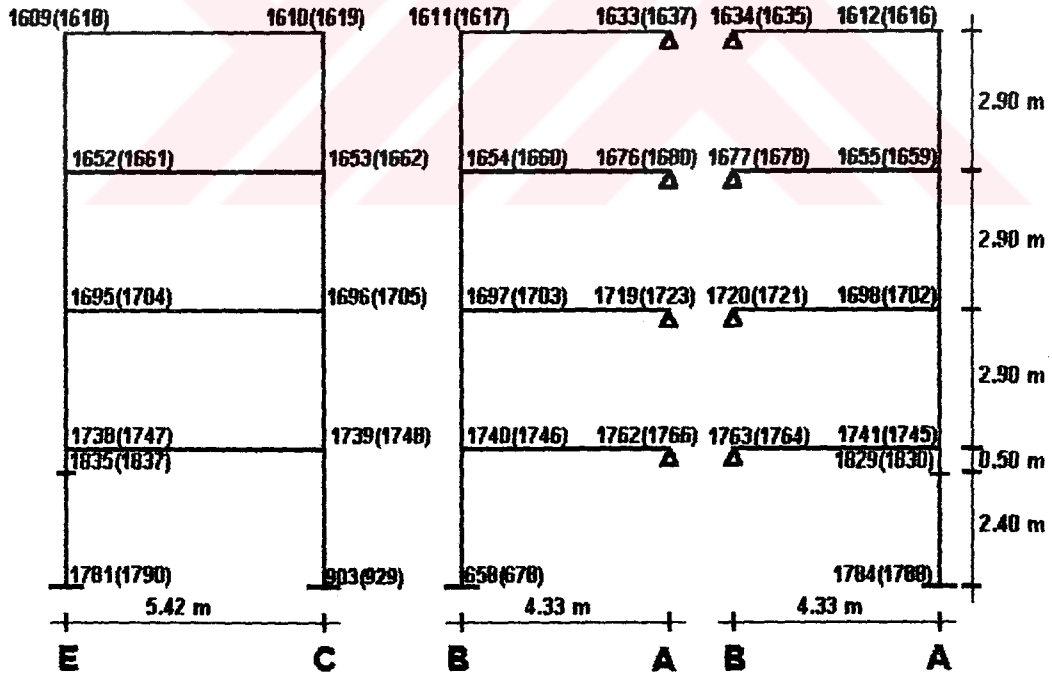
Şekil 2.15. E Çerçevesi



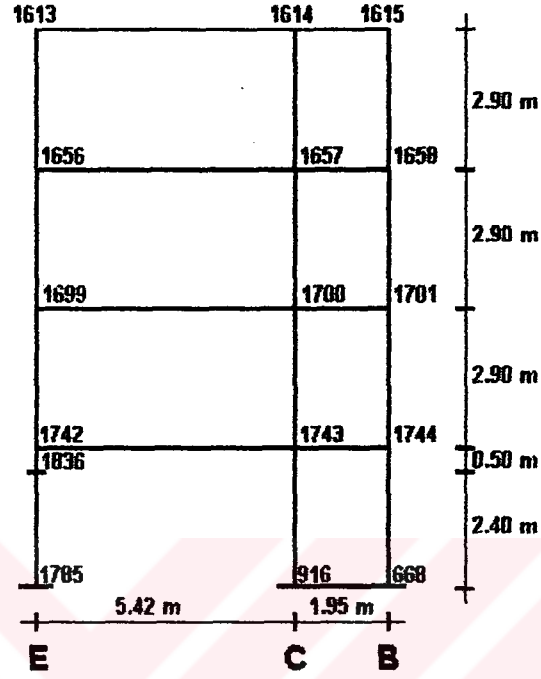
Şekil 2.16. 1-11 Çerçeveleri



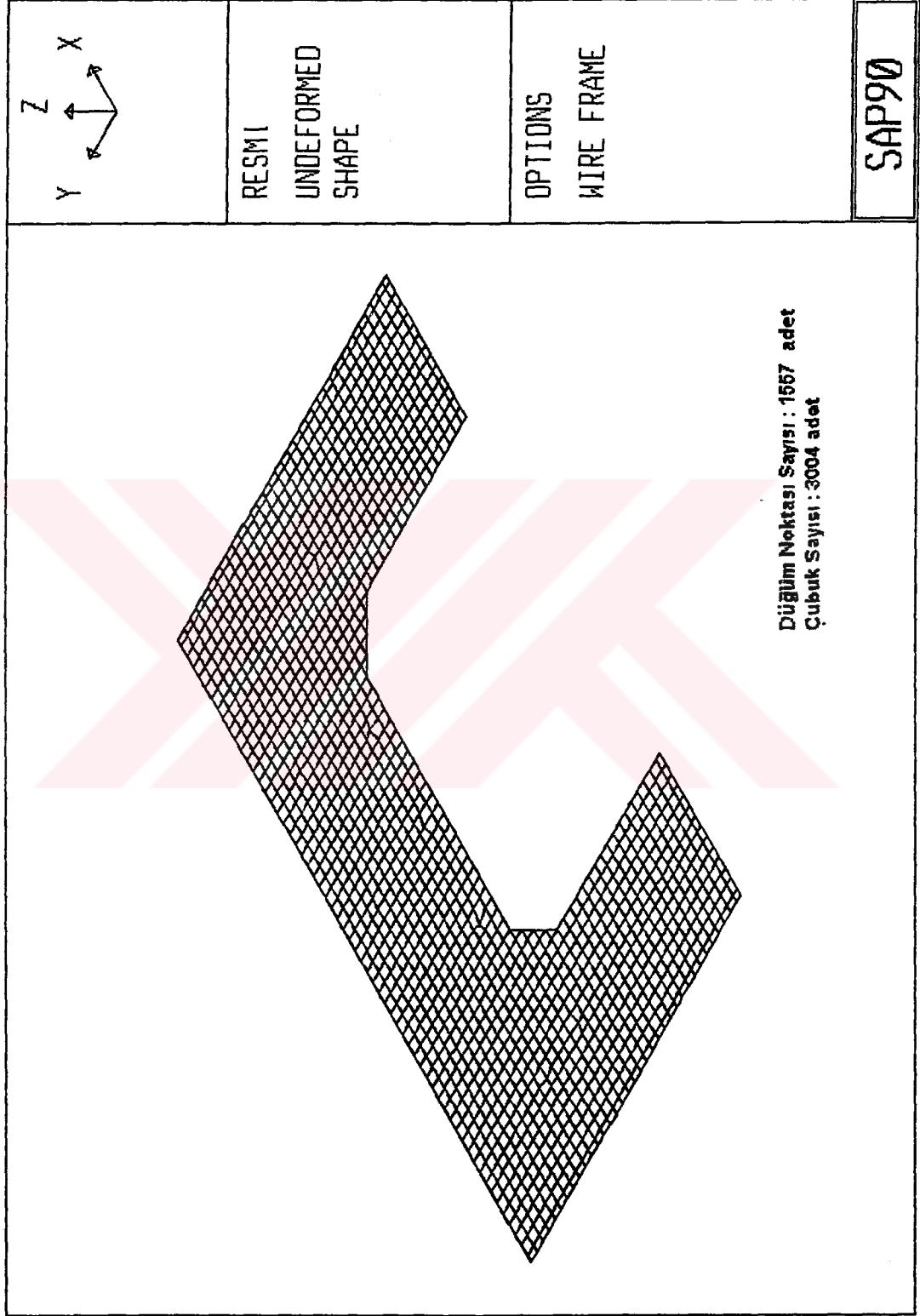
Şekil 2.17. 2-10 Çerçveleri



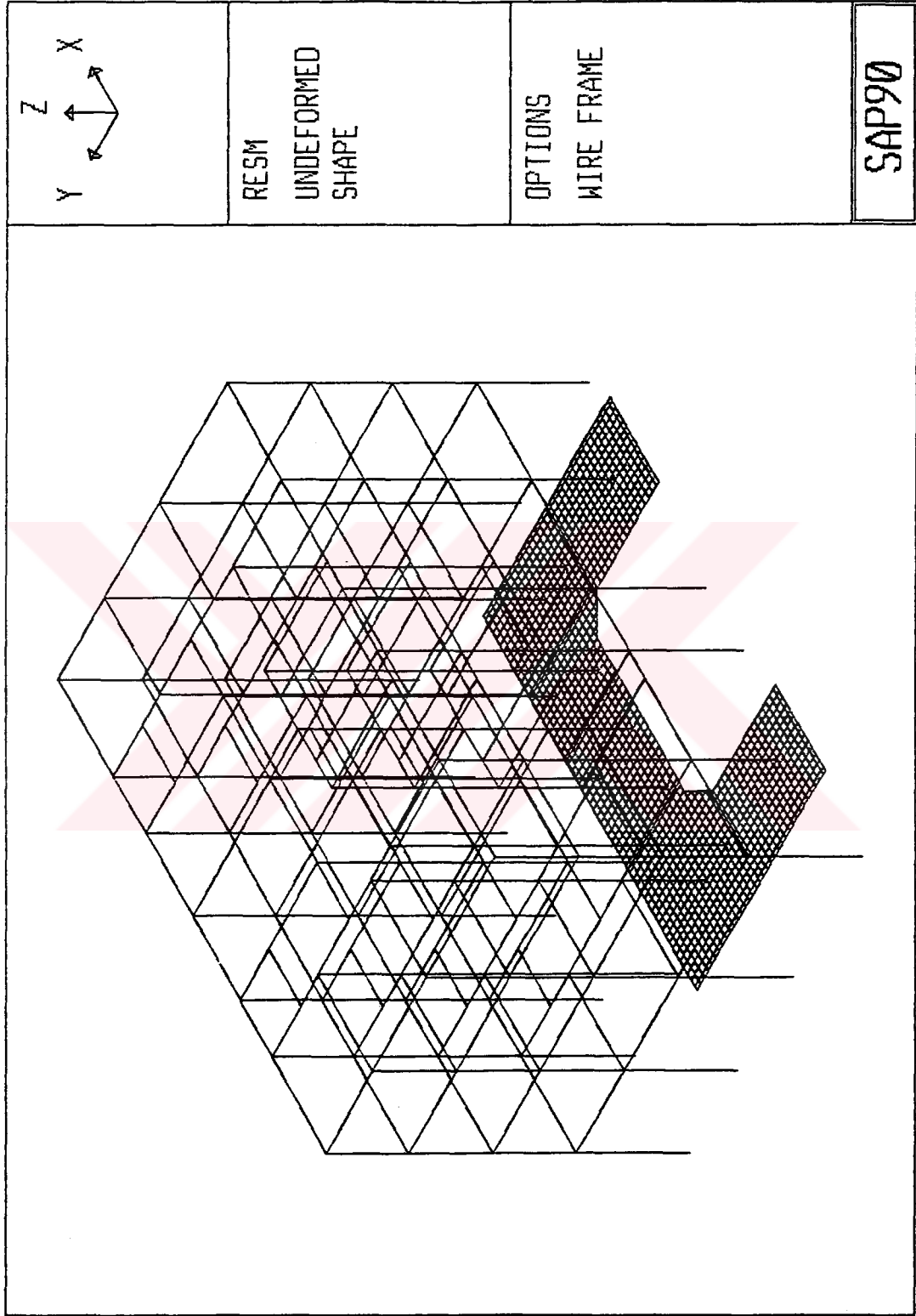
Şekil 2.18. 3-9, 4-8, 5-7 Çerçveleri



Şekil 2.19. 6 Çerçevesi



Şekil 2.20. Radye Temelin Mekanik Modeli



Şekil 2.21. Mekanik Modelin Genel Görünüşü

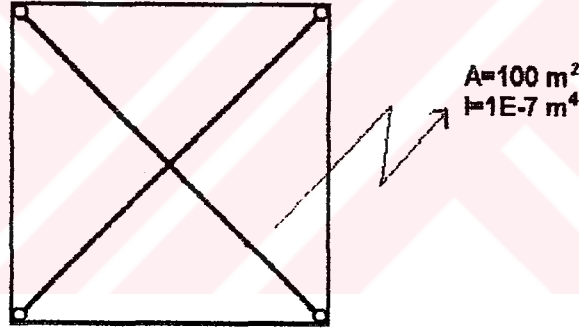
Toplam Dügüm Noktası Sayısı :

$$\text{Altyapı (1557) + Üstyapı (267) = 1824 adet}$$

Toplam Çubuk Sayısı :

$$\text{Altyapı (3004) + Üstyapı (726) = 3730 adet}$$

Döşemelerin düzlemleri içerisinde sonsuz rijit olduğu kabuluyla, döşemeler Şekil 2.22 de gösterildiği gibi idealleştirilmiştir. Döşeme düzlemlerinde, kolon düğüm noktalarının birbirine göre hareketini engellemek üzere, eksenel rijitliği büyük olan pandüllerle birbirlerine bağlanmıştır. Briket çevre duvarlarında eksenel rijitliği daha düşük olan pandüllerle tarif edilmişlerdir.



Şekil 2.22. Döşemelerin Mekanik Modelde Tarifi

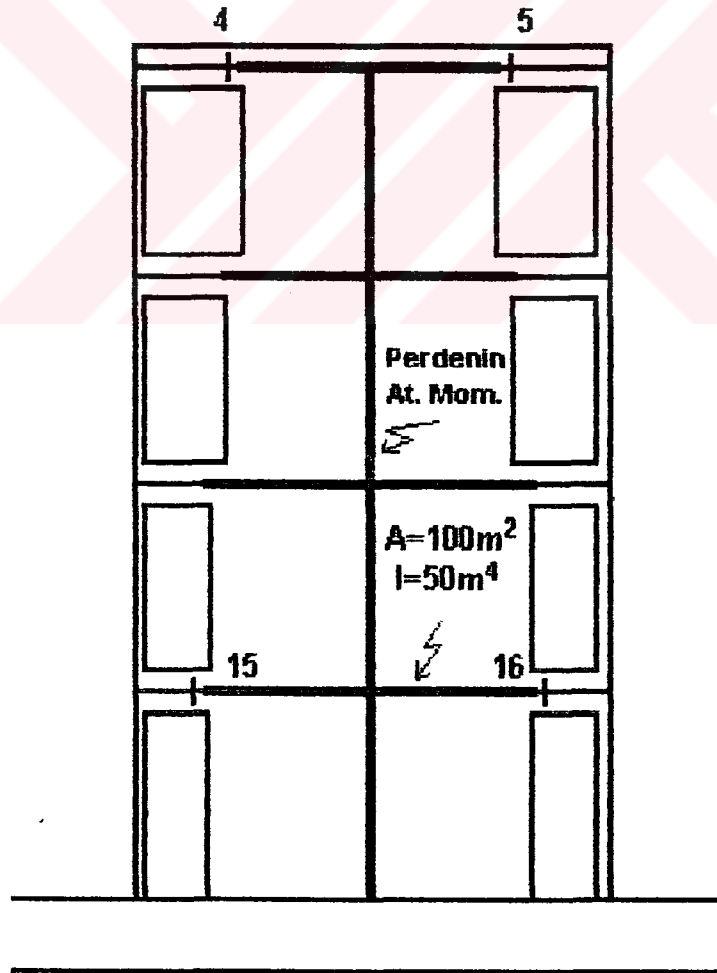
Zemin Yatak Katsayısı :

Erzincanda yapılan zemin mekaniği deneyleri sonucunda düşey zemin yatak katsayısının $K=20000-40000 \text{ kN/m}$ arasında değiştiği saptanmıştır. Bu çalışmada, zemin yatak katsayısının sistem davranışına etkisini anlamak için $K=5000-2E6 \text{ kN/m}$ arası değerler kullanılmıştır. Burada $K=5000 \text{ kN/m}$ çürük zemini, $K=2E6 \text{ kN/m}$ ise sağlam zemini temsil ettiği düşünülebilir.

Perdelerin Temsili :

Yapının mekanik modelinin oluřumunda, perdeler, dűsey doęrultuda her katta kendilerinininkine eődeęer ata-let momenti olan çubuklarla idealleőtirilmiřlerdir. Ya-
tay doęrultuda ise perdenin içinde kalan kiriř kesiminin eęilme ve eksenel rijitlikleri sanal olarak çok bűyűk deęerlere yűkseltilmiřtir.

Őekil 2.23 de bu modelleme ve ilerideki bazı kar-řılařtırmalarda kullanılacak kritik kesitler gűsterilmiřtir.



Şekil 2.23. Perdelerin Mekanik Modelde Temsili

ilave perdelerin altına yapılan radye temel, eşdeğer ızgara sisteme dönüştürülerek hesaba katılmıştır [2]. Düğüm noktası aralıkları 25 cm olacak şekilde, her düğüm noktasının altına Winkler türü zemini temsil etmek için çökmeye karşı duyarlı bir yay tarif edilerek, elastik zemine oturan ilave radye temelin düzlemine dik doğrultudaki şekil değiştirmeleride hesapta gözönüne alınmıştır, (Şekil 2.24). Mekanik modelde, münferid temeller hem çökmeye, hem dönmeye karşı duyarlı yaylarla temsil edilmişlerdir. (Şekil 2.25)

Çökmeye karşı duyarlı yayların katsayısı, yayın temsil ettiği zemin bölümü ile zemin yatak katsayısının çarpımından bulunur.

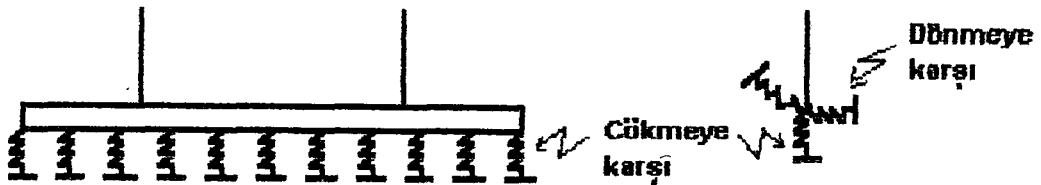
$$K_z = a \times b \times k \quad (2.1)$$

a ve b yayın temsil ettiği dikdörtgen zemin bölümünün boyutları, k ise zemin yatak katsayısını ifade etmektedir

Dönmeye karşı duyarlı yaylar ise temel alanının atalet momenti ile zemin yatak katsayısının çarpımından bulunur.

$$K_x = (a \times b^3 / 12) \times k \quad (2.2)$$

$$K_y = (b \times a^3 / 12) \times k \quad (2.3)$$



Şekil 2.24. Radye temelin altındaki yaylar Şekil 2.25. Münferid temellerin temsili

Yük Analizi :

Sabit Yükler :

$$\text{Döşeme (15 cm)} = 25 \times 0.15 = 3.75 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Tesviye Beton (5 cm)} = 22 \times 0.05 = 1.10 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Alt Sıva (1 cm)} = 20 \times 0.01 = 0.20 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Karo Mozaik (3 cm)} = 20 \times 0.03 = 0.60 \text{ kN/m}^2$$

$$g = 5.65 \text{ kN/m}^2$$

Hareketli Yükler :

$$\text{Döşemelerde } q = 2.00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Merdiven + Balkonlarda } q = 3.50 \text{ kN/m}^2$$

Deprem Yükleri :

Tablo 2.1. Deprem Kuvvetleri [kN]

KAT	C=0.08	C=0.15
4	355.81	667.08
3	359.05	673.16
2	240.84	451.55
1	128.61	241.13

Buradan bulunan düşey yükler, kirişlere yayılı yük, kolonlara ise normal kuvvet olarak etkitilmiştir. Bütün hesaplarda $1.0G + 1.0Q + 1.0E$ süperpozisyonu kullanılmıştır.

2.1.5. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Gülistan yapı kooperatifi ile ilgili çalışmalar 4 bölümde toplanabilir.

2.1.5.1. Yapının üstyapı + altyapı veya yalnız üstyapı olarak incelenmesi

2.1.5.2. İlave radye temelin üstyapıya olan etkisi ve radye temelde zeminden ayrılmaların incelenmesi

2.1.5.3. Çevre duvarların kısa kolon oluşturmaları

2.1.5.4. Yapının kesme kuvveti taşıma kapasitelerinin bulunması

Bu bölümlerde, değişik parametrelerin etkileri altında içkuvvetlerin karşılaştırılması dışında, serbest titreşim analizleri yapılarak periyodlar bulunacak ve mod şekilleride çizilecektir.

Ayrıca kritik kesitler incelenerek, bu kesitlerin moment taşıma kapasitelerinin aşılp aşılmadığında bakılmaktadır.

2.1.5.1. Yapının Üstyapı + Altyapı veya Yalnız Üstyapı Olarak incelenmesi :

Yapılan bu çalışmada, gerçek sistem davranışına yakın sonuçlar elde etmek amacıyla üstyapı + altyapı birlikte incelenmiş ve mekanik modelde yalnız üstyapının bulunması durumu ile karşılaştırmalar yapılmıştır.

Yalnız üstyapının incelenmesi durumu yapının temelden zemine tam ankastre bağlı sayılmasına karşılık

gelmektedir. Üstyapı + altyapı durumunda ise sistem, temellerin ve zeminin davranışını temsil eden yaylar sayesinde elastik ankastre gibi mesnetlenmiş olmaktadır.

Bu bölümde, farklı deprem kuvvetlerine ve farklı zemin yatak katsayılarına göre kritik olarak seçilen kesitlerde içkuvvetlerin karşılaştırılması yapılmıştır. Burada yapıya deprem kuvvetleri yalnız x doğrultusundan etkitilmiştir. Hesaplarda farklı deprem kuvvetleri gözönüne alınırken düşey yükler sabit tutulmaktadır.

Bölüm 2.1.4 de perdenin temsilinde görüldüğü üzere, perdeyi temsil eden kuvvetli kirişlerin yanında, onlara göre atalet momentleri çok düşük olan zayıf kirişler yer almaktadır. Bu kirişlerin bağlandığı noktalardaki kesitler oldukça kritiktir ve dikkatle karşılaştırmalar bölümünde incelenmiştir.

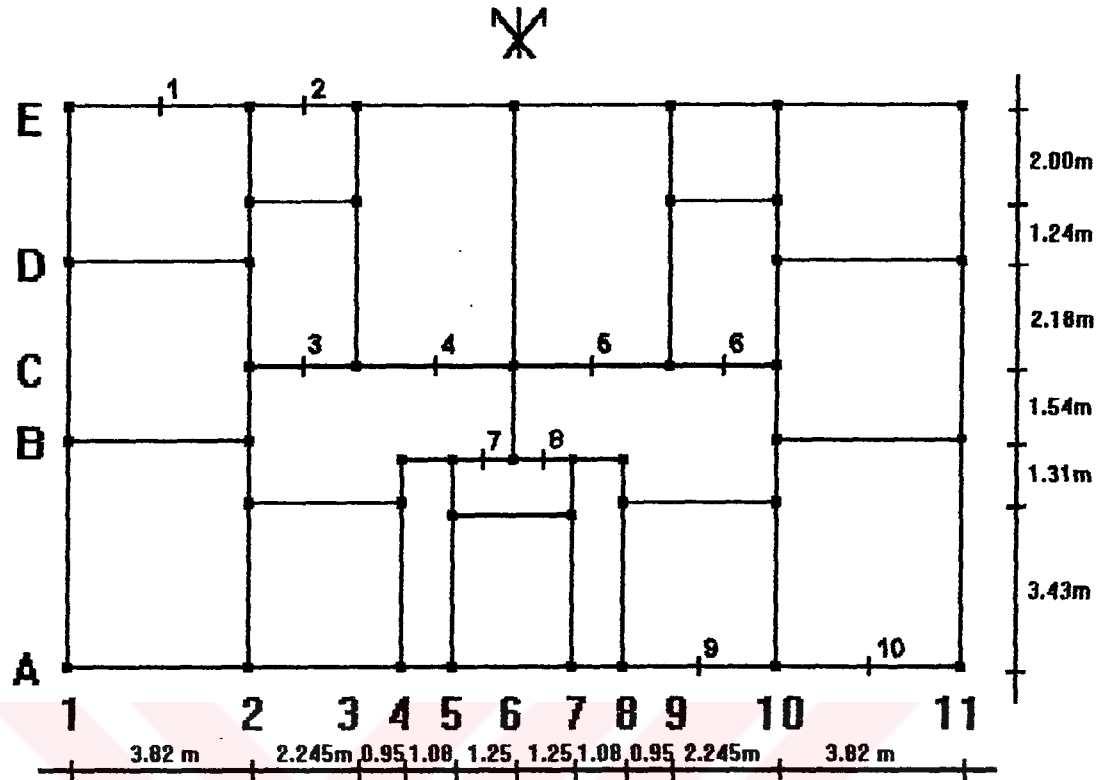
Bu bölümün tablolarında içkuvvetleri gösterilen 2. normal kata ait kritik kirişler Şekil 2.26 de, bodrum kata ait kritik kirişlerde Şekil 2.27 de gösterilmiştir.

2 ve 1 nolu çerçevelerden seçilen kritik kolonlar Şekil 2.28 da gösterilmiştir.

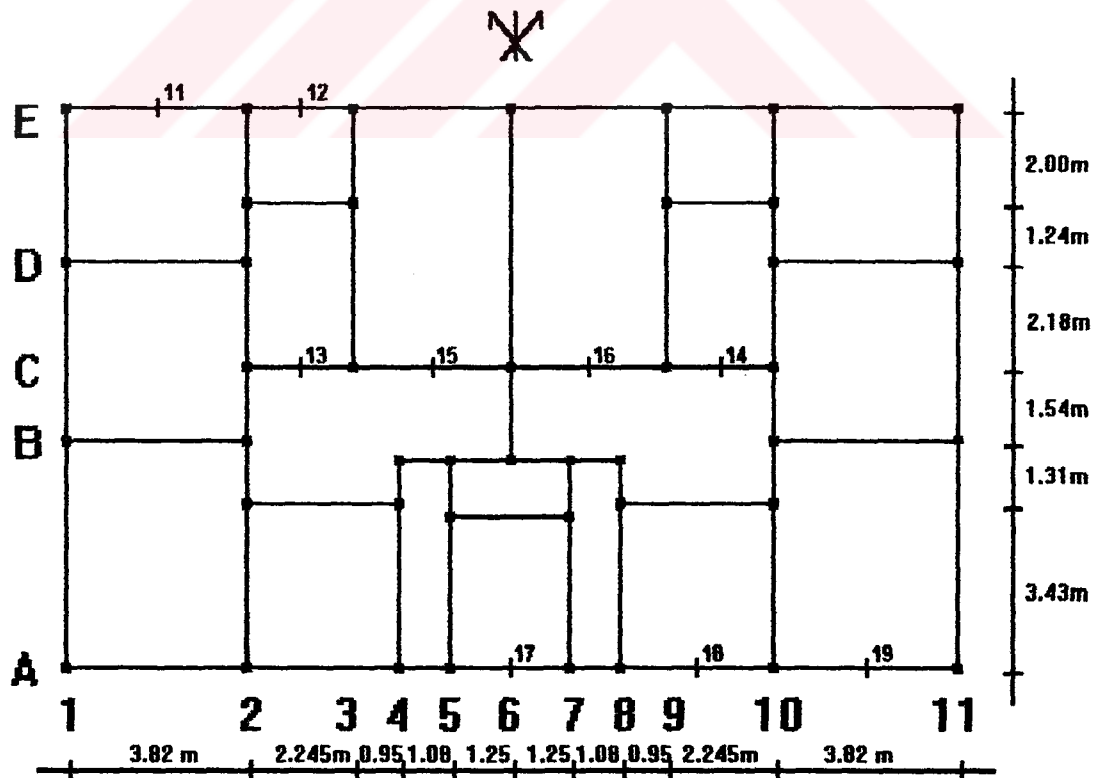
Tablolarda kullanılan x yönündeki perdenin kritik kesitleri ise Şekil 2.29 de gösterilmiştir.

Üstyapı + altyapı durumlarına ait hesaplarda ilave radyenin kalınlığı 60 cm olarak alınmıştır.

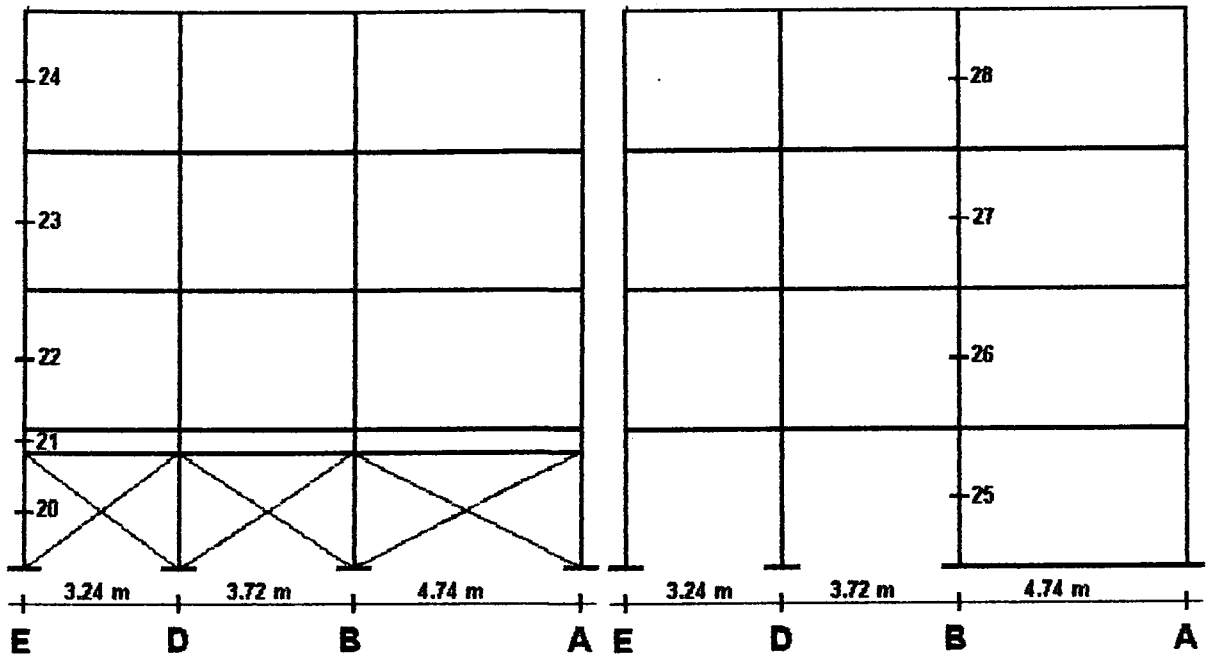
Tablo 2.2 : Perdesiz durum, yalnız üstyapı
(Tam ankastre)
Deprem katsayısı $c=0.08$



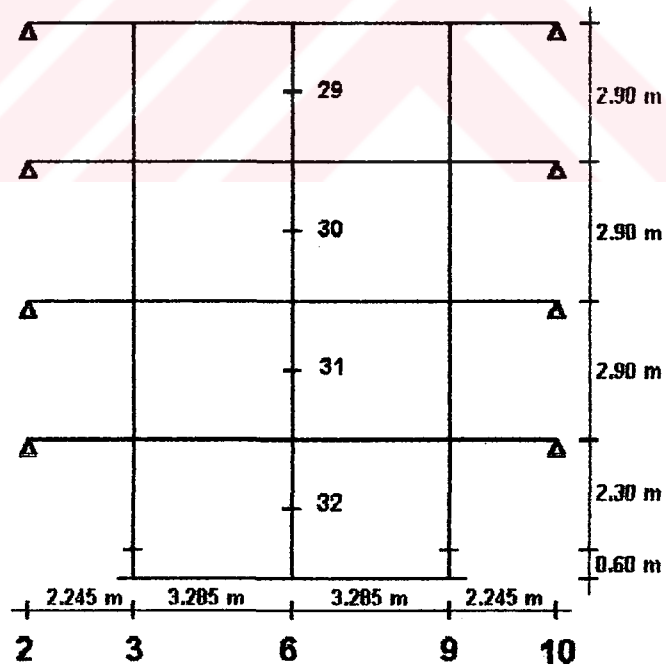
Şekil 2.26. 2. Normal katta kritik kesitler



Şekil 2.27. Bodrum katta kritik kesitler



Şekil 2.28. Kritik kolonlar



Şekil 2.29. X yönündeki perdede kritik kesitler

Tablo 2.3 : Perdesiz durum, yalnız üstyapı
(Tam ankastre)
Deprem katsayısı $c=0.15$

Tablo 2.4 : Perdeli durum, yalnız üstyapı
(Tam ankastre)
Deprem katsayısı $c=0.15$

Tablo 2.5 : Perdeli durum, üstyapı + altyapı
(Elastik ankastre)
Deprem katsayısı $c=0.15$, $K=5000$ kN/m

Tablo 2.6 : Perdeli durum, üstyapı + altyapı
(Elastik ankastre)
Deprem katsayısı $c=0.15$, $K=20000$ kN/m

Tablo 2.7 : Perdeli durum, üstyapı + altyapı
(Elastik ankastre)
Deprem katsayısı $c=0.15$, $K=40000$ kN/m

Tablo 2.8 : Perdeli durum, Üstyapı + altyapı
(Elastik ankastre)
Deprem katsayısı $c=0.15$, $K=2E6$ kN/m

Tam ankastre, elastik ankastre ($K=5000$ kN/m) ve elastik ankastre ($K=2E6$ kN/m) durumları için hesaplanan periyodlar Tablo 2.9 da verilmiştir.

Aynı durumlara karşılık gelen mod şekilleride Şekil 2.30, 2.31 ve 2.32 da gösterilmiştir. Mod şekilleri ortadaki perdeninde bulunduğu C çerçevesi esas alınarak çizilmiştir.

Tablo 2.2. 1. Durum için Kritik Kesitlerde İckuvvetler

KIRIS KESİTLERİ					
KESİT NO	M sol	M sag	V sol	V sag	N
1	2.1582	-7.848	-40.221	45.42	3.3354
2	11.38	-11.38	-10.497	30.902	-2.453
3	0	-55.427	-1.8639	51.208	-13.15
4	-29.822	8.4366	-45.126	-4.7088	47.088
5	16.677	-34.826	13.342	53.759	-39.44
6	-7.9461	0	-30.117	22.955	11.674
7	26.389	-42.968	39.534	71.417	17.854
8	-28.253	19.031	-53.759	-21.876	-15.3
9	55.525	-87.505	-11.183	100.55	-5.396
10	-57.585	-41.987	-73.869	65.629	0.7848
11	117.43	-69.847	6.1803	91.822	23.446
12	57.781	-73.575	37.769	69.357	29.136
13	0	-47.284	-5.4936	47.579	-21.39
14	22.661	0	-16.481	36.591	20.601
15	42.772	-79.952	82.208	114.09	23.25
16	-37.082	31.588	-70.828	-38.946	-24.33
17	55.819	-96.04	35.022	86.426	-0.687
18	73.575	76.616	13.145	80.736	17.658
19	-11.87	-172.75	-1.2763	85.543	-28.74
KOLON KESİTLERİ					
20	-82.698	58.664	-58.86	-58.86	-228.3
21	58.664	88.192	-59.154	-59.15	-228.5
22	-29.234	34.727	-22.073	-22.07	-203
23	-23.152	25.898	-16.873	-16.87	-147.4
24	-0.1962	2.1582	-0.7848	-0.785	-76.71
25	-9.0252	-9.0252	0	0	-1073
26	-136.26	107.81	-84.17	-84.17	-723
27	-49.541	66.316	-39.93	-39.93	-462.2
28	-24.035	37.965	-21.39	-21.39	-226.6
PERDE KESİTLERİ					
29					
30					
31					
32					

Tablo 2.3. : 2. Durum için Kritik Kesitlerde İckuvvetler

KIRIS KESİTLERİ					
KESİT NO	M sol	M sag	V sol	V sag	N
1	17.854	-5.2974	-36.689	48.854	9.81
2	31	-14.715	-0.2943	41.104	3.3354
3	0	-76.322	7.4556	60.528	-24.03
4	-27.664	4.905	-41.398	-0.981	84.955
5	20.209	-36.984	17.069	57.487	-77.3
6	12.851	0	-20.797	32.275	22.563
7	29.528	-49.442	47.186	79.069	32.373
8	-21.876	15.794	-46.107	-14.225	-29.92
9	68.081	-119.19	2.6487	114.38	-8.829
10	-68.67	-60.233	-71.907	67.591	-1.962
11	238.87	-125.96	52.68	138.32	42.183
12	111.15	-127.53	85.641	127.04	51.503
13	0	-77.99	8.2404	61.313	-39.83
14	53.268	0	-2.8449	50.227	39.044
15	47.677	-98.689	101.14	133.02	44.145
16	-18.345	26.585	-51.993	-20.012	-45.13
17	122.23	-162.55	88.192	139.6	-0.687
18	107.03	-102.02	31.49	99.179	31.784
19	14.028	-310.58	41.594	128.41	-51.5
KOLON KESİTLERİ					
20	-157.45	115.46	-113.7	-113.7	-121.6
21	115.46	172.56	-114.19	-114.19	-122
22	-66.316	76.42	-49.25	-49.25	-153.3
23	-54.642	59.841	-39.53	-39.53	-126.8
24	-13.047	17.952	-10.69	-10.69	-73.48
25	-19.522	-19.522	0	0	-1178
26	-241.52	191.39	-149.31	-149.31	-777
27	-86.132	118.11	-70.44	-70.44	-479.6
28	-37.082	60.626	-33.65	-33.65	-227.8
PERDE KESİTLERİ					
29					
30					
31					
32					

Tablo 2.4. 3. Durum için Kritik Kesitlerde İckuvvetler

KIRIS KESITLERİ					
KESİT NO	M sol	M sag	V sol	V sag	N
1	10.497	-29.038	-32.471	53.17	10.987
2	16.187	-25.212	10.104	20.307	1.962
3	0	-83.385	10.595	63.667	-21.58
4	-43.949	-180.31	68.572	108.99	19.13
5	50.227	21.974	-1.7658	38.651	-1.864
6	38.063	0	-9.5157	43.556	17.756
7	21.582	-62.097	50.914	82.895	96.236
8	-43.556	12.753	-61.018	-29.038	-93.88
9	50.62	-111.83	-5.1012	106.63	1.1772
10	-75.047	-28.351	-82.012	57.585	-12.95
11	8.9271	-34.531	-31.392	54.151	-5.788
12	-11.87	-20.209	-16.971	24.427	-10.79
13	0	-7.0632	-23.348	29.724	-9.418
14	-28.449	0	-39.24	13.832	-0.883
15	54.642	-314.12	342.66	369.94	-41.59
16	202.67	-63.569	243.58	270.85	25.997
17	-13.832	-20.797	-22.857	28.547	-15.7
18	38.553	-110.26	12.753	80.344	-18.44
19	-3.0411	-36.199	-34.727	52.091	0.2943
KOLON KESITLERİ					
20	-6.7689	-0.0981	-2.7468	-2.7468	-320.1
21	-0.0981	1.2753	-2.7468	-2.7468	-320.1
22	-7.6518	6.0822	-4.7088	-4.7088	-237.4
23	-10.399	9.4176	-6.867	-6.867	-158.6
24	-10.104	10.497	-7.1613	-7.1613	-76.42
25	-29.528	25.702	-24.035	-24.035	-749.3
26	-41.791	37.082	-27.174	-27.174	-511.1
27	-44.145	40.712	-29.234	-29.234	-351.6
28	-47.873	57.094	-36.199	-36.199	-179.6
PERDE KESITLERİ					
29	-327.16	417.81	-256.92	-256.92	-277.2
30	-2002.3	739.87	-945.59	-945.59	-639.5
31	-4229.6	11.38	-1462.4	-1462.4	-1045
32	-7289.5	-2334	-1708.8	-1708.8	-1582

Tablo 2.5. 4. Durum için Kritik Kesitlerde İckuvvetler

KIRIS KESITLERİ					
KESİT NO	M sol	M sag	V sol	V sag	N
1	18.541	-4.0221	-36.886	48.658	15.304
2	31.588	-20.601	2.5506	43.949	8.9271
3	0	-141.95	36.689	89.762	-24.53
4	-99.081	-146.56	10.693	51.11	40.319
5	78.382	120.96	-47.971	-7.5537	-22.86
6	159.71	0	44.636	97.708	16.285
7	24.035	-57.094	48.952	80.834	98.1
8	-38.75	13.538	-57.781	-25.898	-92.31
9	66.218	-168.05	17.364	129.1	1.3734
10	-106.63	-34.041	-88.781	50.816	-19.91
11	29.724	-8.0442	-32.864	52.68	-7.456
12	51.699	-36.689	18.737	60.135	0.4905
13	0	-122.23	27.959	81.031	17.364
14	125.18	0	29.234	82.306	1.7658
15	-49.639	-248.59	178.64	205.81	-81.62
16	416.93	-1.8639	391.03	418.3	35.807
17	26.978	14.028	-20.503	30.902	-168.2
18	58.271	-317.84	83.679	151.27	-177
19	118.7	-77.99	8.0442	94.863	-24.03
KOLON KESITLERİ					
20	-9.3195	7.848	-7.1613	-7.1613	-252
21	7.848	11.478	-7.2594	-7.2594	-252.1
22	-18.247	17.658	-12.361	-12.361	-197.2
23	-17.854	17.658	-12.263	-12.263	-140.9
24	-17.364	18.541	-12.361	-12.361	-73.87
25	-33.55	69.259	-44.734	-44.734	-1275
26	-88.977	83.091	-59.351	-59.351	-867.1
27	-77.891	75.145	-52.778	-52.778	-543.7
28	-81.129	95.942	-61.018	-61.018	-250.7
PERDE KESITLERİ					
29	158.82	417.81	-24.623	-24.623	-281.7
30	-963.34	739.87	-687.58	-687.58	-617.2
31	-2382.3	11.38	-1164.1	-1164.1	-898.9
32	-3035.1	-2334	-917.43	-917.43	-1103

Tablo 2.6. 5. Durum için Kritik Kesitlerde İckuvvetler

KIRIS KESİTLERİ					
KESİT NO	M sol	M sag	V sol	V sag	N
1	17.56	-12.263	-35.022	50.62	14.715
2	19.424	-24.329	-1.1772	40.221	8.1423
3	0	-140.48	36.003	89.173	-23.74
4	-96.04	-60.037	20.209	60.626	35.61
5	42.772	100.75	-66.218	-2.3544	-18.44
6	133.81	0	33.06	86.132	17.364
7	24.427	-56.408	48.658	80.54	97.021
8	-37.082	13.832	-56.604	-24.721	-92.7
9	58.075	-142.34	6.7689	118.5	-1.079
10	-84.955	-38.455	-81.914	57.585	-19.91
11	31.098	-19.326	-29.626	56.015	-7.259
12	37.18	-41.496	14.323	55.721	-5.199
13	0	-109.87	22.367	75.537	10.693
14	94.176	0	15.402	68.474	-1.079
15	-27.174	-295.18	245.35	272.52	-63.57
16	364.05	-12.557	350.22	377.49	27.959
17	4.1202	-8.4366	-20.699	30.705	-118.7
18	50.423	-254.86	61.607	129.2	-126.5
19	110.46	-82.404	7.0632	93.882	-20.4
KOLON KESİTLERİ					
20	-17.364	9.0252	-10.987	-10.987	-267
21	9.0252	14.519	-10.987	-10.987	-267.1
22	-16.579	16.187	-11.282	-11.282	-207.7
23	-17.168	16.873	-11.772	-11.772	-145.3
24	-16.481	17.56	-11.772	-11.772	-74.16
25	-68.67	77.205	-63.373	-63.373	-1082
26	-70.043	69.062	-47.971	-47.971	-731.7
27	-69.749	66.512	-46.99	-46.99	-468.3
28	-71.907	85.445	-54.249	-54.249	-221
PERDE KESİTLERİ					
29	92.705	417.81	-56.113	-56.113	-275.8
30	-1103.1	739.87	-722.11	-722.11	-614.5
31	-2625.9	11.38	-1206.9	-1206.9	-932.9
32	-3271.8	-2334	-932.83	-932.83	-1231

Tablo 2.7. 6. Durum için Kritik Kesitlerde İckuwetler

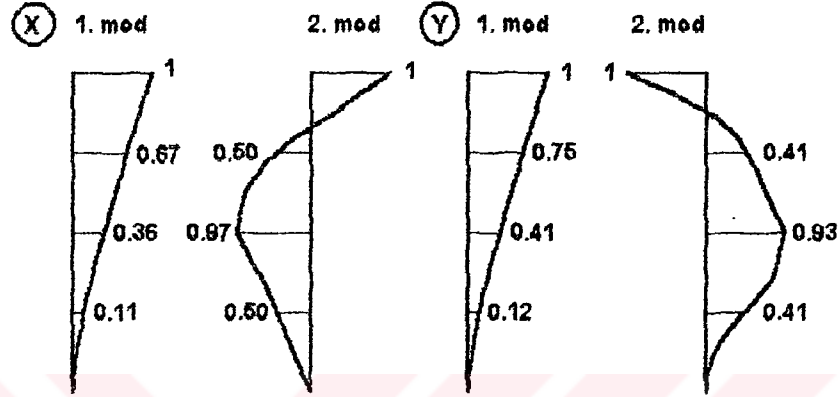
KIRIS KESITLERİ					
KESİT NO	M sol	M sag	V sol	V sag	N
1	17.462	-17.56	-33.648	51.993	14.715
2	12.164	-25.506	-3.924	37.474	8.0442
3	0	-136.85	34.433	87.505	-23.15
4	-91.92	-164.42	26.978	67.395	33.55
5	60.233	87.701	-38.063	2.3544	-16.68
6	117.33	0	25.702	78.774	17.952
7	24.427	-56.408	48.756	80.638	96.432
8	-36.689	13.93	-56.408	-24.427	-92.9
9	54.544	-128.31	1.2753	113.01	-1.864
10	-74.36	-39.632	-78.872	60.724	-19.42
11	32.177	-26.683	-27.37	58.173	-7.161
12	27.174	-41.594	9.9081	51.306	-7.456
13	0	-97.904	17.069	70.142	6.867
14	72.3	0	5.6898	58.762	-2.354
15	-10.987	-320.98	285.86	313.14	-53.96
16	338.74	-22.857	335.8	362.97	24.721
17	-7.1613	-17.658	-21.484	29.921	-5.003
18	46.892	-217.29	48.756	116.35	-97.81
19	100.55	-82.208	4.4145	91.233	-16.97
KOLON KESITLERİ					
20	-21.19	9.6138	-12.851	-12.851	-273.4
21	9.6138	15.99	-12.851	-12.851	-273.5
22	-16.187	15.696	-10.987	-10.987	-212
23	-17.168	16.775	-11.674	-11.674	-146.9
24	-16.383	17.462	-11.674	-11.674	-74.07
25	-79.559	77.009	-68.081	-68.081	-979.6
26	-60.822	61.607	-42.183	-42.183	-661.8
27	-64.942	61.607	-43.655	-43.655	-430.1
28	-66.806	79.657	-50.522	-50.522	-206.3
PERDE KESITLERİ					
29	43.556	417.81	-80.05	-80.05	-273.6
30	-1205.8	739.87	-748.5	-748.5	-615.3
31	-2792.3	11.38	-1237	-1237	-954
32	-3560.5	-2334	-995.42	-995.42	-1301

Tablo2.8. 7. Durum için Kritik Kesitlerde İckuvvetler

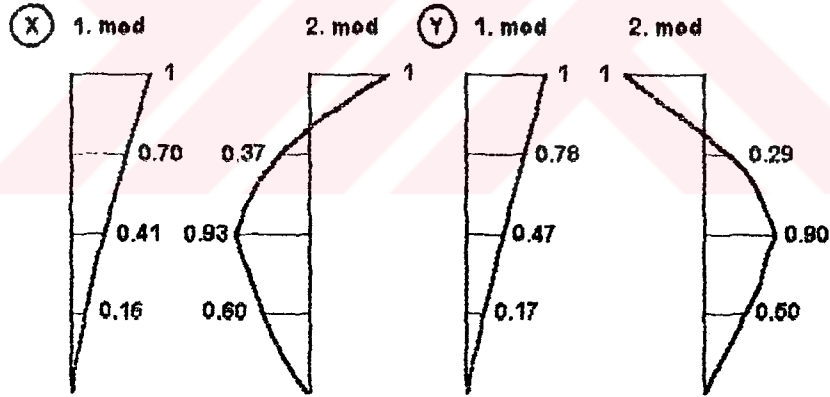
KIRIS KESİTLERİ					
KESİT NO	M sol	M sag	V sol	V sag	N
1	12.655	-29.43	-31.784	53.759	12.164
2	-8.4366	-21.582	-14.813	26.585	3.924
3	0	-95.451	15.99	69.062	-21.39
4	-54.347	-179.42	61.313	101.73	23.152
5	51.11	32.569	-8.1423	32.275	-6.18
6	50.816	0	-3.924	49.148	17.854
7	22.367	-61.705	51.306	83.189	95.648
8	-41.398	12.655	-59.252	-27.272	-93.29
9	49.639	-107.52	-6.7689	104.97	-0.196
10	-67.885	-32.471	-78.971	60.528	-14.42
11	17.952	-38.455	-28.057	57.585	-6.082
12	-7.848	-24.721	-13.244	28.155	-9.81
13	0	-15.5	-19.62	33.452	-5.199
14	-26.095	0	-38.161	14.911	-1.864
15	59.841	-361.6	393.48	420.75	-38.55
16	268.21	-77.303	320.2	347.47	21.68
17	-18.639	-24.035	-23.544	27.86	-29.92
18	38.946	-122.92	16.775	84.366	-29.63
19	27.664	-51.895	-22.563	64.256	-3.237
KOLON KESİTLERİ					
20	-14.028	3.8259	-7.4556	-7.4556	-306.7
21	3.8259	7.5537	-7.4556	-7.4556	-306.8
22	-10.301	9.0252	-6.6708	-6.6708	-231.2
23	-12.557	11.772	-8.4366	-8.4366	-155.7
24	-12.066	12.655	-8.5347	-8.5347	-75.64
25	-43.851	38.553	-35.807	-35.807	-752.3
26	-42.575	40.025	-28.449	-28.449	-513.4
27	-46.598	43.36	-31	-31	-352
28	-49.835	59.547	-37.67	-37.67	-178.8
PERDE KESİTLERİ					
29	-244.56	417.81	-220.23	-220.23	-275.1
30	-1808.1	739.87	-903.21	-903.21	-632.3
31	-3783.7	11.38	-1409.2	-1409.2	-1026
32	-5875.7	-2334	-1512.8	-1512.8	-1518

Tablo 2.9. : Tam Ankastre ve Elastik Ankastre için Periyodlar

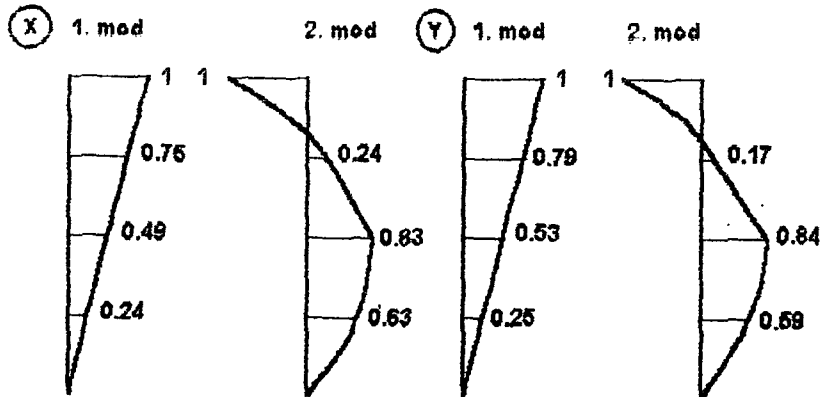
Periyod	Tam Ankastre		El. Ank.K=2E6 kN/m		El.Ank.K=5000 kN/m	
[sn]	X	Y	X	Y	X	Y
1. mod	0.294	0.332	0.325	0.361	0.545	0.676
2. mod	0.074	0.115	0.081	0.121	0.091	0.132
3. mod	0.055	0.072	0.056	0.075	0.058	0.078



Şekil 2.30. Tam ankastre durumunda mod şekilleri



Şekil 2.31. Elastik ank. K=2E6 kN/m durumunda mod şekilleri



Şekil 2.32. Elastik ank. K=5000 kN/m durumunda mod şekilleri

KARŞILAŞTIRMALAR :

Karşılaştırmalar kiriş, kolon ve perde kesitleri için M_{sol} değerleri esas alınarak yapılmış ve ağırlıklı ortalama artış veya azalış miktarları verilmiştir.

Tablo 2.10. M_{sol} değerlerin karşılaştırılması [kN]

	2-3	3-4	4-5	5-6	5-8
Kiriş	+54.30	-29.56	+110.76	-17.81	-45.08
Kolon	+164.33	-74.93	+77.55	+1.36	-33.09
Perde	---	---	-52.78	+8.47	+7.93

Perdeye bağlanan kritik kesitlerin (M_p), moment kapasitelerini aşıp aşmadıkları incelenmiştir. Bunlar 2. normal katta 4 ve 5, bodrum katta ise 15 ve 16 nolu kesitlerdir. Kiriş boyutları ve içindeki donatılar her katta sabit tutulduğundan, $M_p=309$ kNm sabittir.

Tablo 2.11. Perdeye bağlanan kirişlerin momentleri [kN]

	4	5	15	16
Tablo 4	-180.31	50.227	-314.12	202.67
Tablo 5	-146.56	78.382	-248.59	416.93
Tablo 6	-60.04	42.772	-295.18	364.05
Tablo 7	-164.42	60.233	-320.98	338.74
Tablo 8	-179.42	51.110	-361.60	268.21

Koyu yazılan durumlarda kiriş kesitlerinde, moment taşıma kapasiteleri aşılmıştır.

**2.1.5.2. İlave Radye Temelin Üstyapıya olan Etkisi ve
Radye Temelde Zeminden Ayrılmaların İncelenmesi :**

Bu bölümde radye kalınlığındaki ve zemin yatak katsayısındaki değişimin üstyapıda oluşturduğu içkuvvet değişimleri ve temelin tekparça veya çokparça olmasının temel kesitlerinde oluşturduğu içkuvvet değişimlerine dikkat edilmiştir.

Radye kalınlığı ile zemin yatak katsayısının üstyapıya olan etkilerini anlamak için 4 ayrı durum incelenmiştir.

1. Durum : Çürük zemin ($K = 5000 \text{ kn/m}$),
çürük radye temel ($t = 30 \text{ cm}$)
2. Durum : Çürük zemin ($K = 5000 \text{ kn/m}$),
sağlam radye temel ($t = 90 \text{ cm}$)
3. Durum : Sağlam zemim ($K = 2E6 \text{ kn/m}$),
çürük radye temel ($t = 30 \text{ cm}$)
4. Durum : Sağlam zemim ($K = 2E6 \text{ kn/m}$),
sağlam radye temel ($t = 90 \text{ cm}$)

Bütün durumlarda deprem x doğrultusundan $c = 0.15$ katsayısı alınarak etkitilmiştir.

Tablo 2.12. : 1. Durum için Kritik Kesitlerde İckuvvetler

KIRIS KESITLERİ					
KESİT NO	M sol	M sag	V sol	V sag	N
1	24.231	-2.2563	-35.905	49.737	18.149
2	39.338	-23.25	7.1613	48.56	12.459
3	0	-197.38	61.411	114.48	-26.19
4	-145.58	-150.88	-16.775	23.642	52.68
5	92.999	182.76	-78.676	-38.259	-33.45
6	235.05	0	78.186	131.26	16.579
7	23.348	-63.176	53.268	85.151	97.119
8	-41.496	10.301	-57.389	-25.506	-91.04
9	70.043	-209.15	31.392	143.13	3.1392
10	-134.2	-33.845	-96.04	43.458	-22.56
11	48.854	-14.126	-26.291	59.252	-7.358
12	64.256	-46.107	28.449	69.847	-2.453
13	0	-204.34	64.452	117.52	18.541
14	232.79	0	77.205	130.28	-1.472
15	-99.179	-330.7	210.03	237.3	-61.7
16	505.41	55.721	420.85	448.12	7.848
17	39.436	8.5347	-13.342	38.063	-151.1
18	67.983	-369.25	102.81	170.5	-135.5
19	95.059	-82.993	3.2373	90.056	-16.87
KOLON KESITLERİ					
20	-13.145	15.5	-11.968	-11.968	-237.7
21	15.5	21.582	-12.066	-12.066	-237.8
22	-27.37	27.174	-18.737	-18.737	-190.6
23	-23.838	24.133	-16.579	-16.579	-138.5
24	-22.465	24.231	-16.088	-16.088	-73.48
25	-3.5316	63.569	-29.234	-29.234	-1076
26	-100.26	92.508	-66.512	-66.512	-761.2
27	-80.442	79.461	-55.132	-55.132	-487
28	-84.562	100.36	-63.765	-63.765	-226
PERDE KESITLERİ					
29	401.62	417.81	87.603	87.603	-283
30	-400.15	739.87	-560.74	-560.74	-615.6
31	-1233.6	11.38	-998.66	-998.66	-892.2
32	-1437	-2334	-868.87	-868.87	-1066

Tablo 2.13. : 2. Durum için Kritik Kesitlerde İckuvvetler

KIRIS KESITLERİ					
KESİT NO	M sol	M sag	V sol	V sag	N
1	15.794	-3.6297	-37.67	47.873	13.342
2	-0.981	-42.379	-29.332	19.424	6.2784
3	0	-124.88	29.136	62.588	-23.94
4	-84.268	-148.52	21.68	62.097	34.826
5	69.847	94.863	-36.493	3.924	-18.84
6	127.43	0	30.215	83.287	16.579
7	23.446	-56.604	48.069	79.952	98.394
8	-39.927	14.225	-59.351	-27.37	-93.2
9	63.765	-142.44	8.5347	120.27	-1.373
10	-85.053	-38.357	-82.012	57.487	-20.21
11	20.993	-4.3164	-36.199	49.442	-7.358
12	47.382	-32.569	14.911	56.309	-0.589
13	0	-93.98	15.304	68.376	11.772
14	74.262	0	6.5727	59.645	2.5506
15	-29.136	-241.91	191.98	219.25	-80.44
16	383.96	-29.822	386.22	413.49	39.731
17	17.168	8.9271	-22.367	29.038	-143.2
18	53.072	-274.48	68.572	136.16	-158.8
19	128.9	-82.11	11.772	98.689	-20.01
KOLON KESITLERİ					
20	-7.6518	4.5126	-5.1012	-5.1012	-259.4
21	4.5126	7.0632	-5.1012	-5.1012	-259.5
22	-13.93	13.244	-9.4176	-9.4176	-202
23	-15.009	14.715	-10.301	-10.301	-143.3
24	-14.911	15.794	-10.595	-10.595	-74.46
25	-33.845	62.392	-41.889	-41.889	-1246
26	-80.344	74.654	-53.465	-53.465	-846.9
27	-71.417	68.474	-48.167	-48.167	-532.6
28	-74.262	87.996	-55.917	-55.917	-247.3
PERDE KESITLERİ					
29	69.651	417.81	-66.708	-66.708	-278.6
30	-1167.7	739.87	-735.65	-735.65	-615.2
31	-2751.4	11.38	-1217.3	-1217.3	-905.9
32	-3792.3	-2334	-1044.1	-1044.1	-1134

Tablo 2.14. : 3. Durum için Kritik Kesitlerde İckuwetler

KIRIS KESITLERİ					
KESIT NO	M sol	M sag	V sol	V sag	N
1	14.126	-30.019	-31.294	54.347	12.753
2	-7.9461	-22.269	-14.323	27.076	5.1993
3	0	-103.59	19.62	72.692	-21.48
4	-61.214	-179.62	56.996	97.413	26.193
5	49.541	39.142	-13.44	26.978	-8.339
6	58.271	0	-0.5886	52.484	17.658
7	22.073	-63.471	52.484	84.464	95.255
8	-42.085	11.87	-59.154	-27.174	-92.9
9	48.854	-103.1	-8.3385	103.4	-1.275
10	-61.705	-35.61	-76.616	62.882	-15.5
11	22.269	-40.81	-26.291	59.351	-6.377
12	-6.5727	-26.487	-11.87	29.528	-9.418
13	0	-24.917	-15.402	37.67	-5.396
14	-15.009	0	-33.256	19.816	0.2943
15	54.347	-380.24	406.23	433.41	-38.26
16	270.85	-68.474	314.21	341.49	19.228
17	-21.288	-28.253	-22.857	28.547	-34.83
18	38.455	-121.55	16.187	83.777	-24.92
19	40.81	-60.528	-16.873	69.945	-2.158
KOLON KESITLERİ					
20	-17.168	5.5917	-9.5157	-9.5157	-298.3
21	5.5917	10.301	-9.5157	-9.5157	-298.4
22	-11.968	10.791	-7.848	-7.848	-227.5
23	-14.028	13.244	-9.4176	-9.4176	-153.9
24	-13.342	14.126	-9.4176	-9.4176	-75.05
25	-32.373	34.629	-29.136	-29.136	-717.6
26	-45.42	41.889	-30.117	-30.117	-496.6
27	-46.499	43.753	-31.098	-31.098	-342.9
28	-50.031	59.841	-37.867	-37.867	-174.7
PERDE KESITLERİ					
29	-196.1	417.81	-197.18	-197.18	-277.2
30	-1705.8	739.87	-878.09	-878.09	-639.2
31	-3581.6	11.38	-1375.5	-1375.5	-1043
32	-5585.4	-2334	-1495	-1495	-1555

Tablo 2.15. : 4. Durum için Kritik Kesitlerde İckuwetler

KIRIŞ KESİTLERİ					
KESİT NO	M sol	M sag	V sol	V sag	N
1	12.164	-29.136	-31.981	53.661	11.87
2	-8.6328	-21.386	-15.009	26.389	3.5316
3	0	-92.803	14.813	67.885	-21.48
4	-52.091	-179.42	62.784	103.2	22.171
5	51.503	30.607	-6.5727	33.845	-5.297
6	48.56	0	-4.905	48.167	17.854
7	22.367	-61.313	50.914	82.895	95.844
8	-41.496	12.851	-59.449	-27.566	-93.49
9	50.129	-109.77	-5.886	105.85	0.2943
10	-70.632	-31.196	-80.05	59.449	-14.03
11	16.383	-37.67	-28.645	56.898	-5.886
12	-8.3385	-24.133	-13.636	27.762	-10.01
13	0	-11.968	-21.19	31.883	-5.886
14	-28.645	0	-39.338	13.832	-1.962
15	61.018	-355.91	389.16	416.43	-39.53
16	263.3	-77.695	315.88	343.06	23.054
17	-17.069	-22.367	-23.544	27.86	-27.27
18	39.24	-123.8	17.168	84.758	-30.02
19	21.582	-48.461	-25.016	61.803	-3.434
KOLON KESİTLERİ					
20	-12.851	3.2373	-6.7689	-6.7689	-309.9
21	3.2373	6.5727	-6.7689	-6.7689	-310
22	-9.81	8.5347	-6.2784	-6.2784	-232.6
23	-12.164	11.282	-8.0442	-8.0442	-156.4
24	-11.674	12.164	-8.2404	-8.2404	-75.83
25	-44.439	38.259	-35.905	-35.905	-760.9
26	-42.281	39.731	-28.253	-28.253	-517.1
27	-46.598	43.36	-31	-31	-354
28	-49.835	59.547	-37.67	-37.67	-179.8
PERDE KESİTLERİ					
29	-260.26	417.81	-227.49	-227.49	-275.2
30	-1842.1	739.87	-911.35	-911.35	-632.5
31	-3852.4	11.38	-1419.7	-1419.7	-1026
32	-6037.1	-2334	-1534.4	-1534.4	-1523

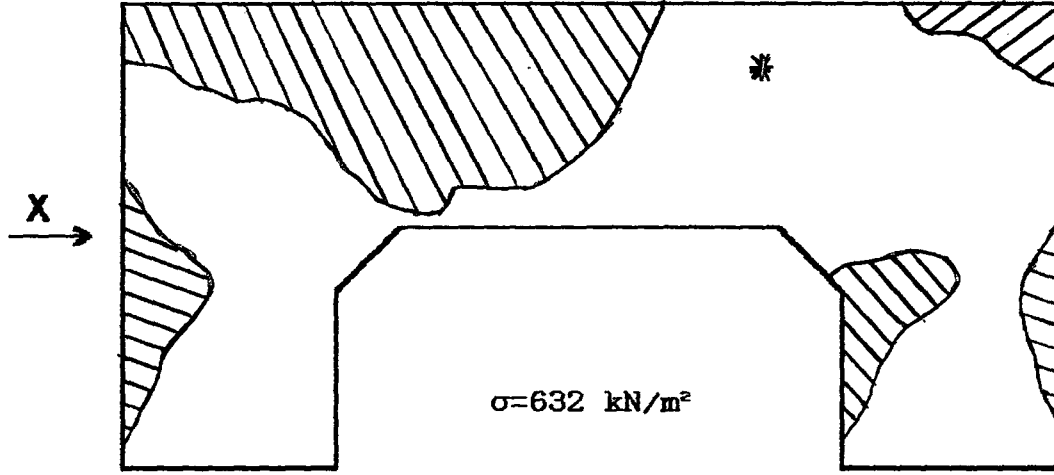
Yapılarda bulunan ilave perdelerin, kendilerinden beklenen bazı davranışları gösterebilmeleri yani kesme kuvvetinin çoğunu kendilerine çekerek zayıf elemanları kurtarabilmeleri için, temele bağlandıkları noktalardaki dönmelerinin sınırlı olması istenmektedir. Perdelerin temellerindeki dönmeler fazla olduğu zaman, perdeler işlevlerini yapamamakta ve zeminden ayrılmalar meydana gelmektedir. Bunun sonucu olarakta içkuvvet dağılımı değişmektedir.

Burada radye temelde zeminden ayrılmalar, bir iterasyon yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Her adım sonunda zeminden ayrılan noktalar tesbit edilmekte ve bu noktaların altındaki yaylar kaldırılmak suretiyle hesap tekrarlanmaktadır.

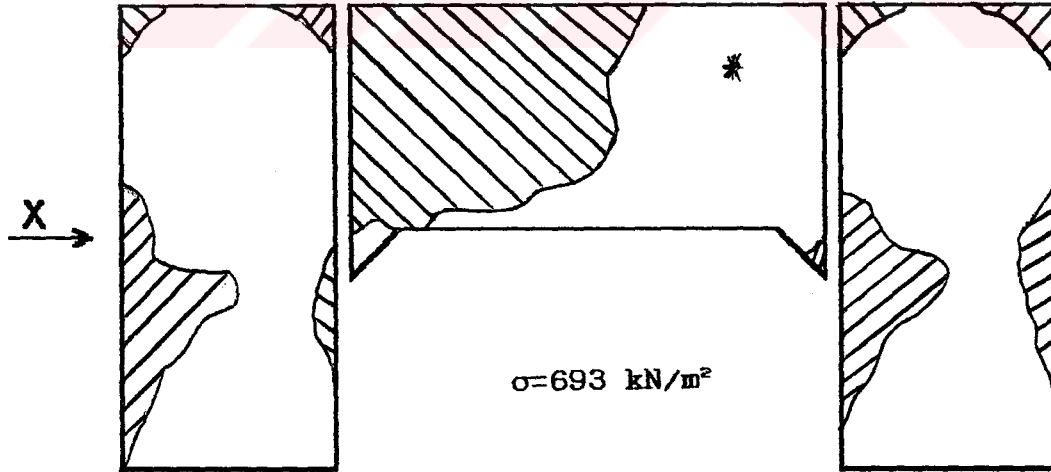
Bu yöntem sonucu, zeminden ayrılan bütün bölgeler ortaya çıkmakta ve zeminden ayrılmayan noktalardaki büyüyen gerilmeler bulunmaktadır.

Zeminden ayrılmalar ayrıca radye temelin tek parça veya çok parça olması durumları için incelenmiştir. Radye kalınlığı gözönünde tutularak, tek parça veya çok parçalı radye temellerle, genel temel davranışlarının karşılaştırılması sağlanmaktadır. Deprem x, y ve (-)y doğrultularından $c=0.15$ katsayısı ile etkitilmiştir. Bütün icralarda zemin yatak katsayısı $K=2E6$ kN/m ve radye kalınlığı 60 cm olarak alınmıştır.

Şekil 2.33 ve 2.34 de, x doğrultusundan gelen deprem kuvvetleri için, tek parça ve çok parçalı temelde zeminden ayrılan bölgeler ve iterasyon yönteminin son adımında ayrılmayan bölgelerdeki en büyük gerilme gösterilmiştir.



Şekil 2.33. X yönü deprem, temel tek parça durumunda zeminden ayrılan bölgeler



Şekil 2.34. X yönü deprem, temel çok parça durumunda zeminden ayrılan bölgeler

Şekil 2.35 ve 2.36 de y yönü, Şekil 2.37 ve 2.38 de ise (-)y yönü için aynı işlemler gösterilmiştir.

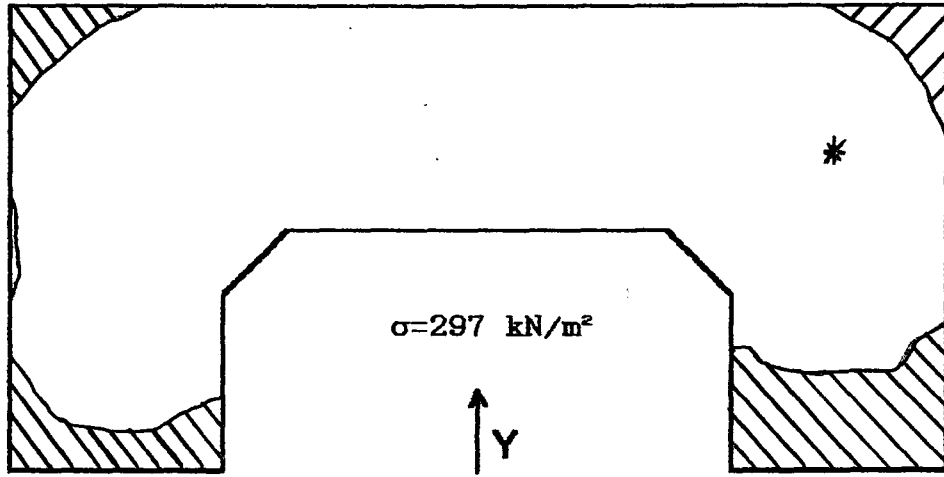
Şekil 2.39 de SAP 90 programının çizimi ile Şekil 2.34 de gösterilen, x doğrultusundan gelen deprem kuvvetleri için çok parçalı temelde zeminden ayrılan bölgeler daha iyi görülmektedir.

Şekil 2.40 de ise, yalnız ortadaki parça için zeminden ayrılan bölgeler gösterilmiştir.

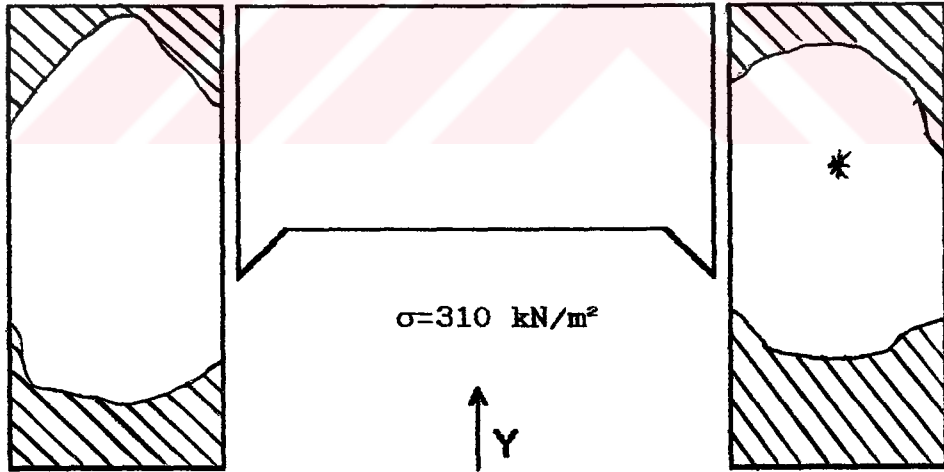
İlave radye temelin tek parça veya çok parçalı olmasının temel kesitlerinde oluşturduğu momentler, aynı şartlar, yani radye kalınlığı $t=60$ cm ve $K=2E6$ kN/m durumları için incelenmiştir. Temeldeki kritik kesitler seçilirken en büyük içkuvvetlerin oluşacağı yerler olan perdelerin hemen yanındaki kesitler seçilmiştir. Kesitlerdeki momentler hesaplanırken, o kesitteki tüm çubukların momentleri toplanmaktadır.

İlave radye temeldeki kritik kesitler Şekil 2.41 da ve bu kesitlerin aldıkları içkuvvetler Tablo 2.16 da gösterilmektedir.

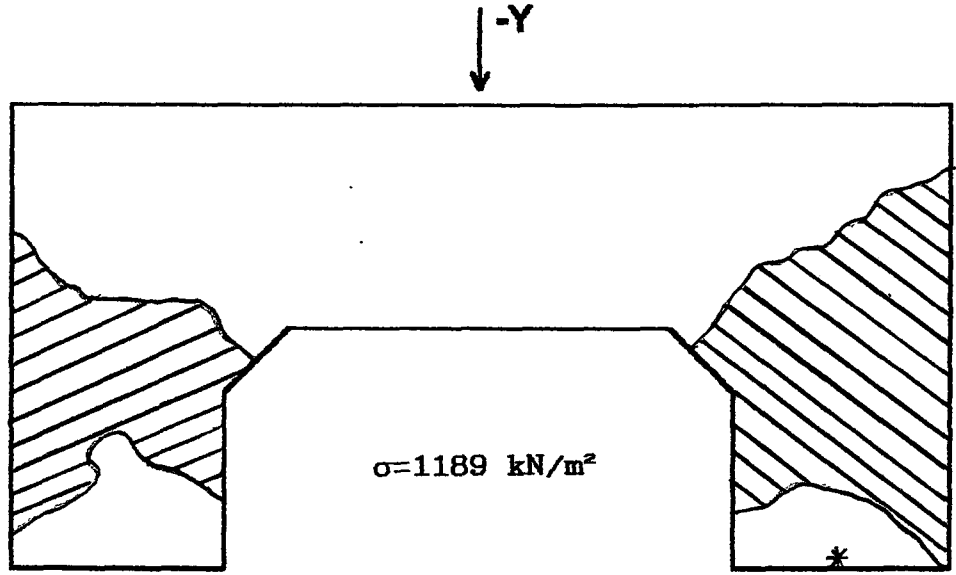
Temelin tek parça veya çok parça olması durumu radye kalınlığı arttırılarak, zemin gerilmeleri bakımından incelenmiş ve aradaki farklar bulunmuştur. Bu hesaplar sırasında $K=2E6$ kN/m durumu için iterasyon yönteminin ilk adımı sonunda, zeminden ayrılmayan bölgelerdeki en büyük zemin gerilme değerleri Tablo 2.17 de gösterilmiştir.



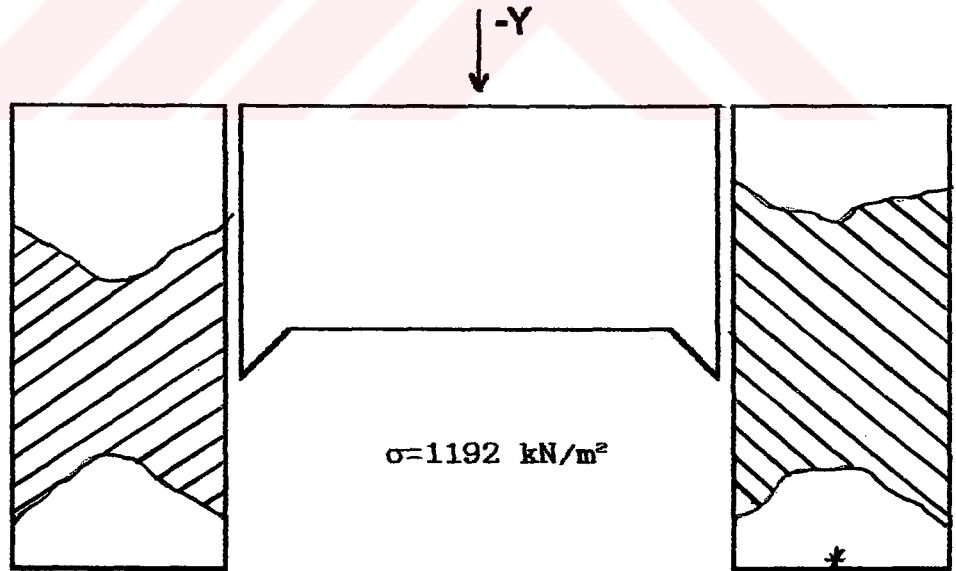
Şekil 2.35. (+)Y yönü deprem, temel tek parça durumunda zeminden ayrılan bölgeler



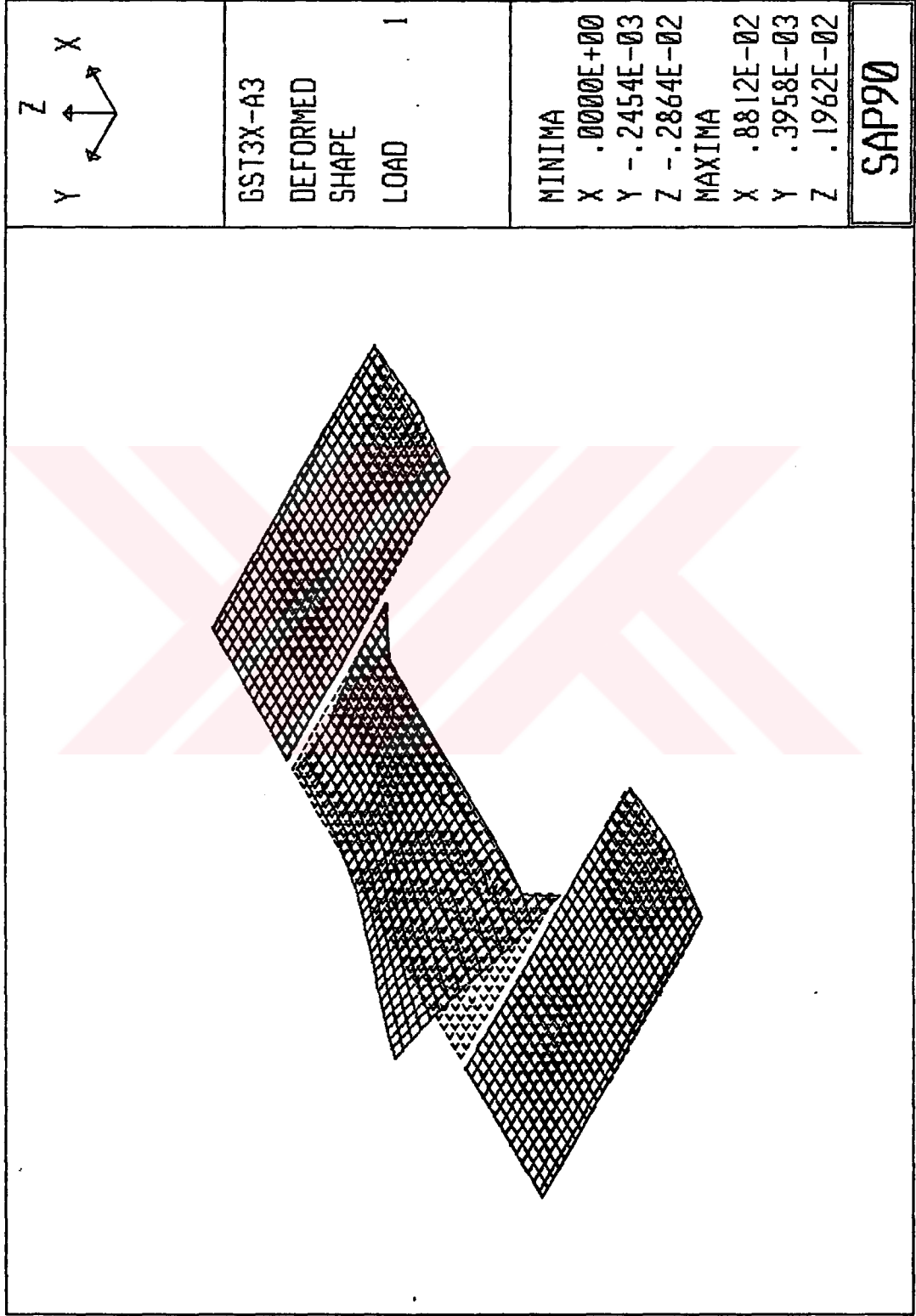
Şekil 2.36. (+)Y yönü deprem, temel çok parça durumunda zeminden ayrılan bölgeler



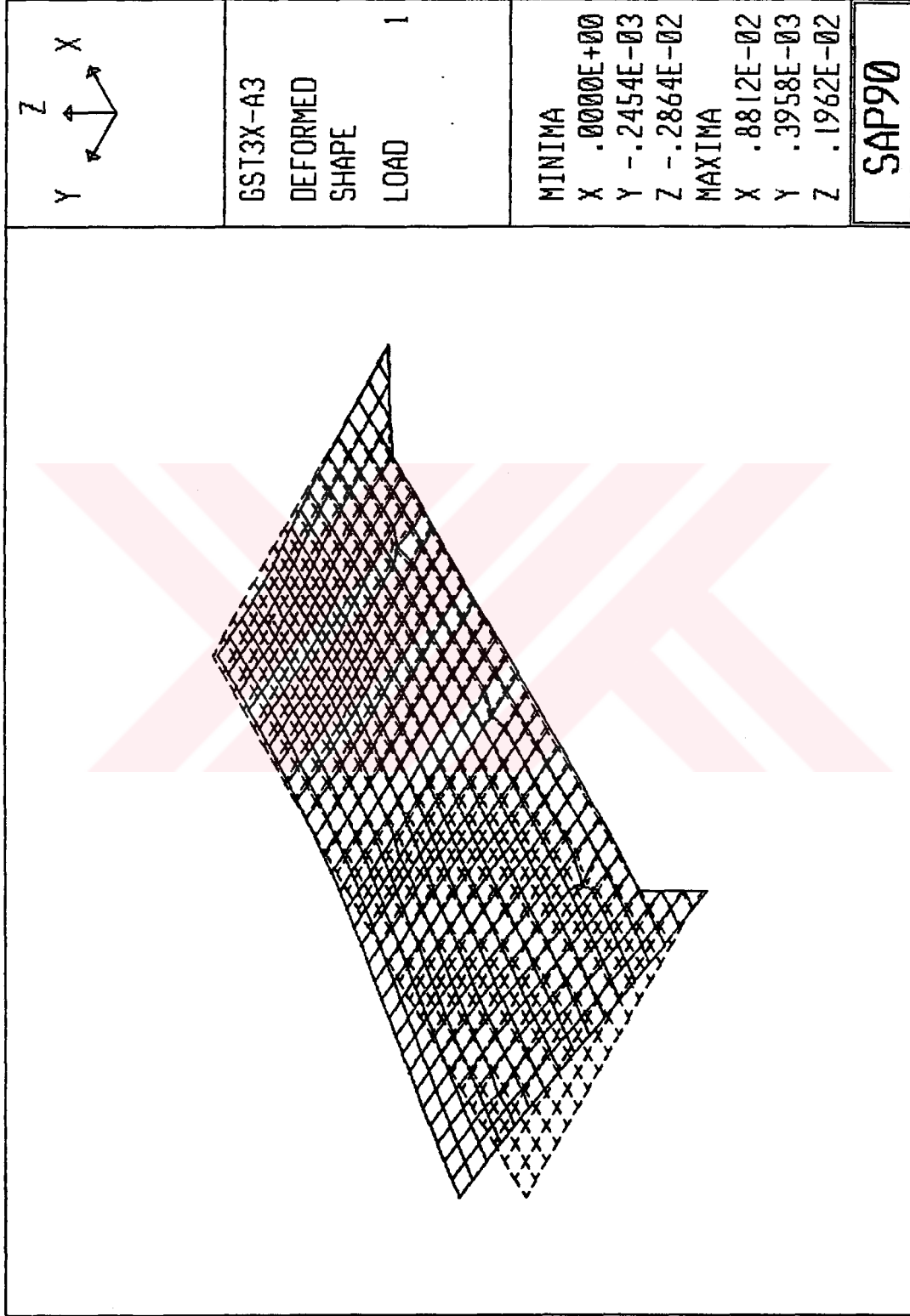
Şekil 2.37. (-)Y yönü deprem, temel tek parça durumunda zeminden ayrılan bölgeler



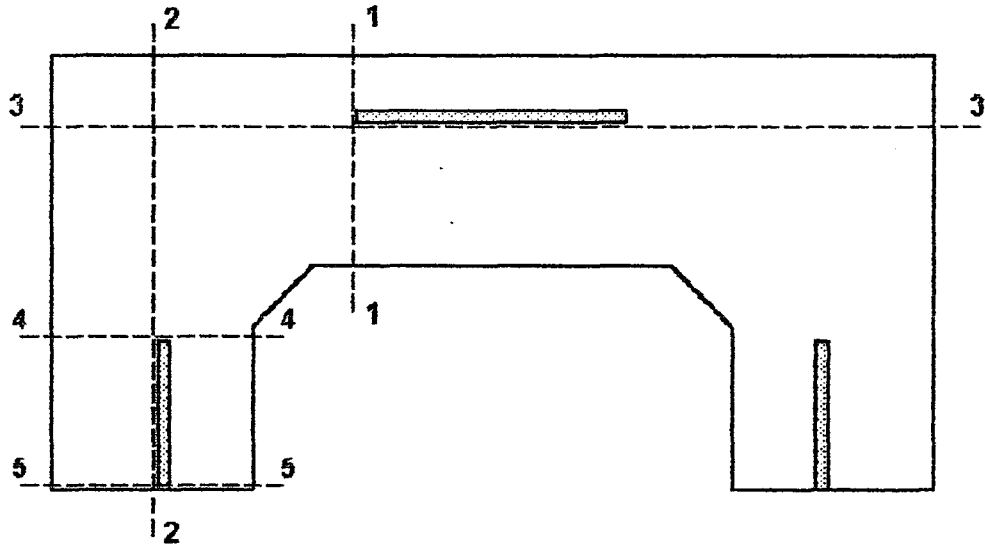
Şekil 2.38. (-)Y yönü deprem, temel çok parça durumunda zeminden ayrılan bölgeler



Sekil 2.39. X yönü deprem, temel çok parça durumunda
SAP90 da zeminden ayrılan bölgeler



Şekil 2.40. X yönü deprem, temel çok parça durumunda ortadaki parçada zeminden ayrılan bölgeler



Sekil 2.41. Radye temelde kritik kesitler

Tablo 2.16. : $K = 2E6 \text{ kN/m}$ ve $t = 60 \text{ cm}$ için temeldeki kritik kesitler [kN]

KESİT NO	Temel Tek Parça			Temel Çok Parça		
	X	(+)Y	(-)Y	X	(+)Y	(-)Y
(1-1)	15.92	-2.86	-0.22	13.8	-2.1	0.72
(2-2)	-36.52	-42.28	-44.81	-35.92	-44.97	-46.81
(3-3)	49.05	15.08	83	51.53	16.57	86.44
(4-4)	-15.15	17	-45.19	-14.98	17.09	-45.21
(5-5)	46.02	232.51	-146.54	46.13	232.14	-146.72

Tablo 2.17. . $K = 2E6 \text{ kN/m}$ için Zemin Gerilmeleri Değerleri

ZEMİN GERİLMELERİ (kN/m^2)			
TEMEL KALINLIĞI	Temel Tek Parça	Temel Çok Parça	Fark
$t = 30 \text{ cm}$	900.558	917.235	16.677
$t = 60 \text{ cm}$	559.17	577.809	18.639
$t = 90 \text{ cm}$	435.564	476.766	41.202
$t = 120 \text{ cm}$	378.666	461.07	82.404
$t = 150 \text{ cm}$	341.388	455.184	113.796
$t = 200 \text{ cm}$	289.395	447.336	157.94

KARŞILAŞTIRMALAR :

Bölüm 2.1.5.2. deki tablolar için M_{sol} değerlerinin karşılaştırılması. Bu karşılaştırmalar sırasında giriş, kolon ve perde kesitleri için ağırlıklı ortalama artış veya azalış miktarları verilecektir.

1-2 ve 3-4 durumlarının karşılaştırmaları sırasında K zemin yatak katsayısı sabit iken, radyenin kalınlığı artmaktadır.

1-3 ve 2-4 durumlarının karşılaştırılması sırasında radye kalınlığı sabit iken, K zemin yatak katsayısı artmaktadır.

Tablo 2.18. M_{sol} değerlerinin karşılaştırılması

	1-2	3-4	1-3	2-4
Kiriş	-35.41	-2.67	-57.36	-35.74
Kolon	-14.88	-1.49	-36.29	-26.27
Perde	+124.08	+5.90	+218.77	+50.65

2.1.5.3. Çevre Duvarlarının Kısa Kolon Oluşturması :

Bodrum katında bulunan ve 20 cm genişliğindeki briket çevre duvarları, mekanik modele eklendiklerinde içkuvvet dağılımını önemli ölçüde etkilemektedirler. Çevre duvarlarının mevcut olması durumunda oluşan kısa kolonlardaki içkuvvetler, özellikle kesme kuvvetleri çok atmaktadır. 1992 Erzincan depreminde bu kolonlarda büyük hasarlar gözlenmiştir.

Çevre duvarının mekanik modeli için kullanılan pandüllerin rijitliği, Bölüm 2.4 de anlatıldığı gibi döşemeyi temsil eden pandüllere göre daha küçük eksenel

rijitlik verilerek mekanik modele yerleştirilir. Bu bölümde döşeme pandüllerinin yarısı ve dörtte biri oranında eksenel rijitliği olan pandüller kullanılmıştır.

Bu bölümde, Erzincan depremi sırasında en büyük hasarın olduğu A5 ve A7 kolonlarının aldıkları moment ve kesme kuvveti değerleri, pandüllerin iki ayrı rijitliği için hesaplanmış ve Tablo 2.19 de gösterilmiştir.

Ayrıca pandüllerin iki ayrı rijitliği için periyodlar hesaplanmış ve Tablo 2.20 de gösterilmiştir.

Tablo 2.19. : Kısa kolonların aldıkları içkuvvetler

Elastik Ank. K=5000kN/m	Döşeme rijitliğinin yarısı durumunda A=50 m ²			Döşeme rijitliğinin dörtte biri durumunda A=25 m ²		
KISA	M üst	M alt	T	M üst	M alt	T
KOLON NO	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]
A5	-22.5	86.8	-218.6	-22.4	87.2	-219.1
A7	-21.8	70.7	-184.9	-21.9	-70.8	-185.3

Tablo 2.20. : Çevre duvarının olması durumunda periyodlar

Elastik ankastre K=5000 kN/m durumu için				
Periyod	Döşeme rijitliğinin yarısı durumunda A=50 m ²		Döşeme rijitliğinin dörtte biri durumunda A=25 m ²	
[sn]	X	Y	X	Y
1. mod	0.287	0.342	0.288	0.343
2. mod	0.07	0.108	0.07	0.108
3. mod	0.05	0.07	0.05	0.07

2.1.5.4. Yapının Kesme Kuvveti Taşıma Kapasitesinin Bulunması :

Bu bölümde, kat kesme kuvveti taşıma kapasiteleri perdesiz durum gözönünde bulundurularak hesaplanmıştır.

Katların kesme kuvveti taşıma kapasiteleri, o katlardaki kolonların aldıkları kesme kuvveti taşıma kapasitelerinin toplamıdır. Kolonların kesme kuvveti taşıma kapasiteleri ise içlerindeki etriyelerin taşıyabildikleri kesme kuvveti ile betonun taşıyabildiği kesme kuvvetinin toplamına eşittir.

Etriyelerin taşıdıkları kesme kuvveti (V_w) :

$$V_w = A_{sw} \times D \times F_{yw} / S (= 90^\circ), \quad (2.4)$$

$$A_{sw} = n \times A_o (n=2) \quad (2.5)$$

Betonun taşıdığı kesme kuvveti (V_c) :

$$V_{cr} = 0.65 \times F_{ctd} \times B_w \times D \quad (2.6)$$

$$V_c = 0.80 \times V_{cr} \quad (2.7)$$

Erzincanda yapılan ölçümlerde karakteristik beton basınç mukavemeti $F_{ck} = 8.96 \text{ kN/cm}^2$ ve kolonlardaki etriye aralığı $S_{ort} = 23.6 \text{ cm}$ olarak bulunmuştur.

$$F_{ctk} = 1.10 \quad F_{ck} = 1.041 \text{ kN/cm}^2$$

$$F_{ctd} = F_{ctk} / 1.50 = 0.694 \text{ kN/cm}^2$$

$$F_{yw} = 19.13 \text{ kN/cm}^2$$

Kolonlardaki etriye donatısı 08 ve paspayı ise 3 cm alınarak, kolonların x ve y doğrultuları için kesme kuvveti taşıma kapasiteleri, sistemin yarısı için hesap yapılarak Tablo 2.21 de gösterilmiştir.

Tablo 2.21. Kolonların kesme kuvveti taşıma kapasiteleri

Kolon No :	Vw		Vc		Vw + Vc	
	X	Y	X	Y	X	Y
E1	21.90	38.10	60.90	53.00	82.80	91.10
E2	17.80	38.10	49.60	53.00	67.40	91.10
E3	17.80	38.10	49.60	53.00	67.40	91.10
E6	8.90	19.05	24.80	26.50	33.70	45.55
D1	21.90	38.10	60.90	53.00	82.80	91.10
D2	17.80	38.10	49.60	53.00	67.40	91.10
C3	17.80	38.10	49.60	53.00	67.40	91.10
C6	8.90	19.05	24.80	26.50	33.70	45.55
B1	21.90	38.10	60.90	53.00	82.80	91.10
B2	38.10	17.80	53.00	49.60	91.10	67.40
B4	17.80	38.10	49.60	53.00	67.40	91.10
B6	8.90	19.05	24.80	26.50	33.70	45.55
A1	21.90	38.10	60.90	53.00	82.80	91.10
A2	17.80	38.10	49.60	53.00	67.40	91.10
A5	17.80	38.10	49.60	53.00	67.40	91.10

Toplam kesme kuvveti taşıma kapasitesi :

X doğrultusu = 1990.40 kN

Y doğrultusu = 2321.20 kN

1975 yönetmeliğine göre toplam deprem yükü :

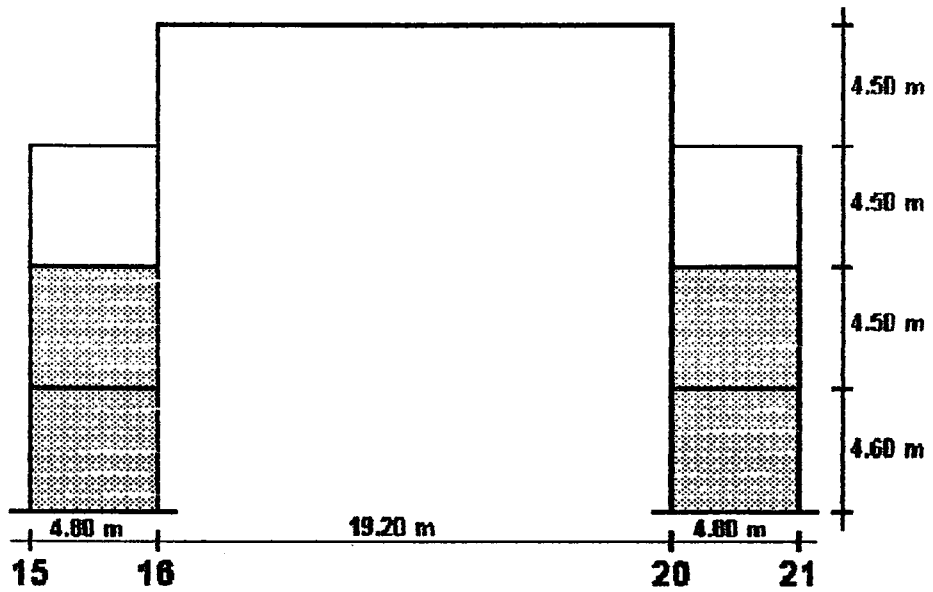
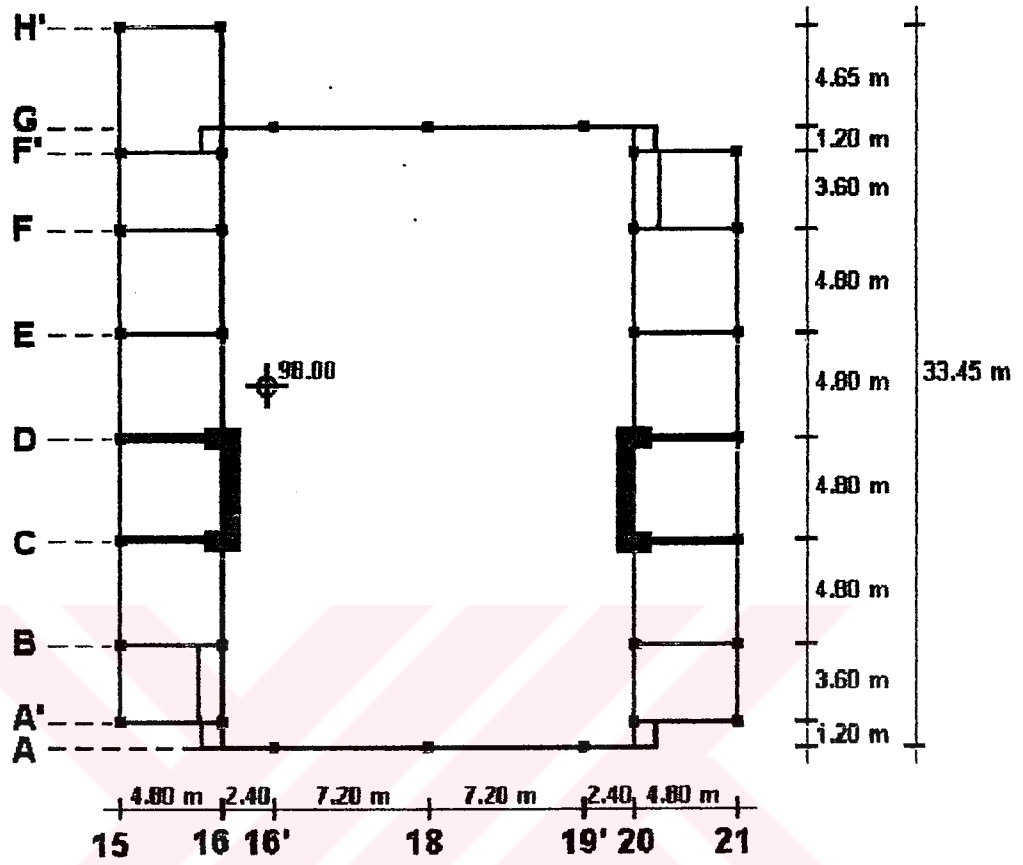
Deprem katsayısı $c=0.08$ alınırsa $F_i= 1084.33$ kN

2.2. YAPI LABORATUVARI

2.2.1. AMAÇ

Boyutlandırılması sırasında öngörölmüş bulunan işlevi, belli bir ölçüde değıştirilerek yatay yük taşıma kapasitesi arttırılmak istenen İstanbul Teknik Üniversitesi Yapı Laboratuvarının bağımsız bir bölümünün üzerinde inceleme yapılarak bu değışikliğin mümkün olup olamayacağı araştırılmıştır. incelenen bölümün plan ve kesitleri şematik olarak Sekil 2.42 de görölmektedir. Bu yapının mekanik modeli (bkz. Ek A) üzerinde gerçekleştirilen incelemeler şöyle sıralanabilir;

- i - Mevcut yapının X ve Y yönündeki serbest titreşim karakteristiklerinin yani ilk üç moda ait titreşim periyodları ve mod şekillerinin bulunması.
- ii - Öngörölen perde sistemi (Sekil 2.42), yapıya eklendikten sonra mevcut titreşim karakteristiklerinin ne ölçüde değışeceğinin belirlenmesi.
- iii - İlave perdelerle güçlendirilmiş yeni taşıyıcı sistemin yeni deprem yönetmeliğinin tanımladığı yatay yükler etkisindeki içkuvvet dağılımları.
- iv - Güçlendirme perdelerine gelecek en elverişsiz deney yükleme sırasında sistemin davranışı, ve temele gelen ilerideki bir boyutlandırmaya esas olacak etkilerin belirlenmesi.



Şekil 2.42. Yapı laboratuvarının planı ve kesiti

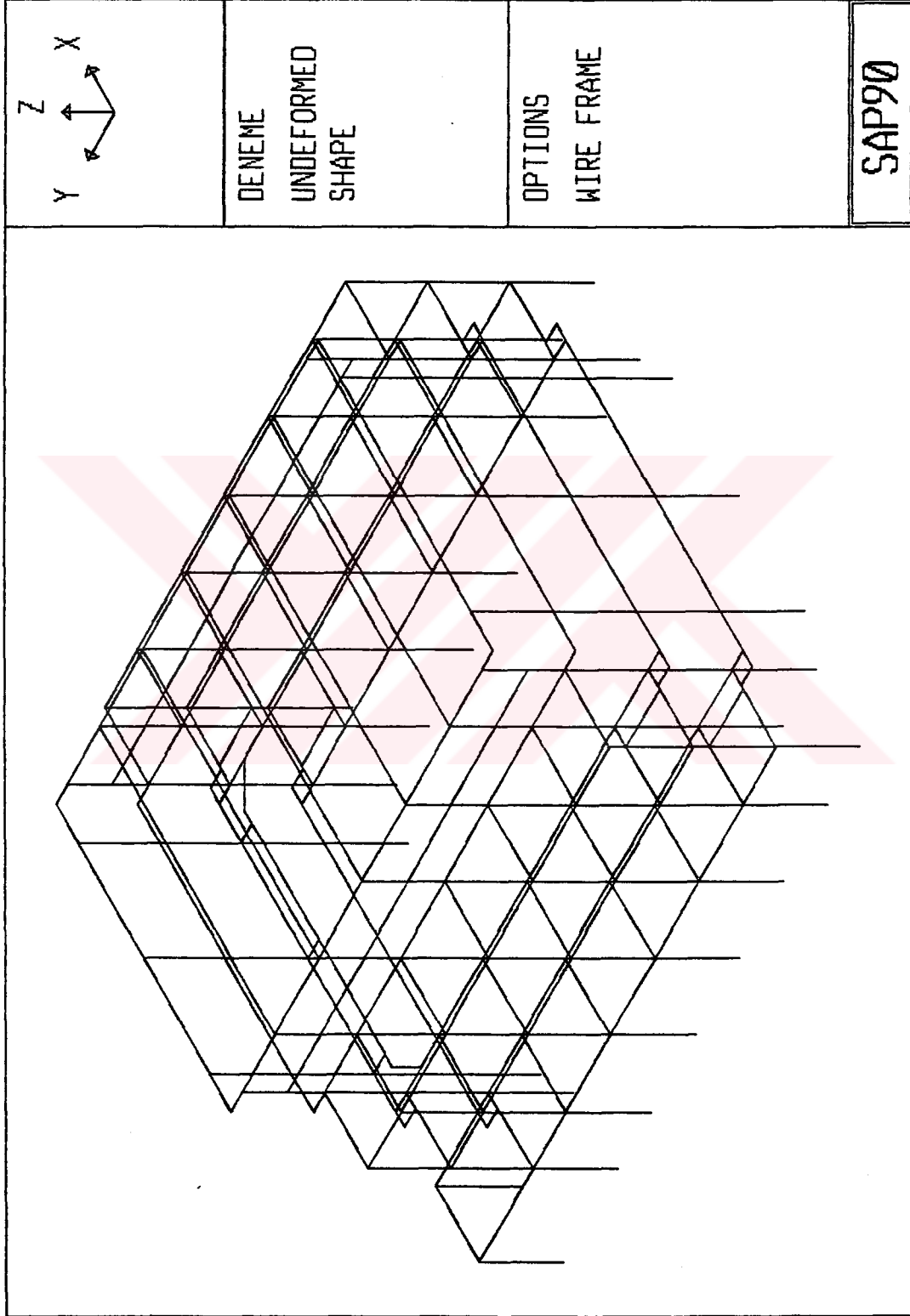
Yukarıdaki incelemeler yapılırken bazı belirsizliklerin ortadan kaldırılması ve mühendisçe bazı kararlar oluşturulabilmesi amacıyla ek olarak yapılan parametrik çalışmalar vardır. Bunlar iki grupta toplanabilir.

i - Mevcut durumla proje arasındaki farklılıkların sistem davranışına olan etkilerinin ortaya çıkartılması amacıyla yapılan çalışmalar :

Yapının mevcut projesi ile mevcut yapı arasında bazı farklılıklar şunlardır :

- Projede 15 cm olarak gösterilmekte olan çatı döşeme kalınlığı 50 cm kalınlığında olma ihtimali vardır.
- Kren kirişi kesiti projesinde 30/100 cm olarak gösterilirken uygulamada 80/100 cm olarak inşa edilmiştir.
- Projede gösterilen bazı kirişlerin kesitleri değişmiştir veya uygulamada hiç yer almamıştır.
- 2. Normal katta kolon boyutları projede 30/100 cm iken , uygulamada 30/90 cm e küçültülmüştür.
- Bodrum kat çevresi projede olmamasına rağmen, uygulamada boydan boya perde ile çevrilmiştir.

Yapı Laboratuvarının genel görünüşü Şekil 2.43 de verilmiştir.



Şekil 2.43. Yapı laboratuvarının genel görünüşü

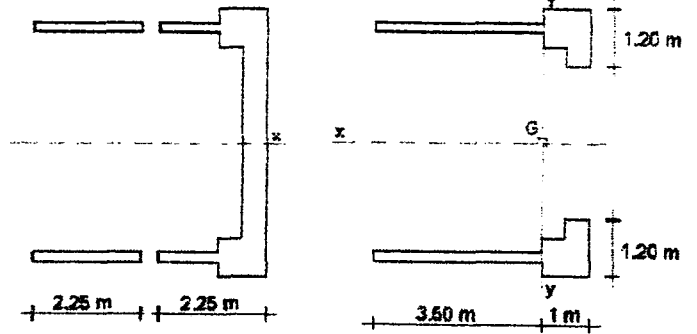
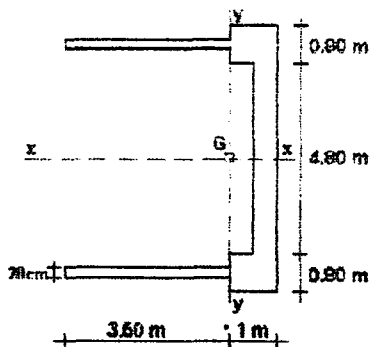
ii - Perdenin mekanik modelinin kurulmasında izlenen iki yolun karşılaştırılması.

ii.a - Eklenen perde grubunun gözönüne alınan iki yönde beraber çalıştığı varsayımı ile hesap :

Bu durumda ilave perde grubu için, tek bir atalet momentini bulunup, dört ayrı noktadan eşit olarak mekanik modele sanal kolonlar olarak yerleştirilmiştir. Kolonlar arasındaki sanal kirişler ise, eğilme ve eksenel rijitlikleri çok büyük olan pandüllerle mekanik modele katılmıştır. (Şekil 2.44)

ii.b - Eklenen perde grubunun elemanları, gözönüne alınan doğrultularda birlikte çalışmadığı varsayımı ile hesap :

ilave perdelerin çalışan miktarları için bazı varsayımlar yapılarak bulunan atalet momentleri, dört ayrı noktaya farklı değerler olarak, sanal kolonlara verilmiştir. Sanal kolonlar arasındaki sanal kirişler için, Bölüm 2.2.1.ii.a. daki gibi hareket edilmiştir. Çalışan miktarların uzunlukları ise Şekil 2.45 de verilmiştir.



Şekil 2.44. Perdenin boyutları Şekil 2.45. Perdenin çalışma miktarları

2.2.2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.2.2.1. Statik Yükler İçin Hesap :

Perdelerle yatay yük taşıma kapasitesi arttırılan yapıya, yeni deprem yönetmeliğinin tanımladığı daha yüksek deprem kuvvetleri, örneğin $c=0.15$ katsayısı kullanılarak bulunan deprem yükleri etkitilmiştir. Statik ve betonarme hesapları elde bulunmayan orijinal yapının, gösterilen ilave perdeler eklenmeden önceki durumunda ise $c=0.10$ katsayısı kullanılarak bulunan deprem yükleri kullanılmıştır.

Yapıda perdeli C çerçevesi ve ona komşu perdesiz B çerçevesindeki seçilen kritik kesitlere ait içkuvvetler incelenerek 4 ayrı durum için hesaplar yapılmıştır. C ve B çerçevelerine ait kritik kesitler Şekil 2.46 da verilmiştir.

Tablo 2.22. Projeye göre hesap

- Yapının mevcut durumuna göre hesap

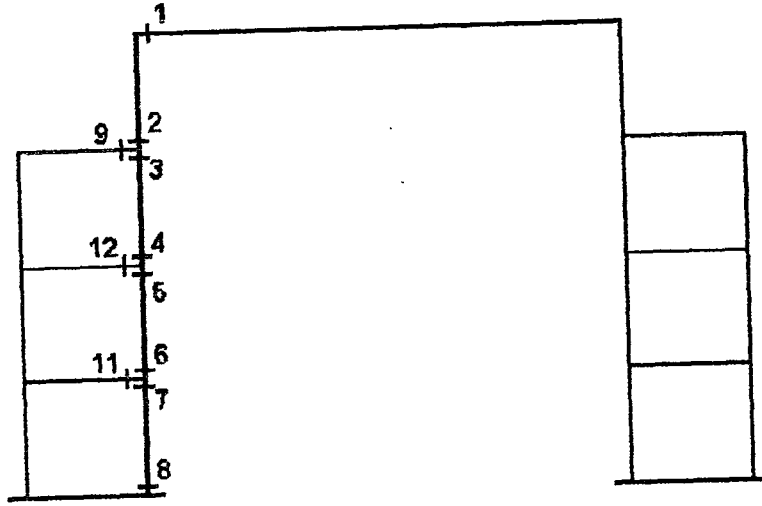
Tablo 2.23. Deprem katsayısı $c=0.10$

Tablo 2.24. Deprem katsayısı $c=0.15$

- İlave perdelerle güçlendirilmiş durumdaki yapı sisteminin hesabı

Tablo 2.25. Eklenen perdeler beraber çalışmaktadır.

Tablo 2.26. Eklenen perdeler beraber çalışmamaktadır.



Şekil 2.46. B ve C çerçevelerinde kritik kesitler

Tablo 2.22. :Projeye göre hesapta kritik kesitlerde içkuvvetler

KRITİK KESİT NO	C CERCEVESİ			B CERCEVESİ		
	M kNm	N kN	T kN	M kNm	N kN	T kN
1	-308.6	25.9	-440.4	-272.4	-13.8	-431.6
2	-116	-808.3	39.9	-111.4	-647.2	35
3	141.4	-1024.1	-50.1	165.6	-839.3	-66
4	-83.9	-1024.1	-50.1	-131.5	-839.3	-66
5	233.3	-1291.8	-99.3	220.3	-1112.1	-97.1
6	-213.3	-1291.8	-99.3	-216.7	-1112.1	-97.1
7	127.4	-1521.1	-149.8	144	-1353.6	-154.3
8	-561.5	-1521.1	-149.8	-565.8	-1353.6	-154.3
9	-257.6	-20.3	125.7	-277.8	-96.2	131.6
10	-317.1	-8	144.1	-351.2	-9.2	177.7
11	-340.5	19	148.5	-359.9	-28.5	174.4

Tablo 2.23. Mevcut duruma göre hesapta kritik kesitlerde içkuvveller

KRITİK KESİT NO	C CERCEVESİ			B CERCEVESİ		
	M	N	T	M	N	T
	kNm	kN	kN	kNm	kN	kN
1	-400.8	55.8	-707.1	-411.9	-36.9	-694.8
2	-115.6	-1092	64.8	-137.3	-973.1	43.7
3	149.5	-1330	-73	166.2	-940	-80.6
4	-178.8	-1330	-73	-196.4	-940	-80.6
5	98.2	-1588.4	-92.2	146.5	-1195.8	-125.6
6	-316.8	-1588.4	-92.2	-418.6	-1195.8	-125.6
7	-153.2	-1778.4	25.3	-237.2	-1362.3	66.8
8	-36.9	-1778.4	25.3	70.3	-1362.3	66.8
9	-260.1	-45.1	127.2	-138.4	-128	307.4
10	-277.6	-15.5	133.4	-342.1	-28.3	173
11	-163.1	275.7	105.2	-180.9	438.5	128.3

Tablo 2.24. Mevcut duruma göre hesapta kritik kesitlerde içkuvveller

KRITİK KESİT NO	C CERCEVESİ			B CERCEVESİ		
	M	N	T	M	N	T
	kNm	kN	kN	kNm	kN	kN
1	-227.1	55.9	-686.9	-178.8	-37	-670.5
2	-163.8	-1075.7	12	-209.9	-950.9	-16.4
3	259	-1358.5	-122.1	258.4	-939.4	-119.3
4	-290.4	-1358.5	-122.1	-278.5	-939.4	-119.3
5	151.7	-1658.9	-146.9	244.6	-1249.4	-205
6	-509.5	-1658.9	-146.9	-677.8	-1249.4	-205
7	-261.9	-1870.1	43.6	-414.5	-1434.9	-116.8
8	-61.2	-1870.1	43.6	122.9	-1434.9	-116.8
9	-423	6.1	164	-468.6	-107.3	177.4
10	-442.9	-16.8	175.1	-522.1	-42.7	220.2
11	-246.9	418.4	126.5	-262.2	669.5	149.3

Tablo 2.25. : İlave perdeli duruma göre hesapta kritik kesitlerde içkuvvvetler (Tip 1)

KRİTİK KESİT NO	C CERCEVESİ			B CERCEVESİ		
	M	N	T	M	N	T
	kNm	kN	kN	kNm	kN	kN
1	-303.4	52.5	-692.3	-261.9	-52.4	-673.2
2	-148	-1104.3	29.3	-240	-945.8	-6.7
3	232.8	-1499	-222.8	128.8	-740.3	-132.8
4	-770	-1499	-222.8	-469	-740.3	-132.8
5	-713.2	-1661.7	182.6	-257.7	-941.2	61.6
6	-1534.7	-1661.7	182.6	19.7	-941.2	61.6
7	-1471.9	-1787.6	374.7	74.4	-1072.2	-26.2
8	-3195.6	-1787.6	374.7	-46.3	-1072.2	-26.2
9	-374.7	-76.7	151.2	-364.9	-128.9	150.1
10				-206.1	23.4	138.4
11				-96.6	136	58.4

Tablo 2.26. : İlave perdeli duruma göre hesapta kritik kesitlerde içkuvvvetler (Tip 2)

KRİTİK KESİT NO	C CERCEVESİ			B CERCEVESİ		
	M	N	T	M	N	T
	kNm	kN	kN	kNm	kN	kN
1	-267	6.5	-713.6	-547.4	-1.2	-705.5
2	-89.4	-1171.5	13.9	-246.4	-588.3	-52.8
3	329	-1504.1	-257.5	184.5	-645.9	-156.1
4	-829.9	-1504.1	-257.5	-517.9	-645.9	-156.1
5	-649.4	-1698.3	177.3	-59.8	-879.8	38.5
6	-1447.1	-1698.3	177.3	32.2	-879.8	38.5
7	-1307.3	-1844.5	352.5	-429.3	-1022.2	-19.3
8	-2928.7	-1844.5	352.5	-56.5	-1022.2	-19.3
9	-414.2	-89	160.4	-429.3	-128.1	165.9
10				-279.7	17	159.1
11				-95.7	380.8	107

- En elverişsiz deney yüklerine göre hesap

Bu hesap sırasında yapının düşey yükleri ile öngörülen deney yükleri birlikte düşünülmüş, deprem yüklerinin deney sırasında etkimeyeceği varsayılmıştır.

Tablo 2.27. Simetrik yükler için hesap (Şekil 2.47)

Tablo 2.28. Antimetrik yükler için hesap (Şekil 2.48)

Karşılaştırmalar :

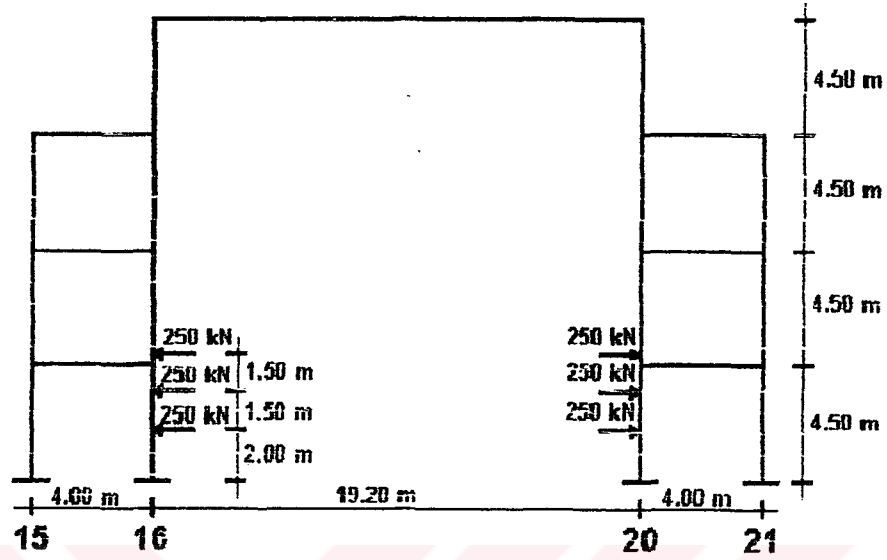
Karşılaştırmalar, kesitlerdeki moment değerleri esas alınarak yapılmış ve ağırlıklı ortalama artış veya azalış miktarları, C ve B çerçeveleri için Tablo 2.29 ve 2.30 da verilmişlerdir.

Tablo 2.29. : C çerçevesinde moment değerlerinin karşılaştırılması

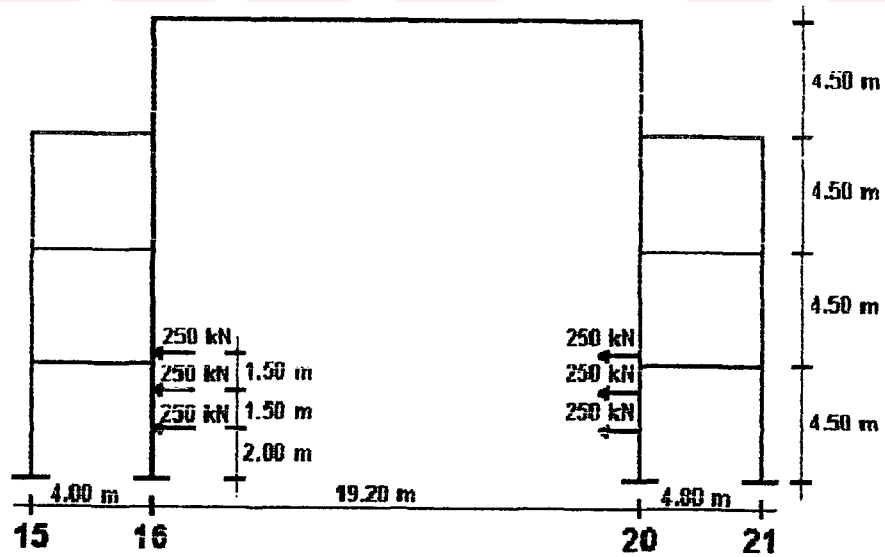
KESİT NO	Tb.2.22-2.23	Tb.2.24-2.25	Tb.2.25-2.26	Tb.2.27-2.28	Tb.2.25-2.27
1	29.88	33.6	-12	-24.17	136.02
2	-0.003	-9.65	-39.59	-60.47	-7.36
4	113.11	165.15	7.78	-44.29	140.23
6	48.52	201.22	-5.71	-13.33	428.49
8	-93.43	5121.57	-8.35	64.84	26.47
10	-12.46				
Agir. Ort.	-17.09	375.38	-6.54	2.62	149.59

Tablo 2.30. : B çerçevesinde moment değerlerinin karşılaştırılması

KESİT NO	Tb.2.22-2.23	Tb.2.24-2.25	Tb.2.25-2.26	Tb.2.27-2.28	Tb.2.25-2.27
1	51.21	46.48	109.01	-15.47	310.27
2	23.25	14.34	2.67	-61.06	-33.88
4	49.35	68.4	10.43	-51.3	130.3
6	93.17	-97.09	203.55	-2.02	4860.2
8	-87.58	-62.33	22.03	-56.77	92.87
10	-2.59	-60.52	35.71	99.07	4.22
Agir. Ort.	-4.14	-37.54	37.39	-18.76	194.19



Şekil 2.47. En elverişsiz deney yüklemesi (simetrik)



Şekil 2.48. En elverişsiz deney yüklemesi (antimetrik)

Tablo 2.27. : En elverişsiz deney yüklemesine göre hesapta kritik kesitlerde içkuvvetler (Simetrik)

KRITİK KESİT NO	C CERCEVESİ			B CERCEVESİ		
	M	N	T	M	N	T
	kNm	kN	kN	kNm	kN	kN
1	-720.8	10.4	-743.2	-1074.5	-12.1	-743.7
2	137.1	-1240.8	486.3	158.7	-649.1	132.8
3	-333.4	-1397.4	485.2	-211.6	-495.8	287
4	1849.8	-1397.4	485.2	1080.1	-495.8	287
5	-8357.4	-1489.7	-3659.6	1278.4	-707	-502.1
6	81108.8	-1489.7	-3659.6	-981.1	-707	-502.1
7	-25231.1	-707	-4605.6	-572.6	-907.4	143.9
8	-4045.2	-707	-4605.6	89.3	-907.4	143.9
9	442.5	211.7	-35.3	332.7	239.2	-10.9
10				-214.8	-177.1	141.9
11				-401.5	1729.1	187.8

Tablo 2.28. : En elverişsiz deney yüklemesine göre hesapta kritik kesitlerde içkuvvetler (Antimetrik)

KRITİK KESİT NO	C CERCEVESİ			B CERCEVESİ		
	M	N	T	M	N	T
	kNm	kN	kN	kNm	kN	kN
1	-546.6	6.1	-742.1	-908.3	-2.4	-742.4
2	54.2	-1231.8	121.1	61.8	-592.8	79.2
3	-35.3	-1484.4	236.8	62.1	-503.9	103.1
4	1030.5	-1484.4	236.8	526	-503.9	103.1
5	-9054.1	-1628.3	-3574.1	942.1	-790	-423
6	7029.3	-1628.3	-3574.1	-961.3	-790	-423
7	-26217.5	-886	-4249.8	-542.5	-996	126.3
8	-6668.3	-886	-4249.8	38.6	-996	126.3
9	70.9	66.1	49.6	-25.2	23.2	74.1
10				-427.6	-140.5	199.7
11				-416.6	1914.2	192.4

2.2.2.2. Serbest Titreşim Karakteristiklerinin Hesapla Bulunması :

Serbest titreşim karakteristiklerinin küçük titreşim ölçümleriyle (Micro tremor measurements) saptanması çalışmalarına başlangıç oluşturmak amacıyla, laboratuvar binasının iki yönündeki çeşitli durumlara ait periyod ve mod şekilleri bulunmuştur. Yapının ilave perdeli (Bölüm 2.2.1.ii.a ya göre) ve perdesiz durumlar için, ilk üç moduna ait serbest titreşim analizleri farklı çatı kalınlıkları için yapılmış ve sonuçlar Tablo 2.31 ve 2.32 de verilmiştir.

Tablo 2.31. Çatı döşemesinin $t=50$ cm olması durumunda periyodlar

Periyodlar [sn]				
Çatı katı döşemesi kalınlığı $t=50$ cm				
	Perdeli Durum		Perdesiz Durum	
	X	Y	X	Y
1.mod	0.518	0.531	0.713	0.754
2.mod	0.143	0.380	0.224	0.526
3.mod	0.134	0.173	0.209	0.216

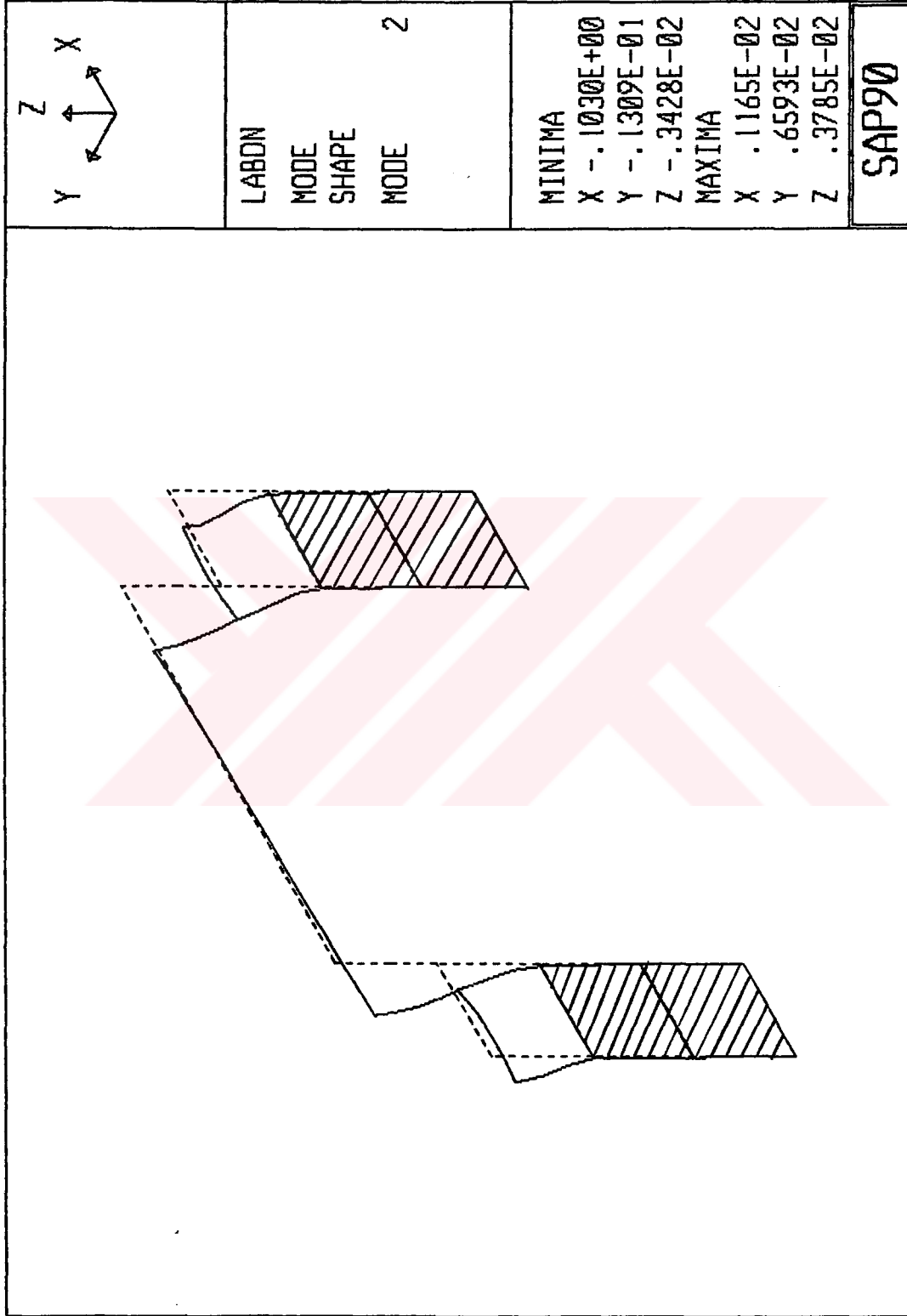
Tablo 2.32. Çatı döşemesinin $t=15$ cm olması durumunda periyodlar

Çatı katı döşemesi kalınlığı $t=15$ cm				
	Perdeli durum (sn)		Perdesiz durum (sn)	
	X	Y	X	Y
1.mod	0.439	0.456	0.623	0.667
2.mod	0.154	0.335	0.223	0.481
3.mod	0.144	0.164	0.201	0.201

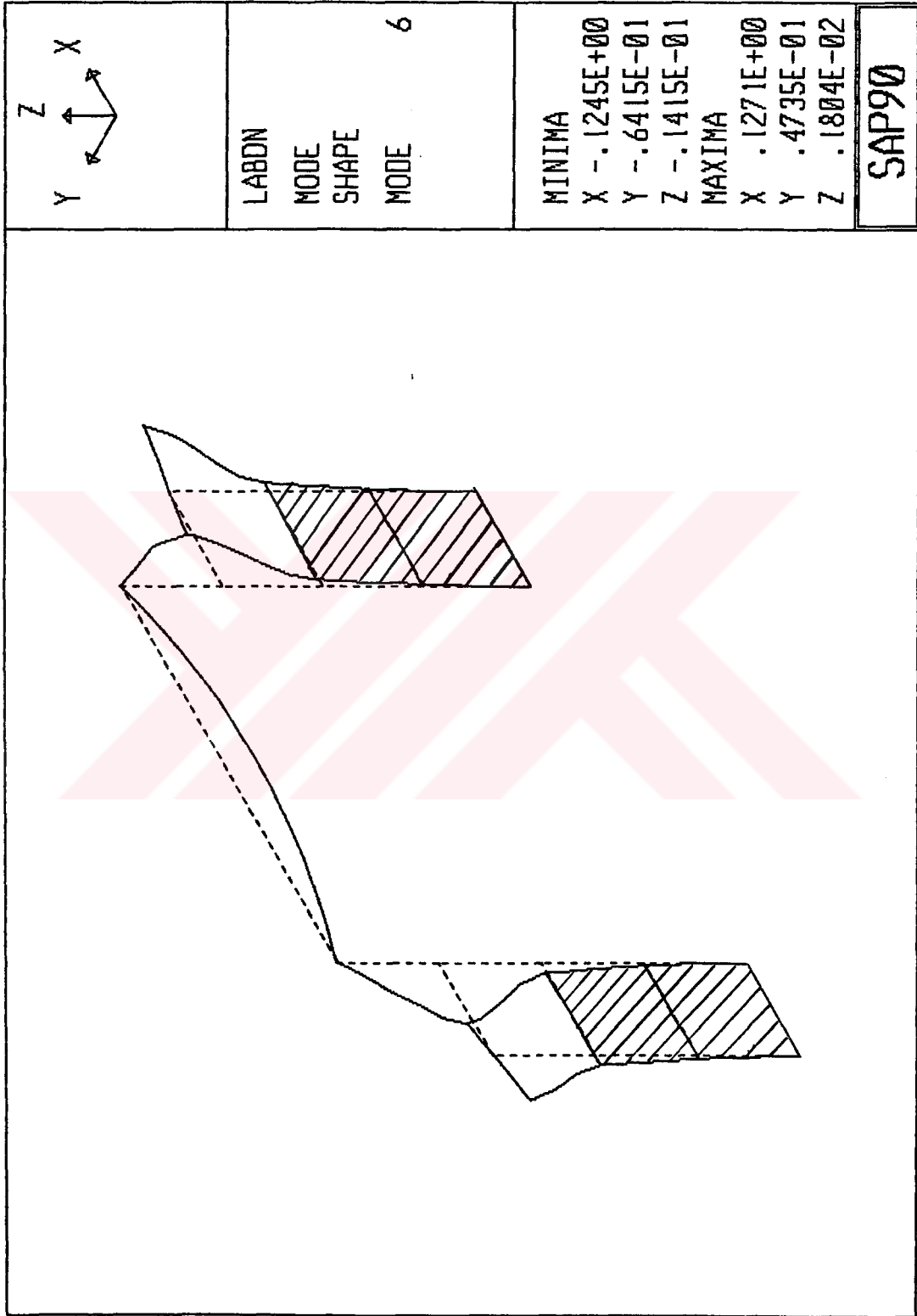
Yapılan serbest titreşim analizlerinden bulunan, X doğrultusundaki perdeli ve perdesiz durumlarına ait mod şekilleri Şekil 2.49, 2.50, 2.51, 2.52, 2.53 ve 2.54 de sadece C çerçevesi için verilmiştir.

Y doğrultusuna ait mod şekilleride 20 nolu çerçeve gözönüne alınarak Şekil 2.55, 2.56, 2.57, 2.58, 2.59 ve 2.60 de verilmiştir.

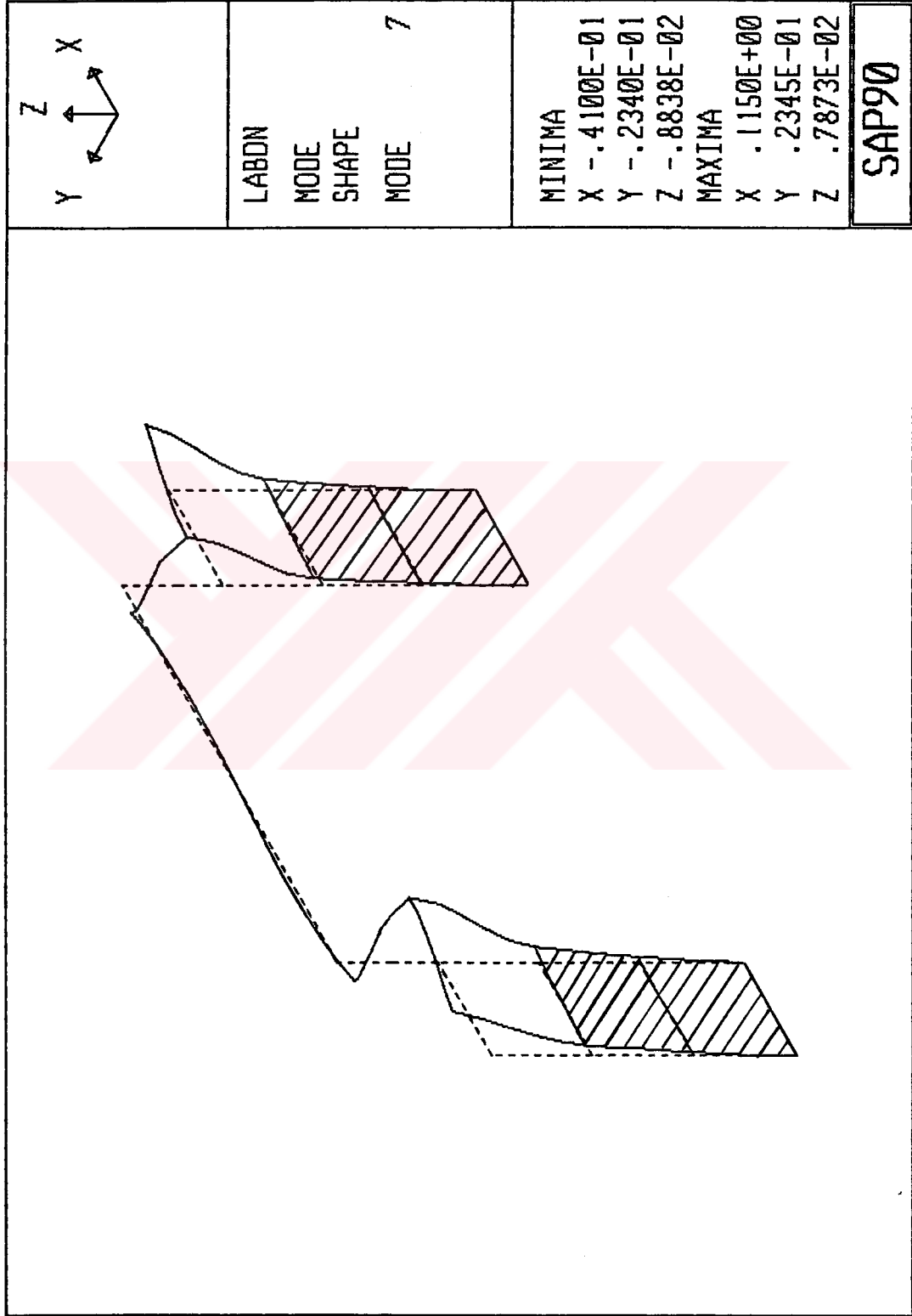




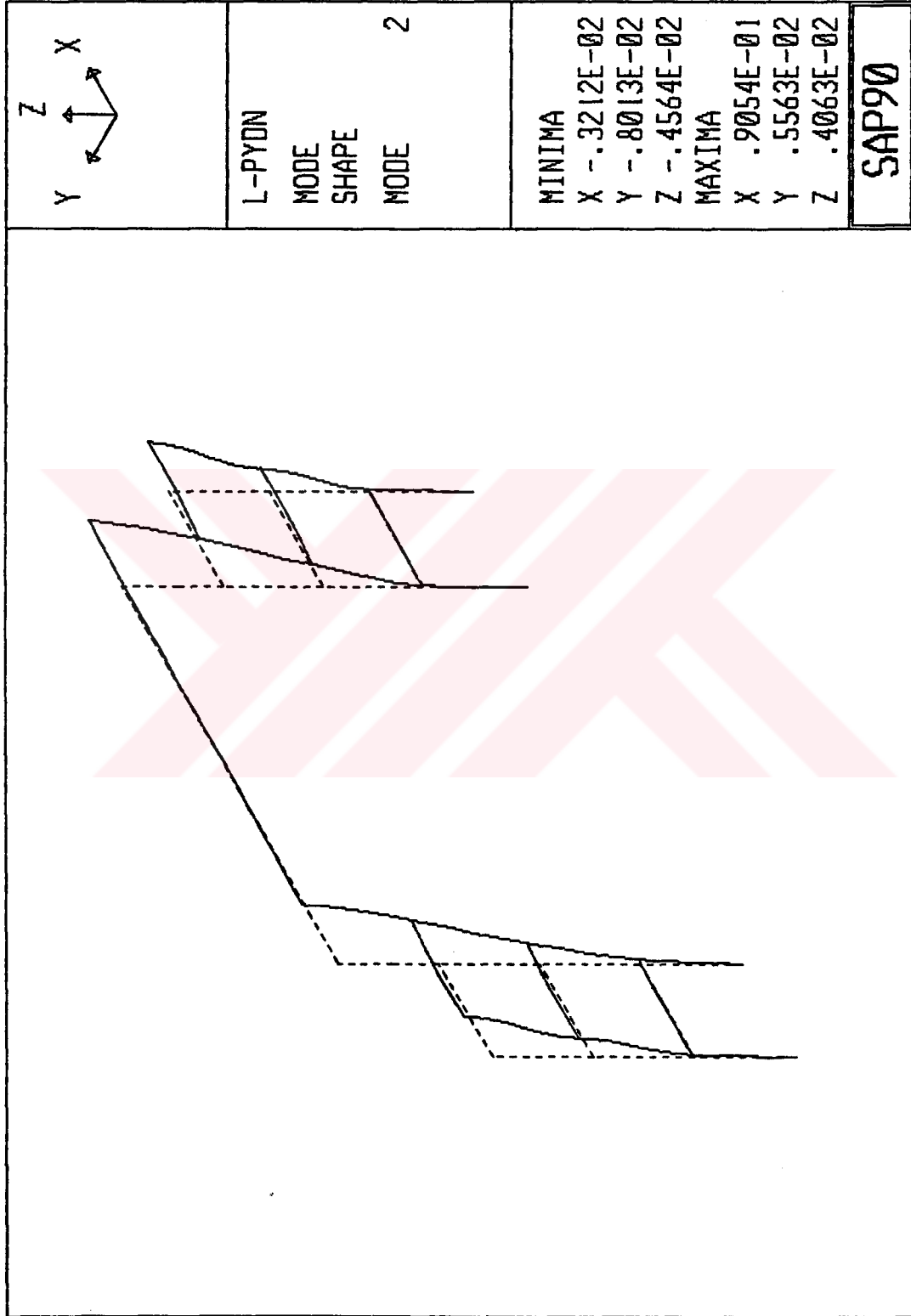
Şekil 2.49. C gerçevesinde, perdeli duruma ait
1. mod şekli



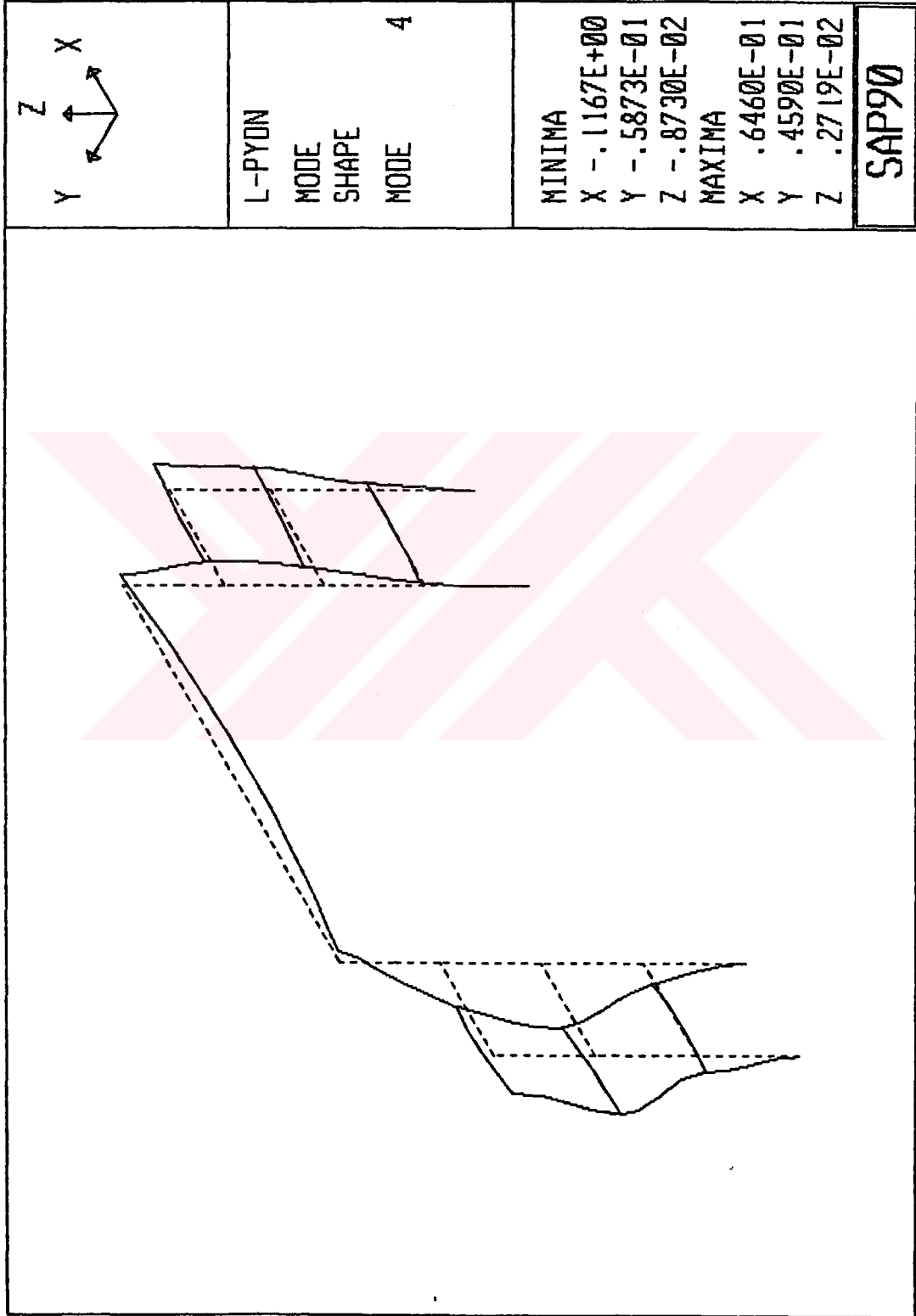
Şekil 2.50. C çerçevesinde, perdeli duruma ait
2. mod şekli



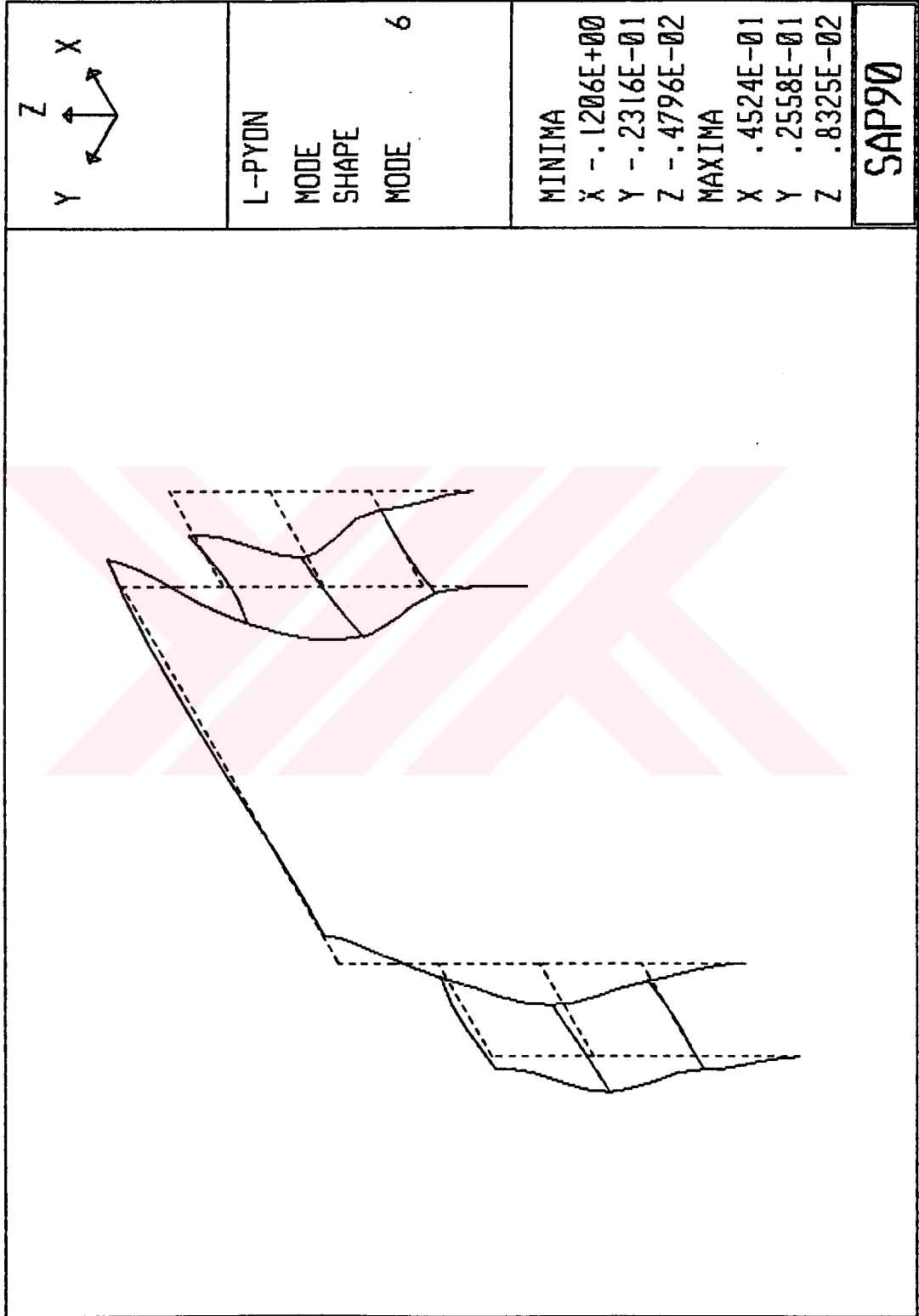
Şekil 2.51. C çerçevesinde, perdeli duruma ait
3. mod şekli



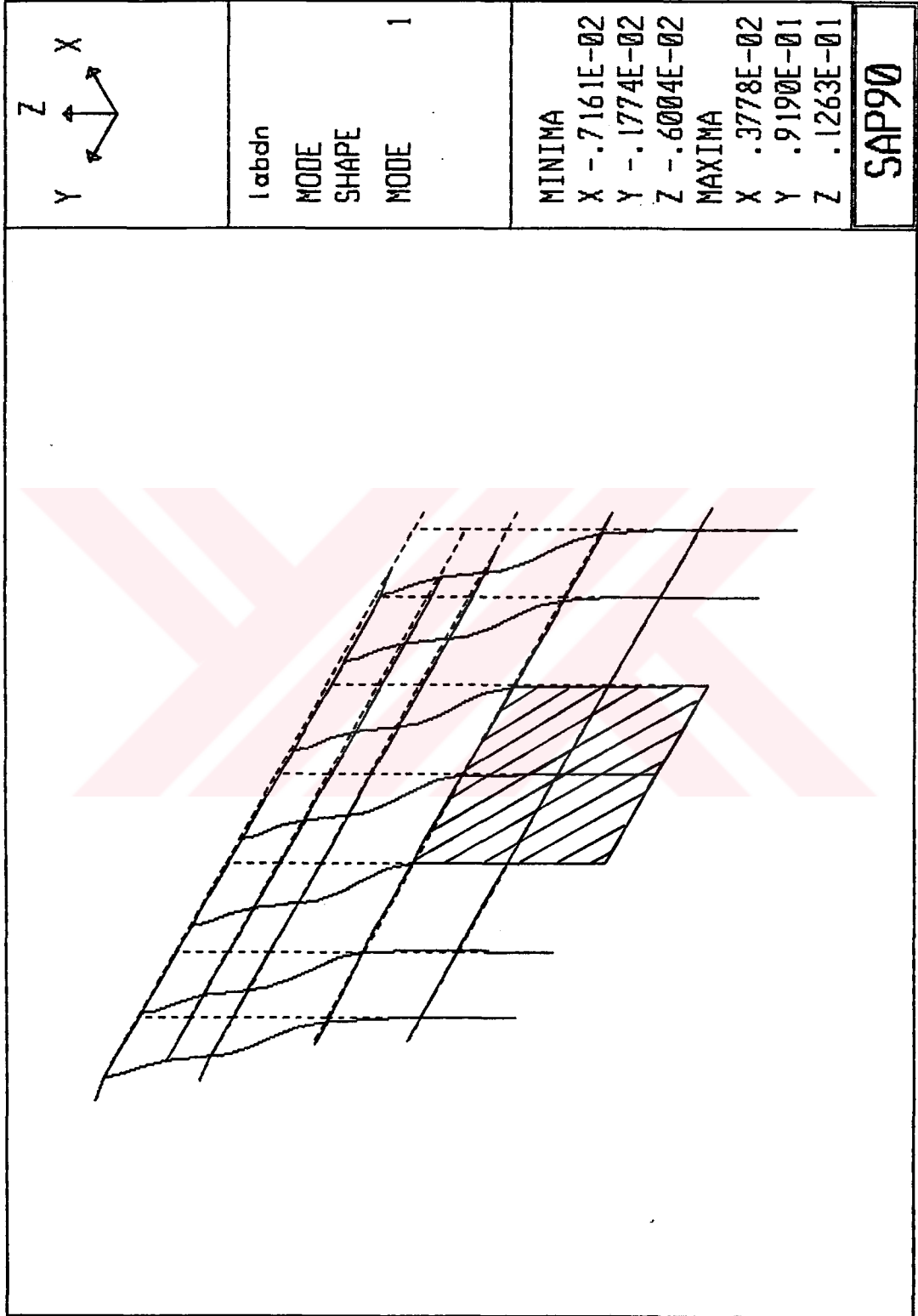
Şekil 2.52. C çerçevesinde, perdesiz duruma ait
1. mod şekli



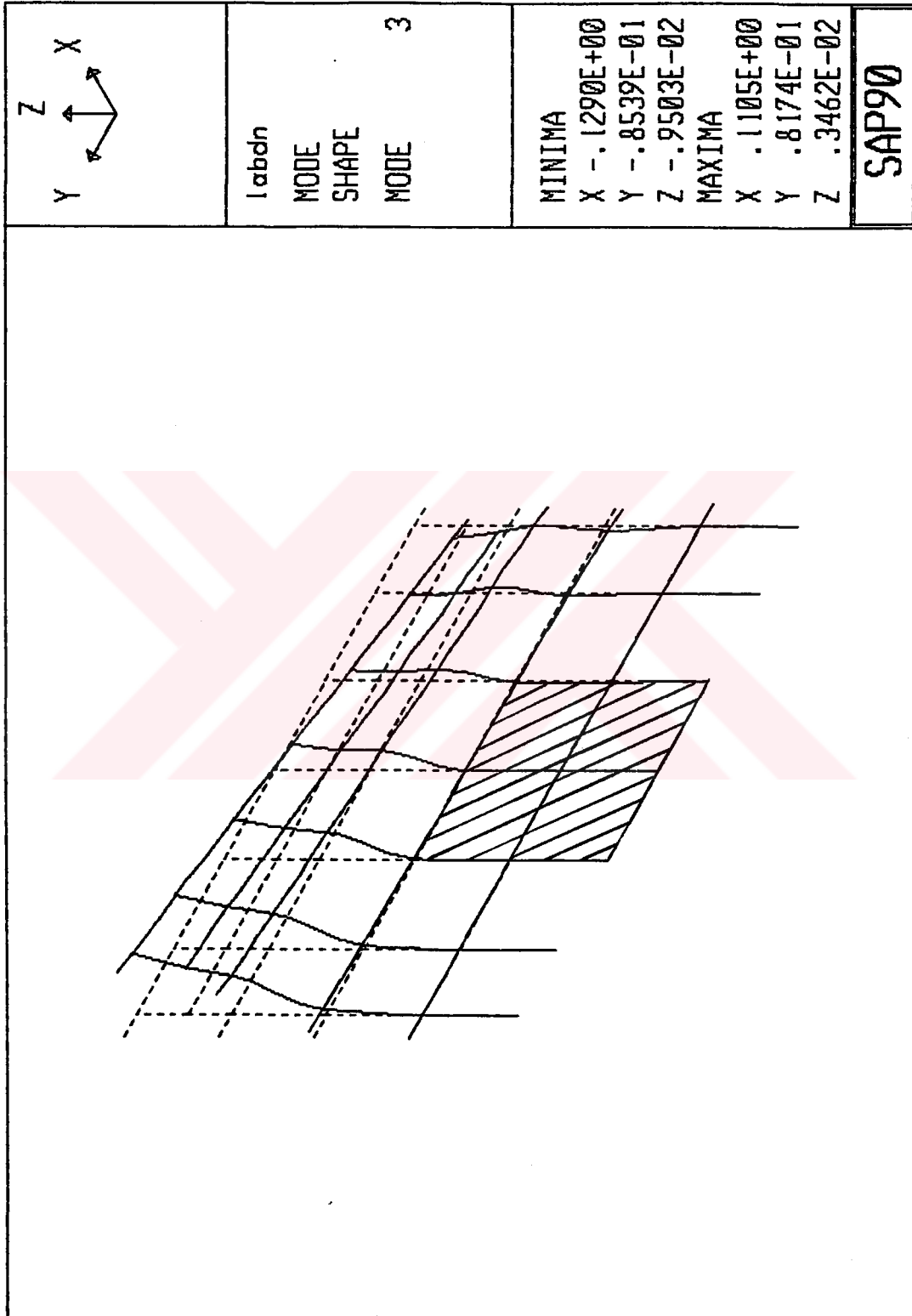
Şekil 2.53. C çerçevesinde, perdesiz duruma ait
2. mod şekli



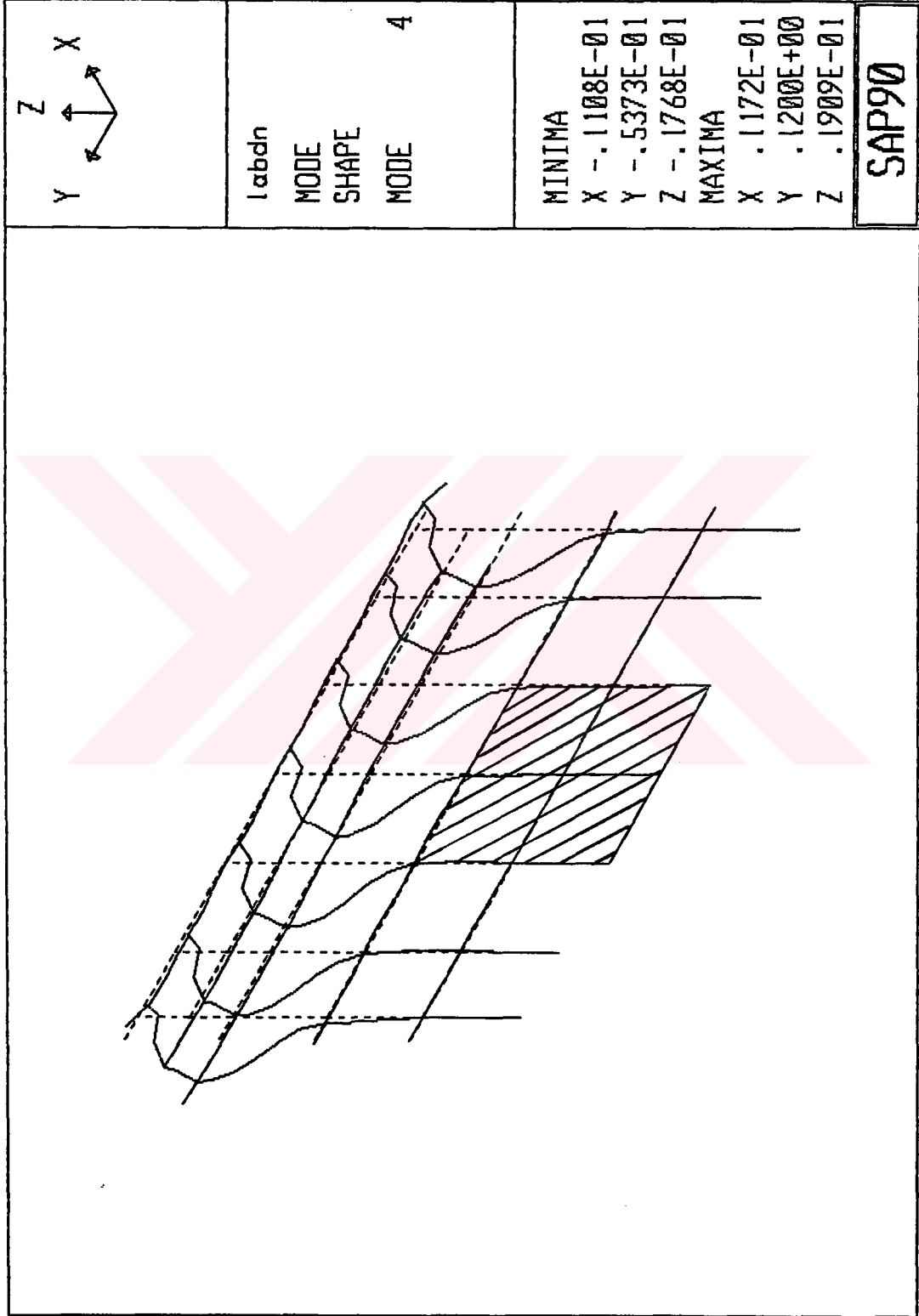
Şekil 2.54. C gerçevesinde, perdesiz duruma ait
3. mod şekli



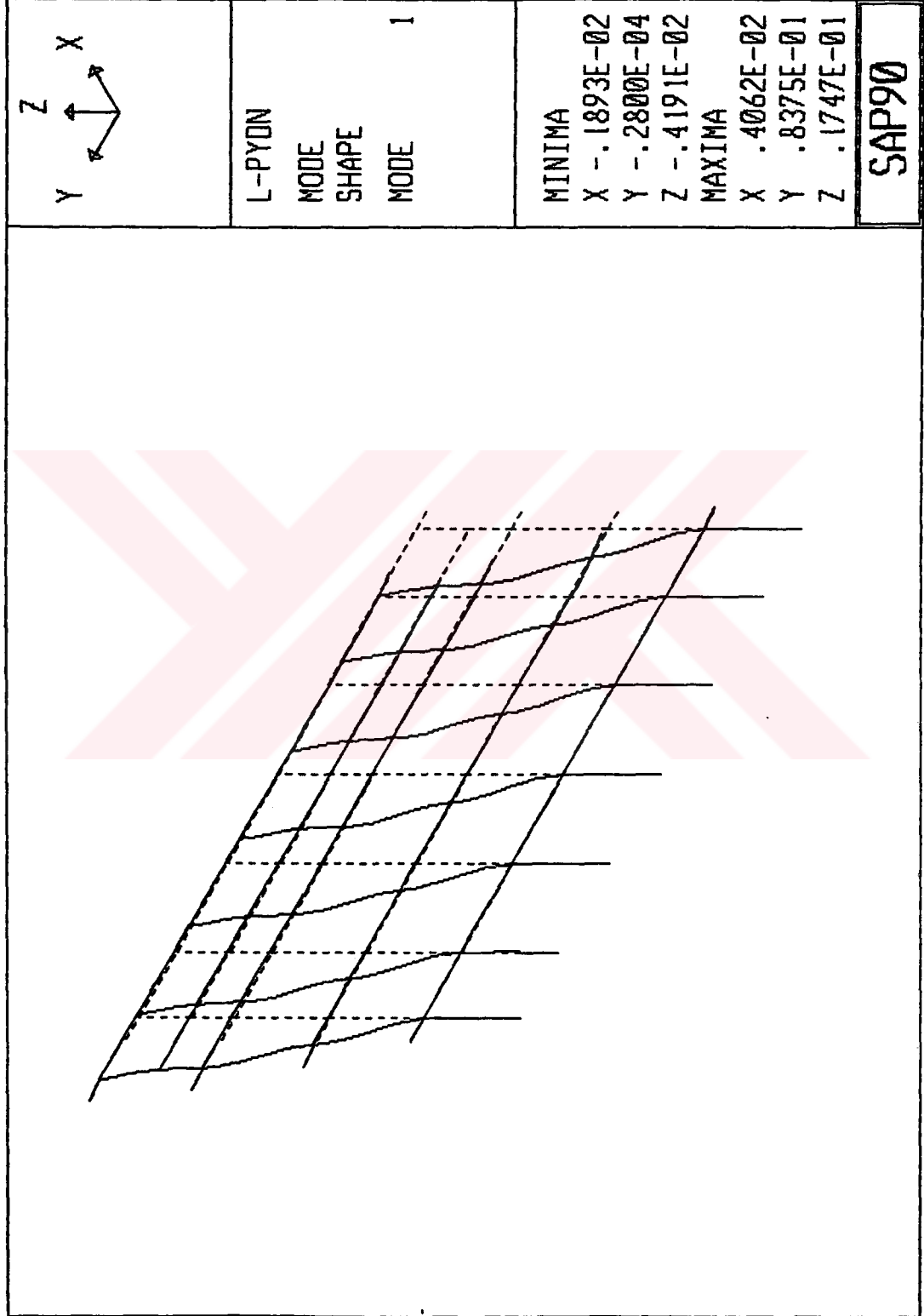
Şekil 2.55. 20 nolu çerçevede, perdeli duruma ait
1. mod şekli



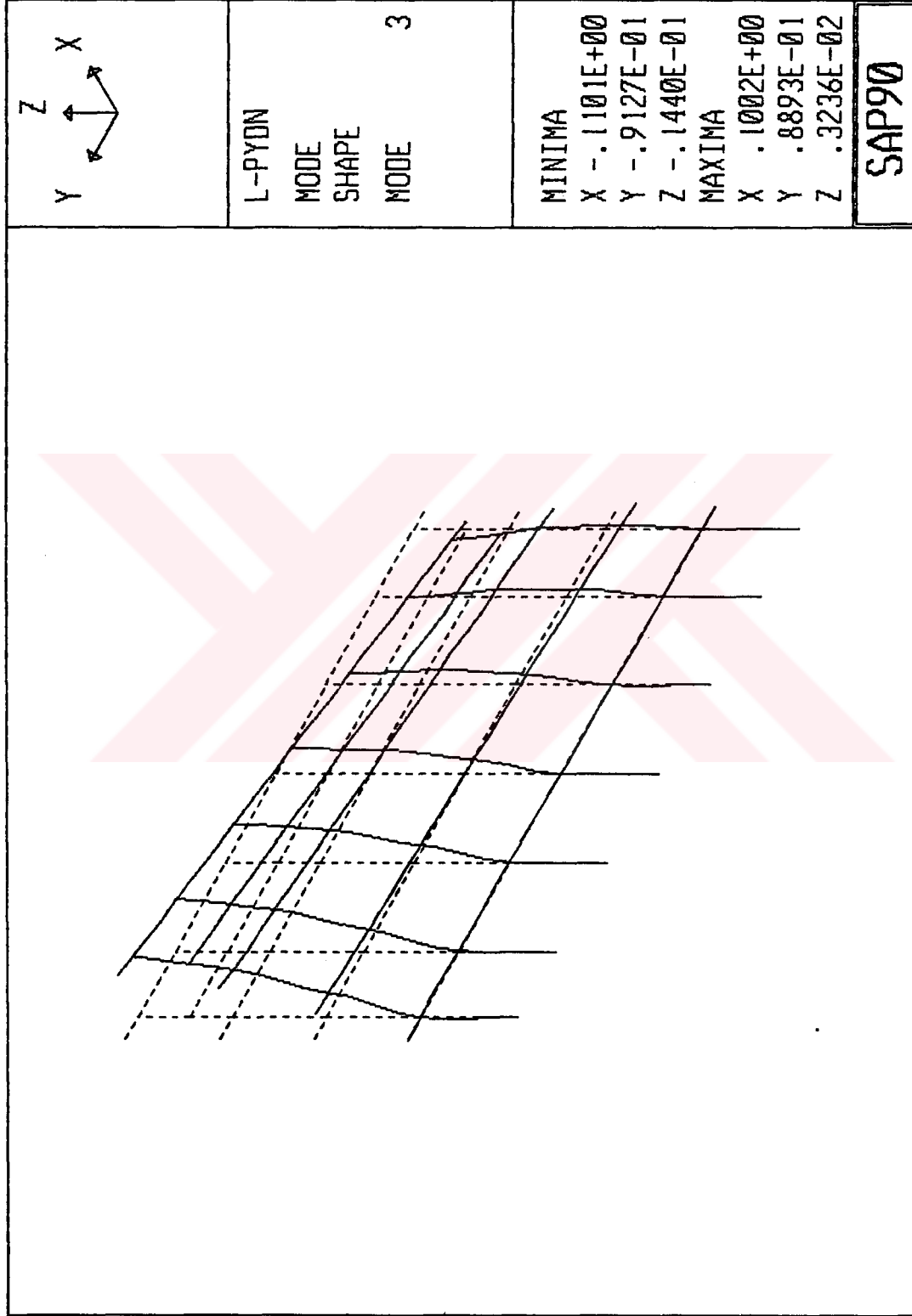
Şekil 2.56. 20 nolu çerçevede, perdeli duruma ait
2. mod şekli



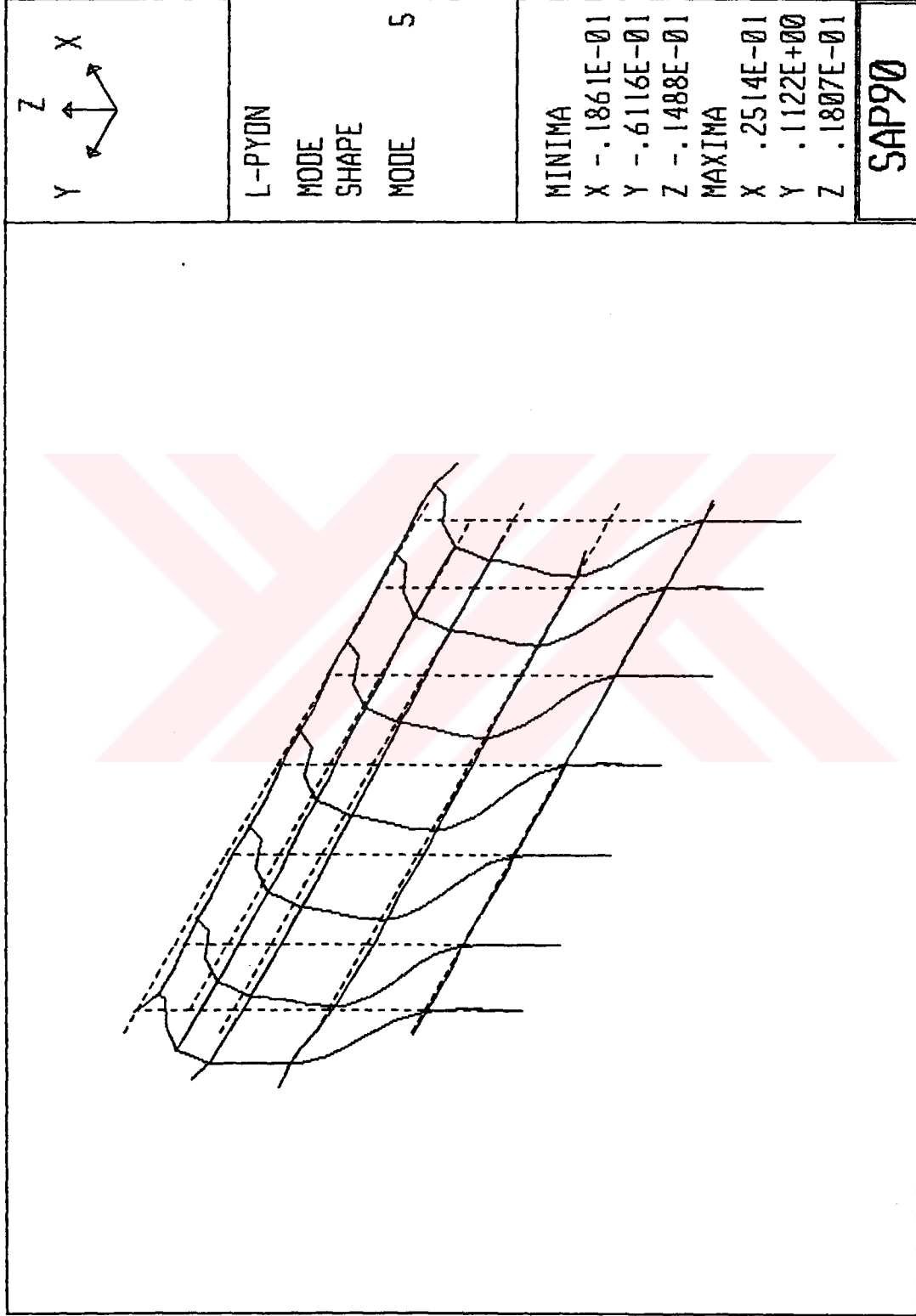
Şekil 2.57. 20 nolu çerçevede, perdeli duruma ait
3. mod şekli



Şekil 2.58. 20 nolu çerçevede, perdesiz duruma ait
1. mod şekli



Şekil 2.59. 20 nolu gerçevede. perdesiz duruma ait
2. mod şekli



Şekil 2.60. 20 nolu gerçevede. perdesiz duruma ait
3. mod şekli

BÖLÜM 3. YATAY VE DÜŞEY YÜKLERİN ETKİSİNDEKİ BİR KOLON KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGESİ VE YAKIN CİVARINA AİT DAVRANIŞA YÖNELİK DENEYSEL ÇALIŞMA

3.1. Tanım ve amaç :

Betonarme yapılarda düğüm noktası denildiğinde, gerçekte sonlu bir bölge olan kolon-kiriş birleşim bölgesi anlaşılır. Deprem sırasında bölgesel göçme olayını engelleyebilmek üzere bu bölgenin ve yakın çevresinin gerektiği biçimde donatılması ve inşası büyük önem kazanmaktadır.

Kolon-kiriş birleşim bölgesi içinde kalacak sarma donatısının yerleştirilmesi, açıklıktan gelen donatıların kesileceği kesitler, kirişlerin bu bölgeye komşu kritik kesitleri ve o bölgenin sahip olması gereken süneklik miktarları ile kalıcı şekil-değiştirmelerin buradan uzaklaştırılmasına yönelik önlemler önemli olmaktadır.

Bu deneysel çalışma, düzlem bir yapının ortadaki bir düğüm noktası üzerinde yoğunlaştırılmıştır, yani bu bölgeye iki yandan kirişler ve kolonlar bağlanmaktadır.

Uygulama güçlüklerinin doğurduğu bazı olumsuzlukları deneyde yansıtabilmek için; malzeme özelliklerinin ve eleman boyutlarının belirlenmesinde uygulamadakine yakın seçimler yapılmıştır. Bunlara örnek olarak numunede yumuşak çelik kullanımı (BÇ1), düşük kalitede beton

kullanımı (BS14), kirişlerde pilye kullanımı, kolon ve kiriş genişliklerinin duvar kalınlığı içerisinde gizlenmesi vb. hususlar verilebilir.

Üç numunenin denendiği bu çalışmanın birinci ve üçüncü numunelerinin kolon-kiriş birleşim bölgesi içinde etriye yer almamaktadır. İkinci numunede ise kiriş ve kolonlarda ek gövde donatıları yer almaktadır. Yapım kolaylığı sağlayan gövde donatısı türündeki sargıların düğüm noktası genel davranışına ve kritik bölgedeki kalıcı şekil değiştirmelerin dağılımına etkileri gözlenmek istenmiştir.

3.2. Çalışmada izlenen yol :

Model yapı olarak isimlendirilen ve pratikteki tercih ve düşüncelere yakın olarak oluşturulan 5 katlı bir yapının yatay ve düşey yük analizlerinin yapılması ve yapıdaki elemanların boyutlandırılması deneysel çalışmanın başlangıç hazırlığı olarak [3] nolu referansta önceden yapılmıştır.

Bu deneysel çalışmada model yapıdan seçilen bir orta düğüm noktası ve civarının davranışı yada enerji yutma kapasitesi sınırlı sayıdaki bazı parametreler için deneysel olarak irdelenmiştir. Bunların başında, kolon - kiriş birleşim bölgesi içindeki ve civarındaki donatı yerleşimi ile beton mukavemeti gelmektedir.

Elde edilen sonuçların yorumlanması ve düğüm noktası ve yakın çevresi ile ilgili önerilerde bulunulması deneysel çalışmanın son adımını oluşturacaktır.

3.3. Varsayımlar :

Oluşturulan numuneler düzlemdir, yükleme bu düzlem içinde yapılmaktadır. Düzleme dik doğrultudaki kırışların sonuçlara belirli ölçüde etkisi olduğu bilinmekle beraber konudışı bırakılmış, sonuçların birbiriyle mutlak olarak değil rölatif olarak karşılaştırılması yolu izlenmiştir. Deney düzeni ve numunelerin getirdiği bu sınırlamanın ileriki çalışmalarda kaldırılması yoluna gidilmeye çalışılacaktır.

Numune kolonlarına deneysel çalışmanın bu aşamasında eksenel kuvvet uygulanmıyacaktır. [4] ve [5] nolu referanslarda kolon eksenel kuvvetinin düğüm noktası davranışını pozitif yönde etkilediği, [6] ve [7] nolu referanslarda ise kolon eksenel kuvvetinin düğüm noktası davranışında etkili bir parametre olmadığı belirtilmektedir.

Beton dökümü yatayda yapılmıştır. Yani beton içerisindeki agrega yerleşimi uygulamadaki ile aynı yönde olmamıştır. Bundan doğacak etkilerin az olacağı varsayılmaktadır....

Numunelerin yatayda test edilmesi sonucu özağırlık etkileri düğüm noktasına doğrudan aktarılamamaktadır. Ancak numunelerin özağırlığı, etkitilecek sanal kuvvetler içinde yer almaktadır.

Deneyin başlangıcında numune ile deney düzeni arasındaki sürtünmenin çok fazla olmadığı kabul edilmektedir. Bunun en aza indirilmesi için gres yağlı bilyalı üç adet düzenek kullanılmıştır.

Numune betonu bir defada döküldüğü için; uygulamada her katın farklı zamanda dökülmesinden kaynaklanan, kiriş üst kotu hizasındaki inşaat derzi, numunelerde yoktur.

3.4. Numunelerin genel tanımı ve ölçek :

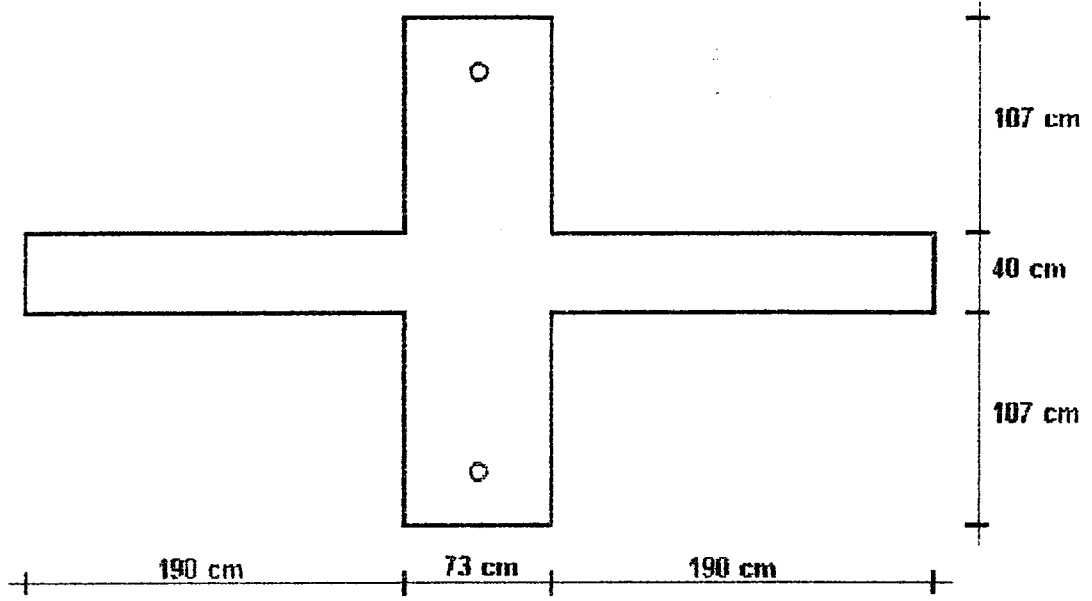
Model yapıdan numuneye geçerken kullanılan geometrik ölçek 1/2 dir. Başka türlü söylemek gerekirse, model yapıya ait eleman boyutları ve açıklıklar 1/2 oranında küçültülerek numuneler oluşturulmuştur. Laboratuvar döşemesindeki delik mesafelerinin imkan vermeme- si nedeniyle kolon yüksekliği 1.5 m yerine 1.0 m alınmıştır.

Kesit boyutları 1/2 oranında küçültüldüğünde, kesit içerisindeki donatı miktarı o şekilde belirlenmiştir, numunenin tüm kesitlerindeki moment taşıma kapasiteleri model yapıdaki karşılık gelen kesitlerin moment taşıma kapasitelerinin 1/8 i olmaktadır.

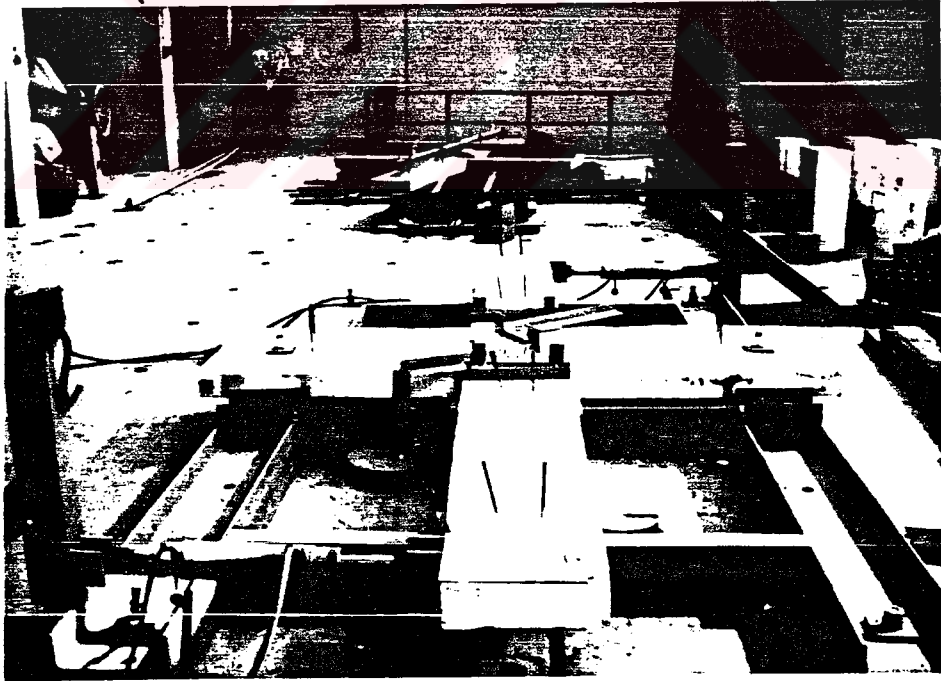
Şekil 3.1 de numunelerin tanımı için gerekli olan tüm boyutlar verilmiştir.

3.5. Deney Düzeni ve Yükleme Şekli :

Özel bir kalıp içerisinde hazırlanan numuneler Fotoğraf 3.1 de gösterilen düzeneğe kren vasıtasıyla yerleştirilmiştir. Numune üzerinde bırakılan boşluklardan geçen bulonların yardımıyla, mesnet reaksiyonları kesme kuvveti olarak döşeme düzlemi içinden dış ortama



Şekil 3.1. Numunelerin ölçeği



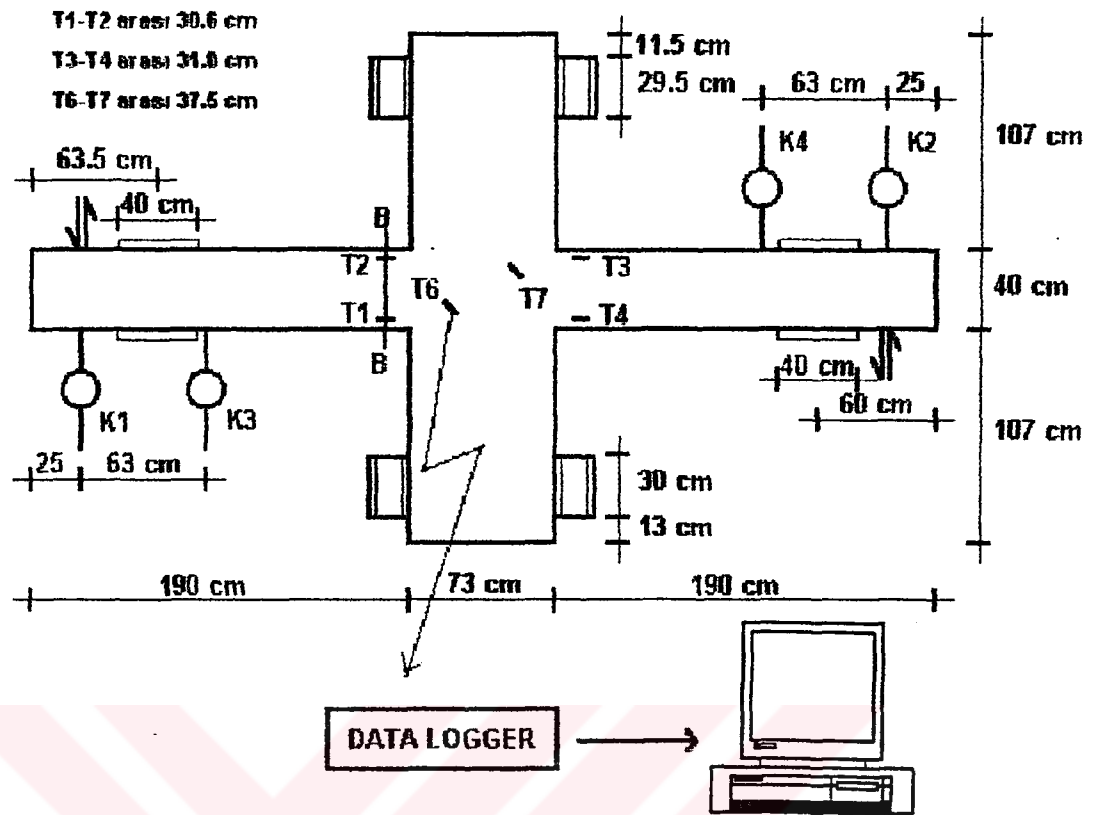
Fotoğraf 3.1. Deney düzeneği

aktarılmakta ve kolon uçlarından numunenin mafsallı olarak mesnedlenmesi sağlanmaktadır. Deney düzeninde kaçınılmaz olarak mevcut bulunan boşlukları alabilmek ve deney sırasındaki sınır koşullarının sabit kalmasını sağlamak üzere, kolon mesnedleri civarında dönmeyi fazla engellemeden olası yatay yerdeğiştirmeleri tutmak üzere önlem alınmış ve bu ilavenin sonuçlara etkisi Bölüm 3.9.d de irdelenmiş, etkisinin çok az olduğu saptanmıştır.

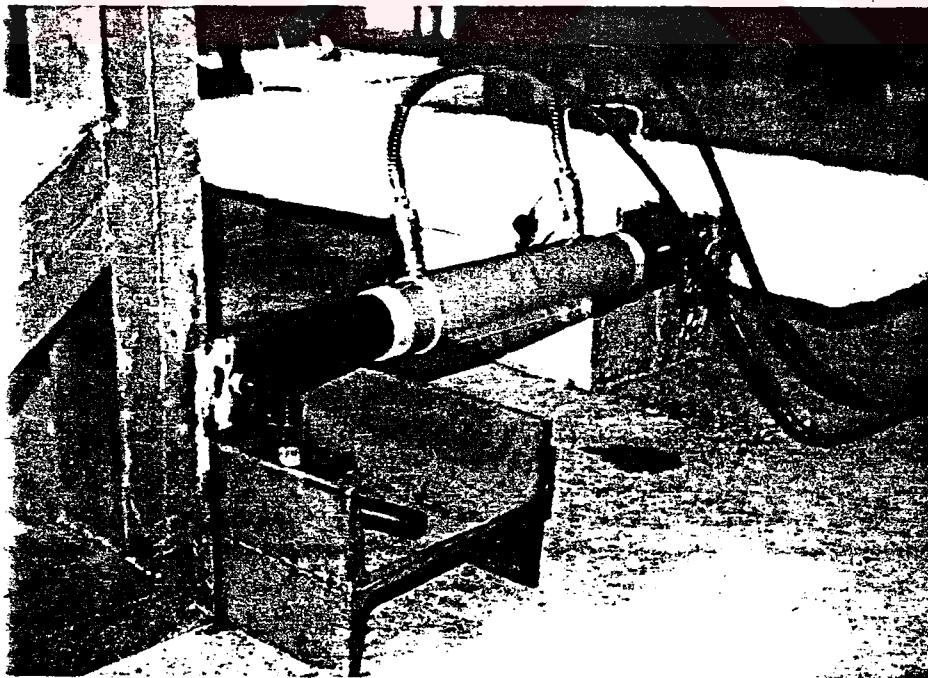
Numuneye yük aktarımı Şekil 3.2 de gösterilen yerlerden 22 ton itme kapasiteli hidrolik verenlerle yapılmaktadır. Elektrikle çalışan pompalardan basılan yağlar vasıtasıyla hidrolik verenlere yük aktarılır (Fotoğraf 2). Yüklemenin her adımında yük sabit olarak numune üzerine etkitilebilmektedir. Pompaların çeşitli yollarla kalibrasyonları yapılmış ve pompaların saatlerinden okunan çekme kuvveti değerlerinin, basınç kuvvetlerinin 0.4375 katı olduğu bulunmuştur.

Mutlak yada görelî yerdeğiştirme ölçümlerinde iki tür aletten yararlanılmaktadır. Bunlardan birinci grup Şekil 3.2 de görüleceği üzere kirişin yan taraflarına yerleştirilen 4 adet mekanik komparatördür ve mutlak deplasmanların ölçümünde kullanılmışlardır. Görelî yerdeğiştirmelerin ölçümünde ise ikinci tür olan elektronik yerdeğiştirme ölçüm aletlerinden yararlanılmıştır (LVDT). Aletlerin gönderdiği analog sinyaller, dönüştürücü vasıtasıyla (AID), sayısal biçime getirilmekte ve bilgisayarda depolanmaktadır.

Deney numunelerinin zati ağırlığından dolayı meydana gelebilecek etkileri azaltabilmek üzere, numuneler biri düğüm noktası altında, diğer ikisi kiriş uçlarında olmak üzere üç adet bilyalı yatak üzerine oturtulmuştur.



Şekil 3.2. Veren ve yerdeğiştirme okuma aygıtlarının yerleşimi



Fotoğraf 3.2. Veren bağlantı detayı

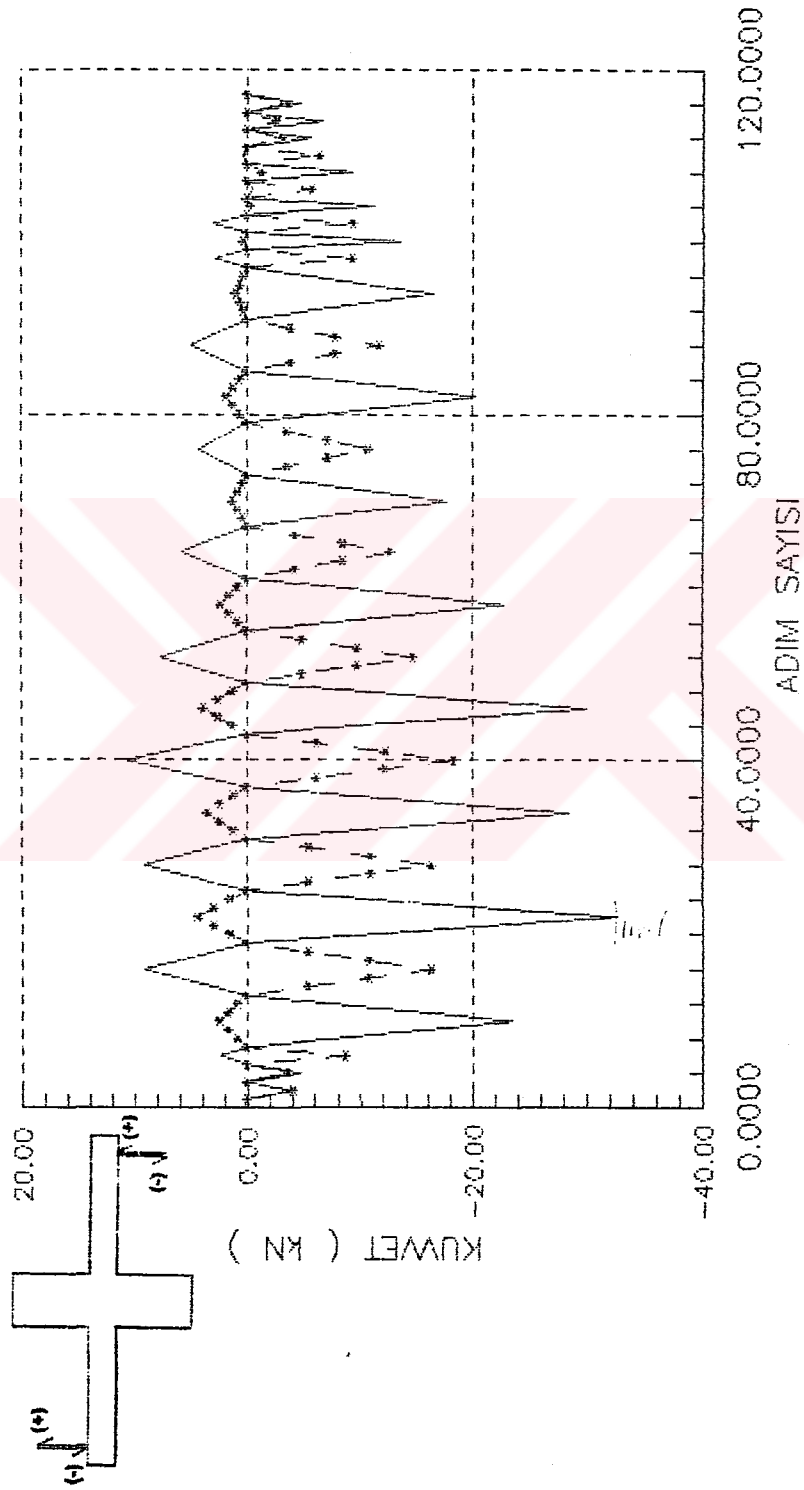
Yatağın yağlanmış olması sürtünme kayıplarını önemli miktarda azaltmaktadır. (Şekil 3.2)

3.6. Kullanılan yükleme fonksiyonu :

Kullanılacak yükleme fonksiyonu [2] de belirtilen yol izlenerek tanımlanmıştır. Kısaca söylemek gerekirse, 1975 deprem yönetmeliğine ve $1.0G + 1.0Q + 1.0E$ yüklemesine göre boyutlandırılan gerçek sistemden numuneye geçilmiştir. Sanal yükleme fonksiyonu tanımlanırken, 13 Mart 1992 Erzincan depreminin doğu - batı bileşeni esas alınmıştır. Gerçek yapının basitleştirilmiş tek dinamik serbestlik dereceli bir modeline, gerçek deprem etkililiği zaman artımı ile adım adım hesap yapılmış ve gözönüne alınacak düğüm noktası civarındaki yatay yük ve düşey yük etkileri toplanmıştır. Bu toplam etkiler P ile gösterilirse, numunede yaklaşık olarak aynı kritik kesit zorlarını oluşturan eşdeğer tekil yüklerin tanımında esas olarak $1/8$ katsayısı kullanılmış yani yükler küçültülmüştür. Bu küçültülmüş yükler 0.5, 1.0, 1.5 gibi katsayılarla çarpılarak üç ayrı şiddette düşey yük etkisini bulunduran yeni dış etkiler oluşturulmuş ve numuneye uygulanmıştır. 0.5 yüklemesi yaklaşık 4 süneklik katsayısına karşılık gelmektedir.

Şekil 3.3 de, 1.0 katsayısı için; soldaki veren yükünün değişimi sürekli formda, sağdaki veren yükününki ise kesikli formda gösterilmiştir. Ayrıca Ek B de, kullanılan kuvvetler sayısal olarak verilmiştir.

Bu çalışmada, ilk 2 numunede 0.5, üçüncü numunede 0.5 ve 1.0 katsayılarının sonuçları irdelenmektedir.



Şekil 3.3. 1.0 katsayısı için yükleme fonksiyonu

Her yükleme adımı sonunda komparatör değerleri gözle okunmakta ve elektronik yerdeğiştirme aletlerinden gelen değerler ise otomatik olarak bilgisayara kayıt edilmektedir.

3.7. Numunelerin Tanıtılması :

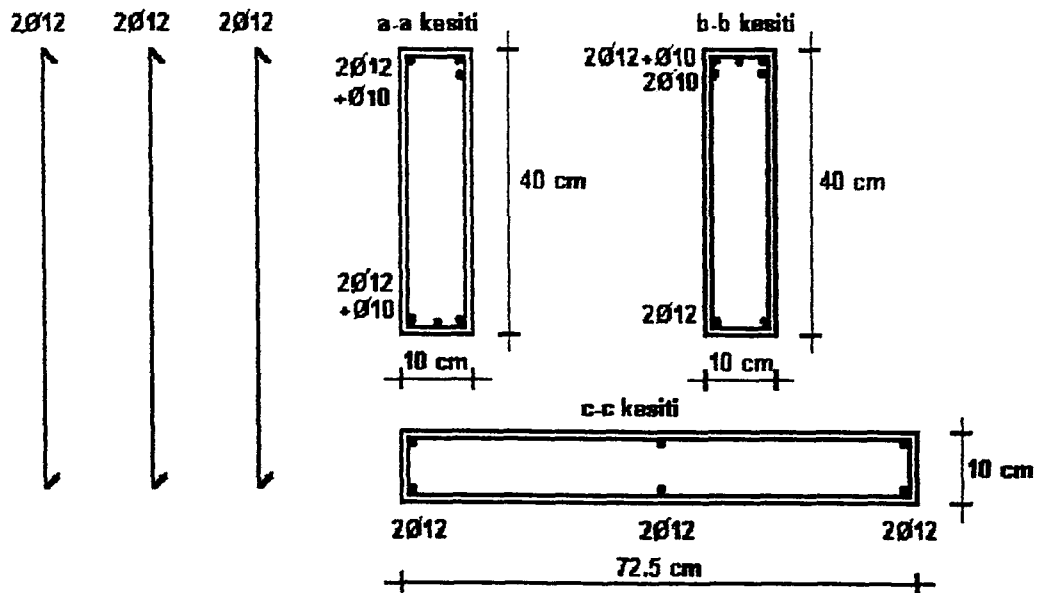
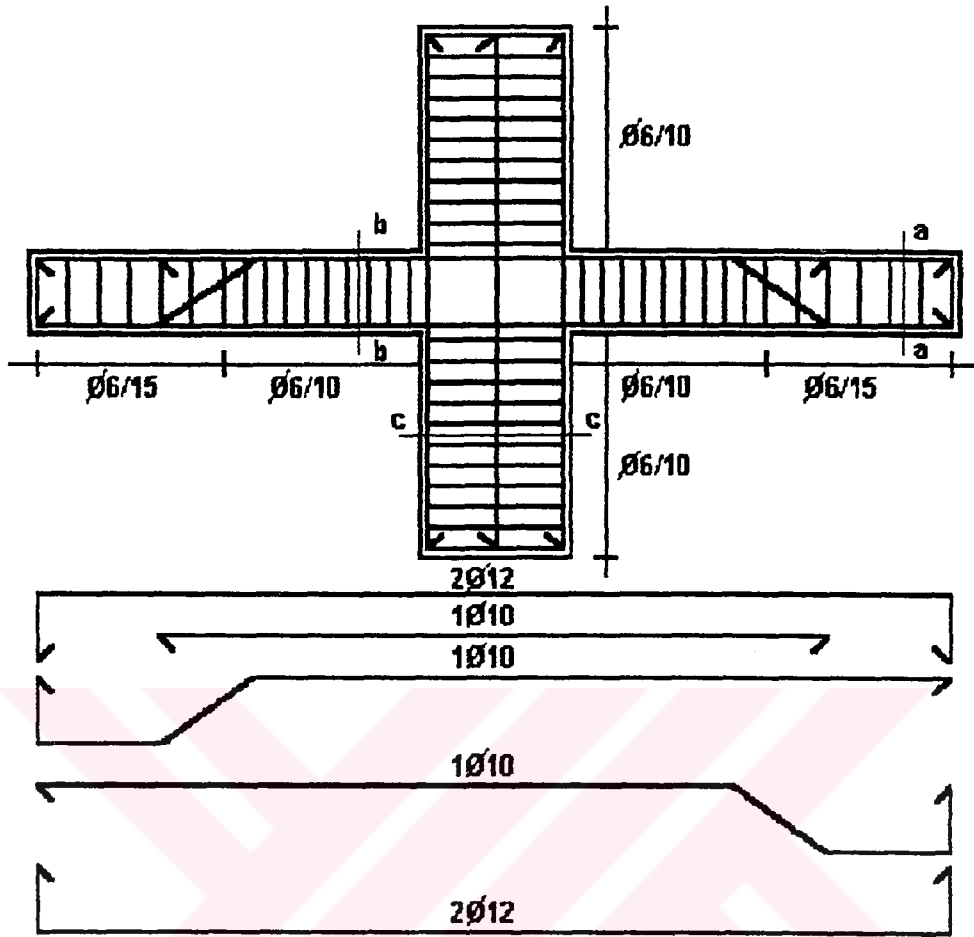
Deneyler sırasında üç adet numune hazırlanmıştır.

Numune 1 : Şekil 3.4 de bu numunenin donatı detayları gösterilmiştir. Düğüm noktası içerisinde kolon boyuna donatılarının dışında donatı bulunmamaktadır.

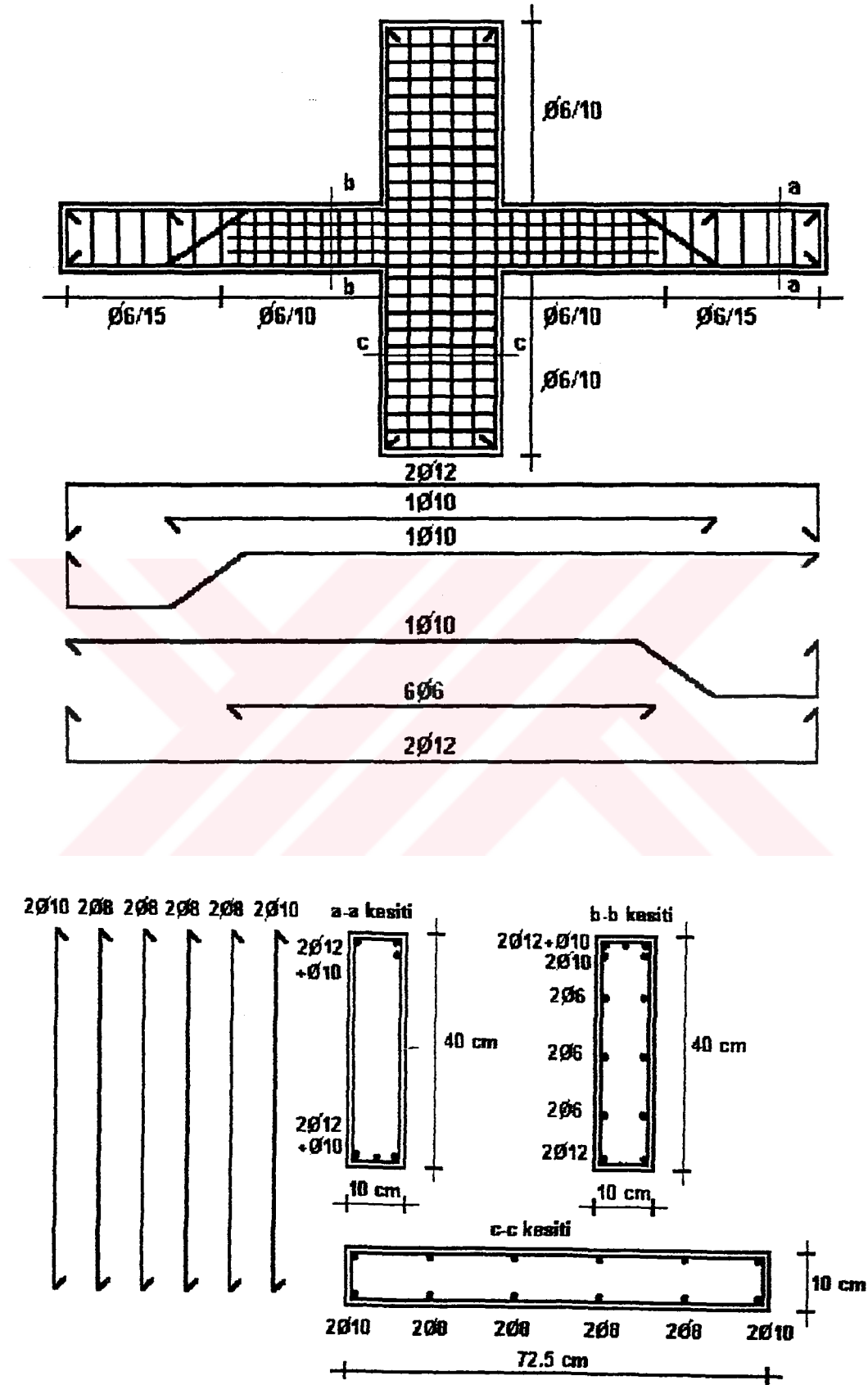
Numune 2 : Şekil 3.5 de bu numunenin donatı detayları gösterilmiştir. Düğüm noktası içerisinde kolon boyuna donatılarının dışında, kirişten gelen $\phi 6$ lık gövde donatılarında bulunmaktadır. Kiriş eklenen gövde donatıları; kiriş moment kapasitelerini bir miktar arttırmakta ayrıca, düğüm noktası etriyesine benzer görevde üstlenmektedirler. Bu şekilde düğüm noktası bir donatı kafesi ile sarılmıştır.

Numune 3 : Numune 3 de donatılar numune 1 ile aynı fakat beton basınç mukavemeti daha düşüktür. Uygulamada çok karşılaşılan bir durumu temsil edebilmek üzere bu numunede beton basınç mukavemeti özel olarak düşük tutulmuştur.

Numunelere ait beton basınç mukavemeti ve çelik çekme dayanımı sonuçları Ek C de verilmiştir.



Şekil 3.4. 1. numunenin donatı detayları



Şekil 3.5. 2. numunenin donatı detayları

Numune 1, 2 ve 3 de Şekil 3.4 ve 3.5 de gösterilen a-a ve b-b kesitlerine ait moment-eğrilik ilişkileri Şekil 3.6, 3.7 ve 3.8 de gösterilmiştir.

3.8. Numunelerin Onarılması :

Bir ve iki nolu numunelerde; 0.5, 1.0 ve 1.5 kat-sayılı yükleme fonksiyonları etkitildikten sonra oluşan çatlaklar, epoksi enjekte edilerek onarılmışlardır. Yapılan onarım sonrası numunelere aynı yükleme fonksiyonları yeniden etkitilmiştir.

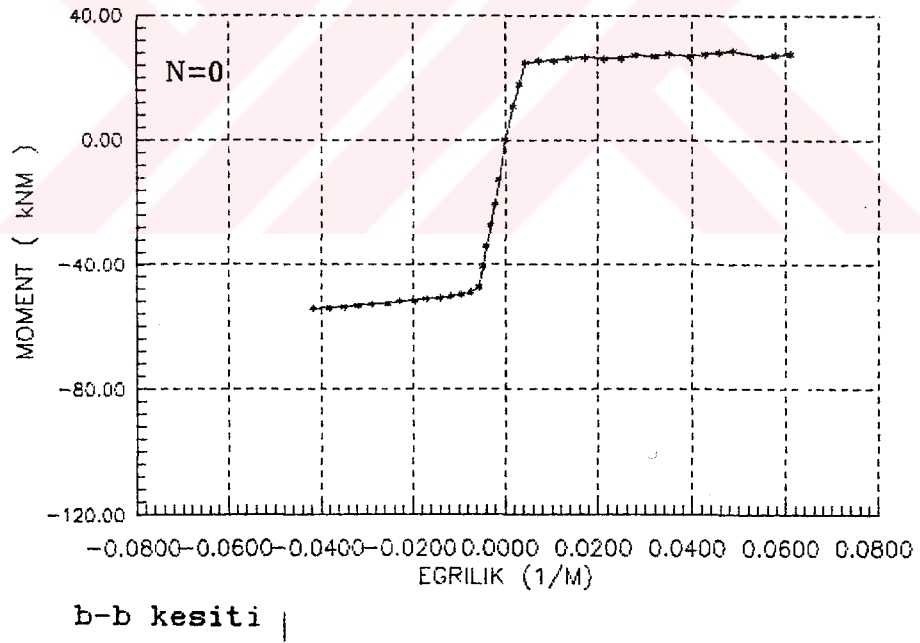
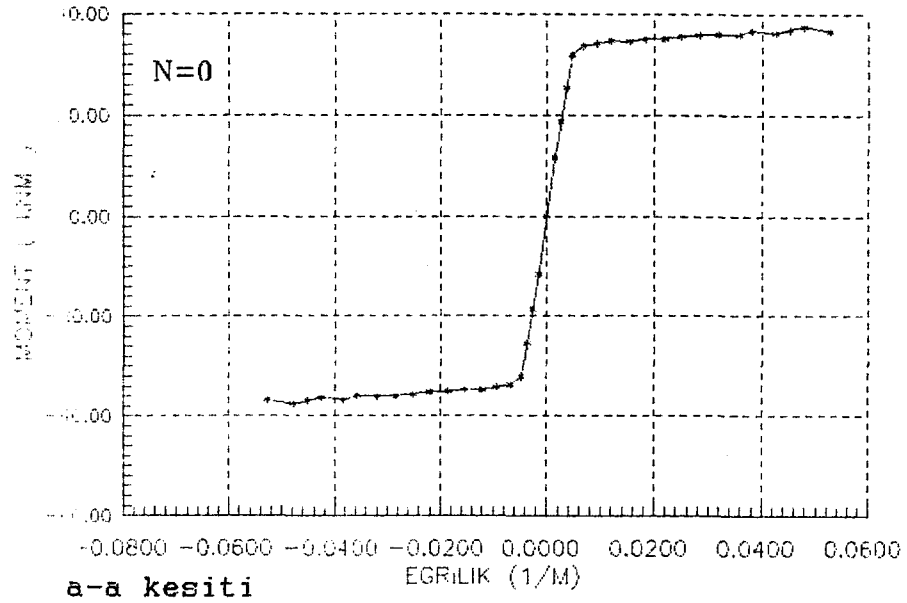
3.9. Elde Edilen Sonuçlar ve Bunların İrdelenmesi :

3.9.1. Çatlak Resimleri :

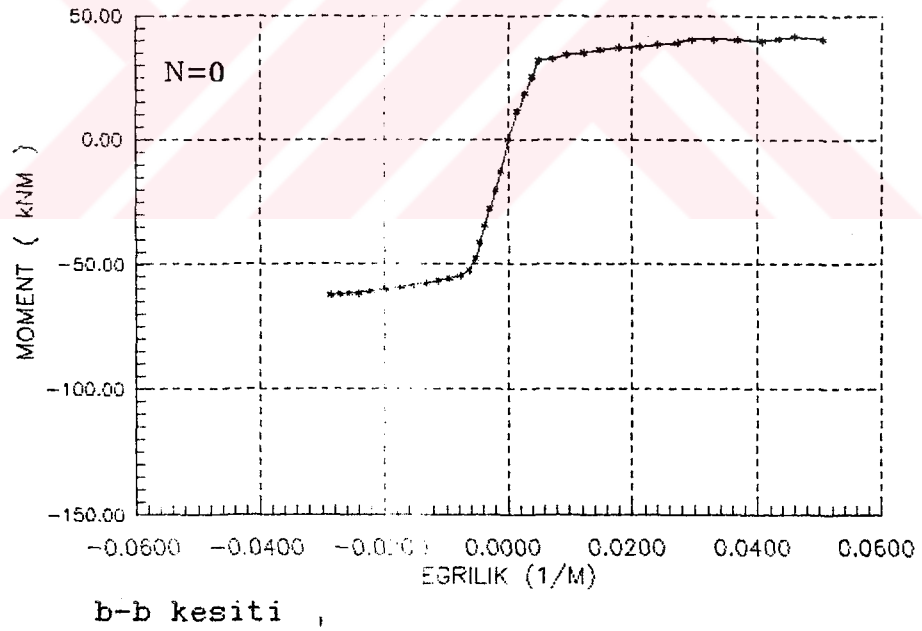
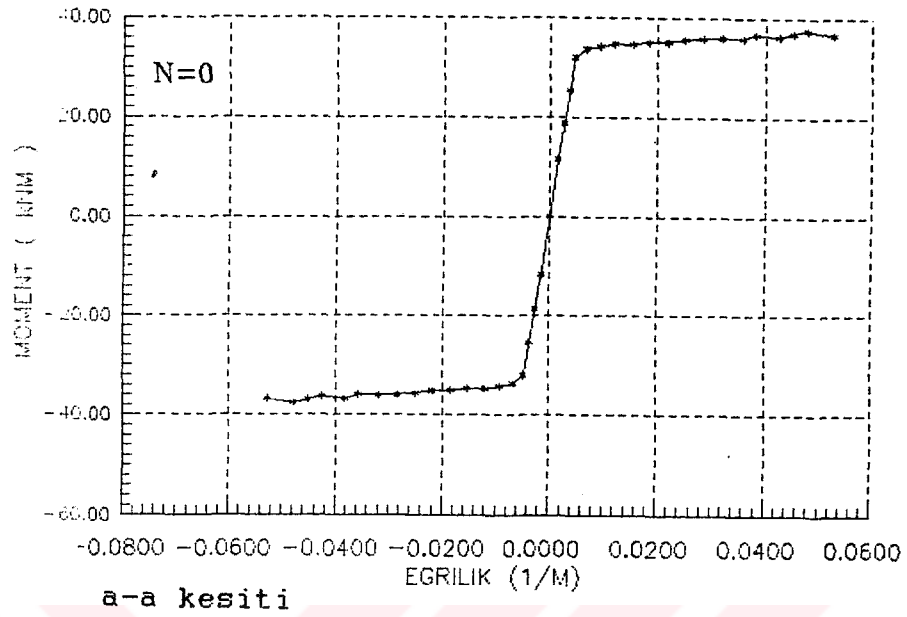
Numunelerin öngörülen düzende yüklenmesinden sonra ortaya çıkan çatlaklar Şekil 3.9 da gösterilmiştir. Çatlaklar daha çok kolon - kiriş kesitlerinin birleştiği yerlerde yoğunlaşmıştır, kolonlarda oluşan çatlakların mertebesi ise kılcallık düzeyindedir.

3.9.2. Numune Sol Kiriş Ucu Yuk - Yerdeğiştirme İlişkileri :

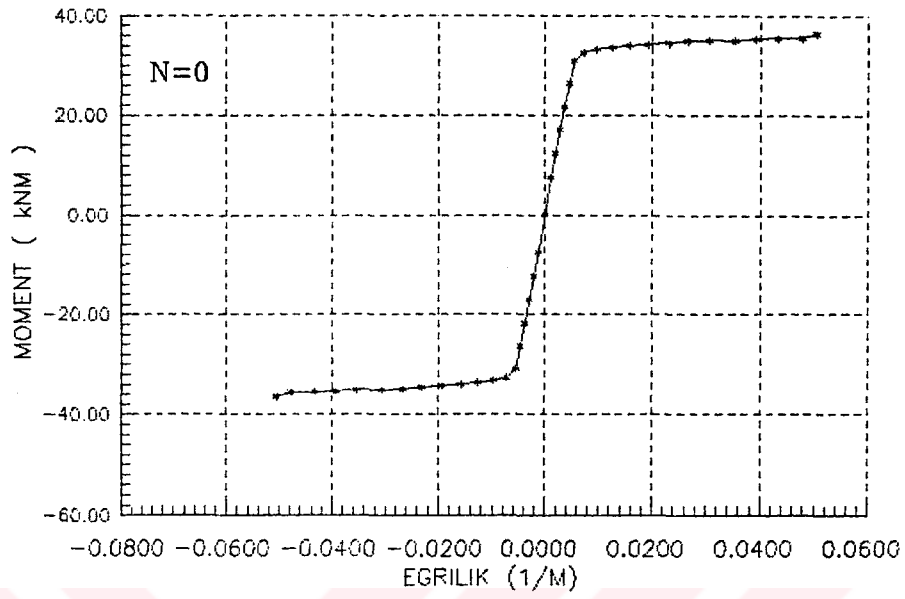
Şekil 3.10, 3.11 ve 3.12 de sırasıyla numune 1, 2 ve 3 e ait, 0.5 yük katsayısı kullanılarak elde edilen Esolyük (kuvvet) - K1 (yerdeğiştirme) ilişkisi verilmiştir. Yutulmuş enerji miktarlarını tayin edebilmek üzere, döngülerin çevreledikleri alanlar hesaplanıp şekiller üzerinde gösterilmiştir.



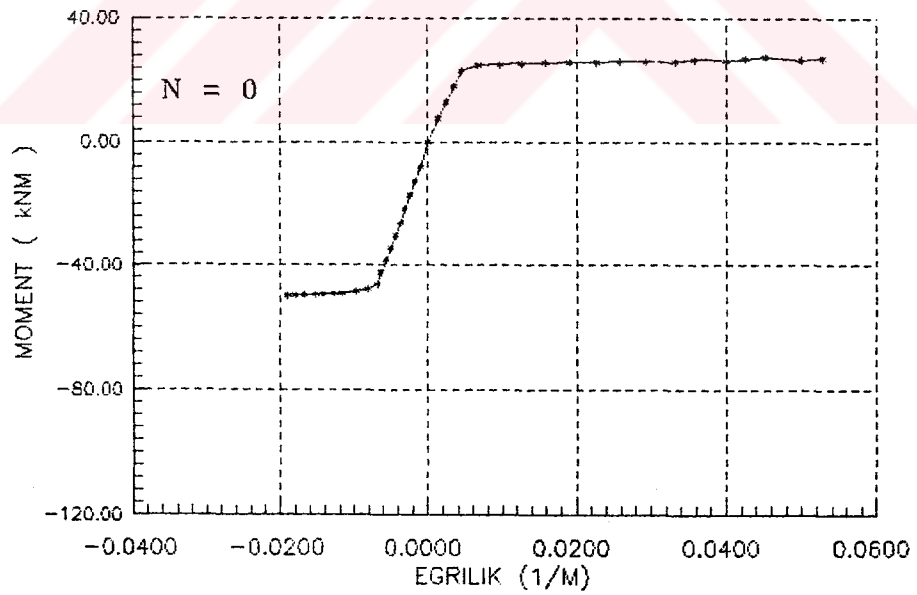
Şekil 3.6. Numune 1 a-a ve b-b kesitlerine ait moment-eğrilik bağıntıları



Şekil 3.7. Numune 2 a-a ve b-b kesitlerine ait moment-eğrilik bağıntıları



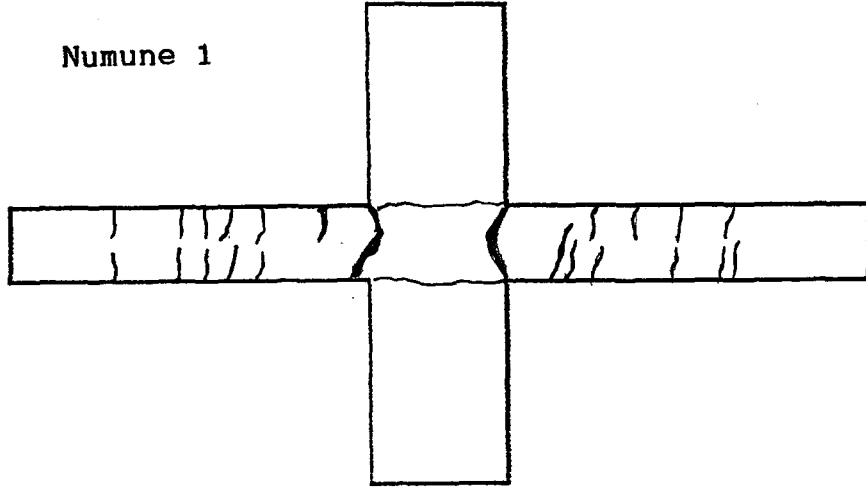
a-a kesiti



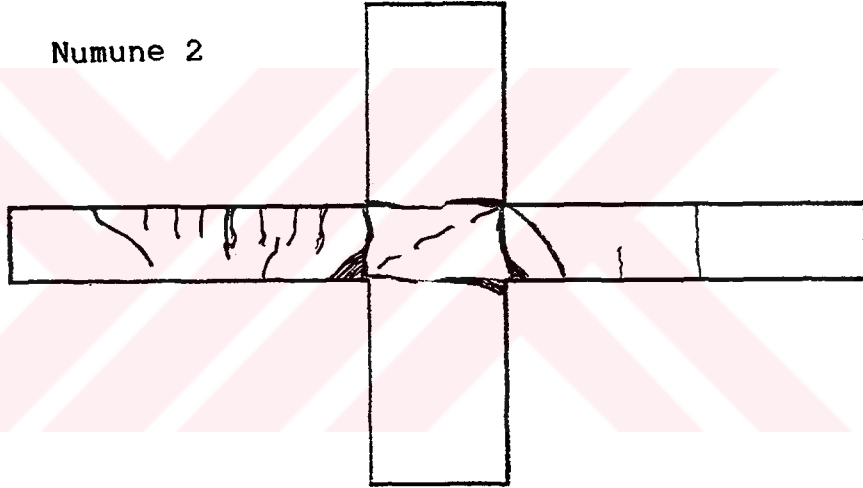
b-b kesiti

Şekil 3.8. Numune 3 a-a ve b-b kesitlerine ait moment-eğrilik bağıntıları

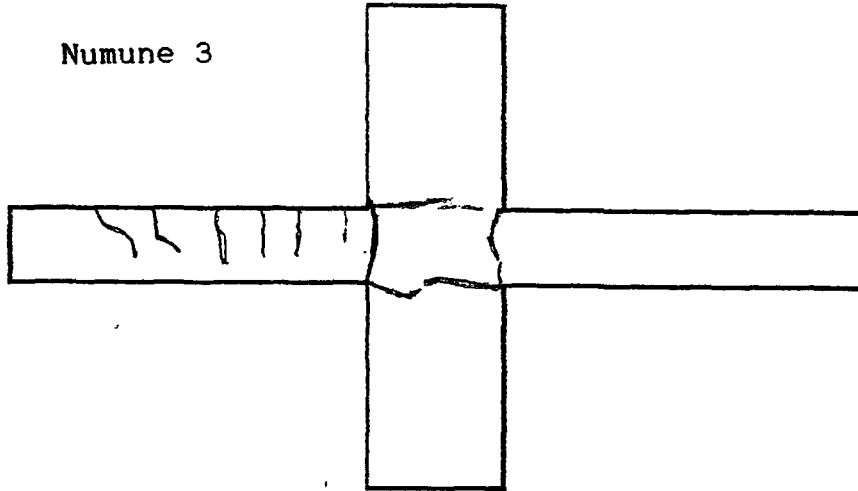
Numune 1



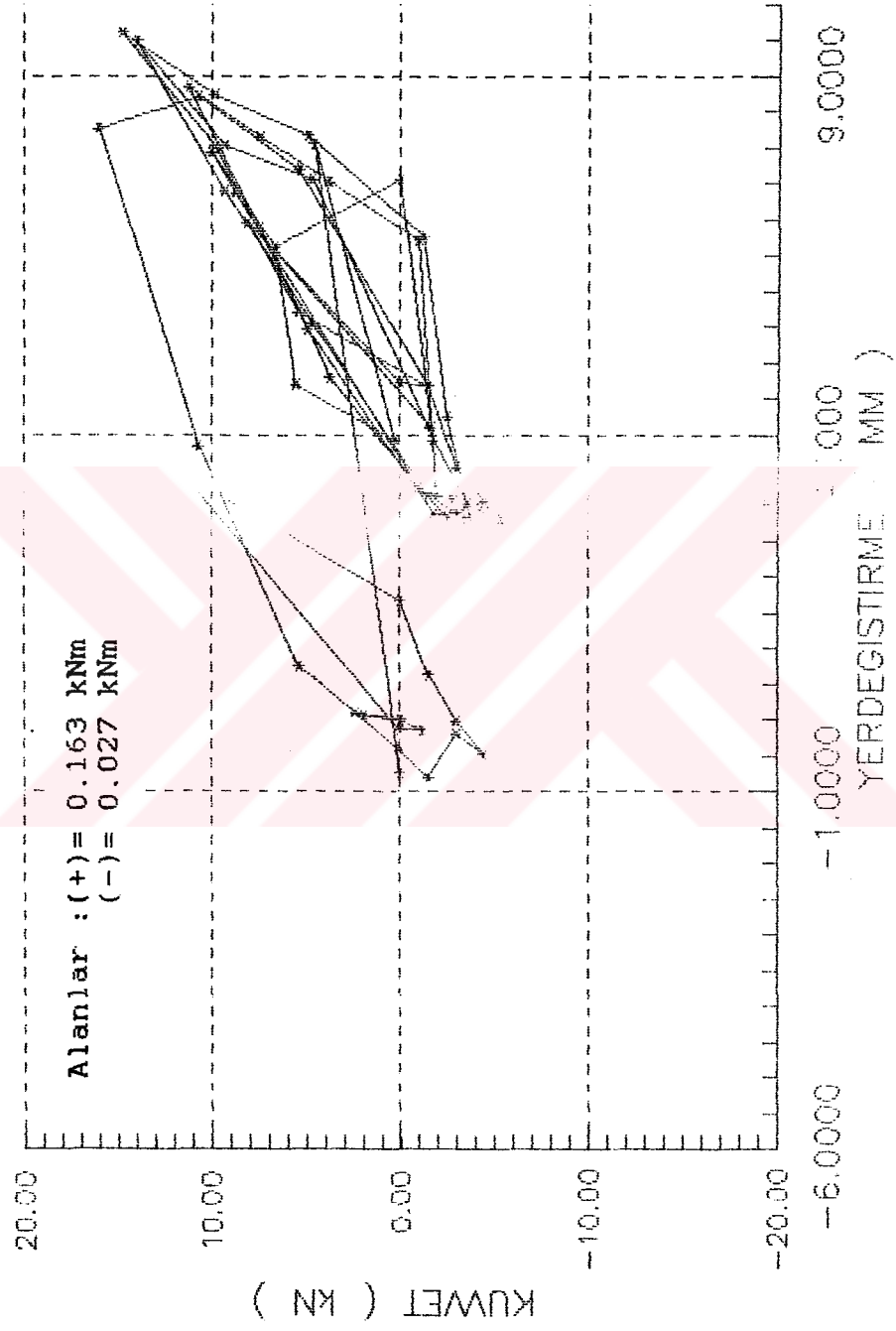
Numune 2



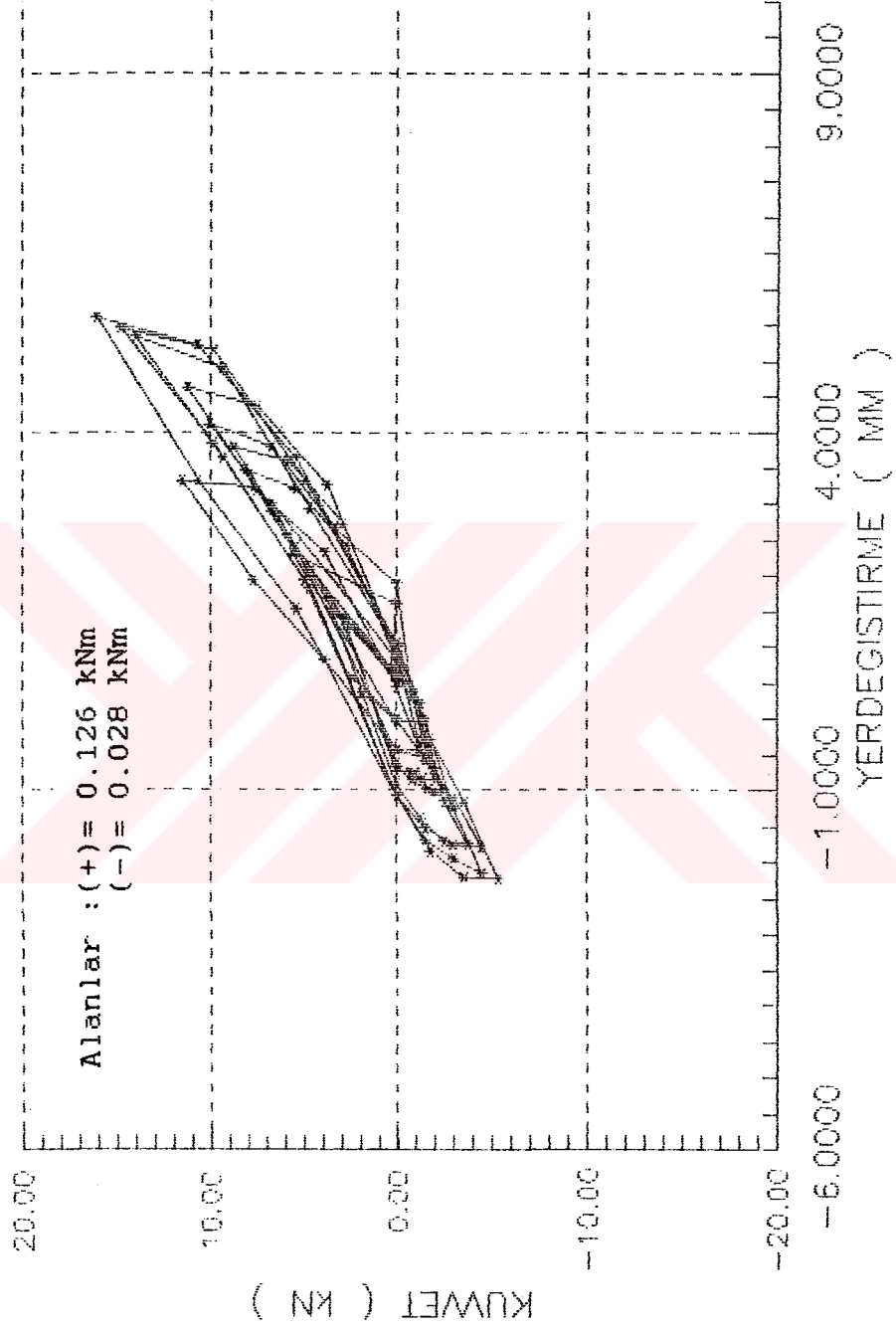
Numune 3



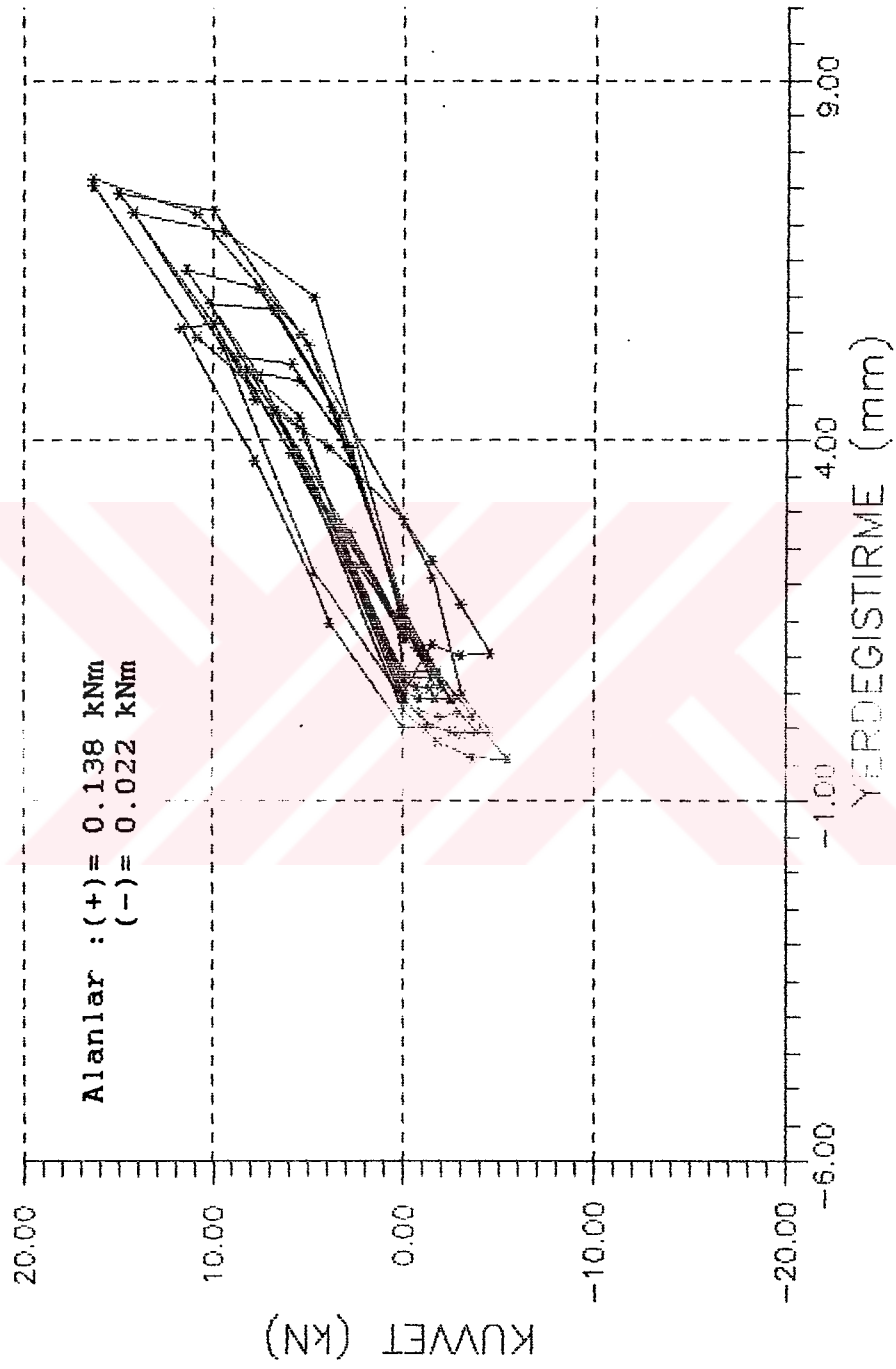
Şekil 3.9. Numunelerde oluşan çatlaklar



Şekil 3.10. Numune 1, 0.5 katsayısı için
Kuvvet-yerdeğiştirme ilişkisi



Şekil 3.11. Numune 2, 0.5 katsayısı için
Kuvvet-yerdeğiştirme ilişkisi



Bu amaçla hazırlanan bilgisayar programı ve bir örnek Ek D de yer almaktadır.

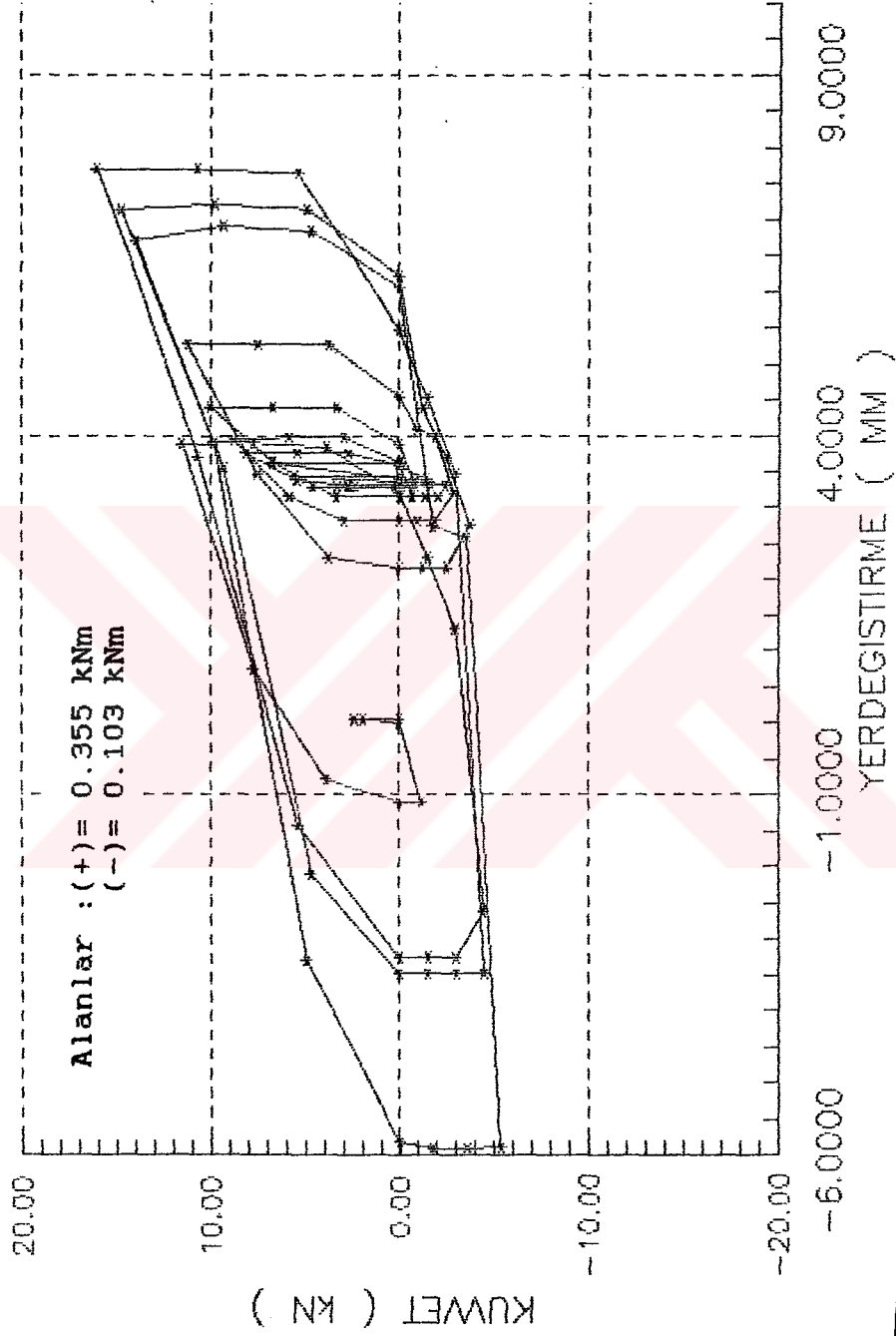
Şekil 3.13 ve 3.14 de; numune 1 ve 2 için, onarım sonrası 0.5 yükleme katsayısı kullanılarak elde olunan Esolyük - K1 ilişkisi ve yutulan enerjiyi temsil eden alanlar verilmiştir.

Şekil 3.15 de ise 3 nolu numune için 1.0 yükleme katsayısı kullanılarak elde olunan Esolyük - K1 ilişkisi verilmiş ve yutulan enerji miktarları şekil üzerine yazılmıştır.

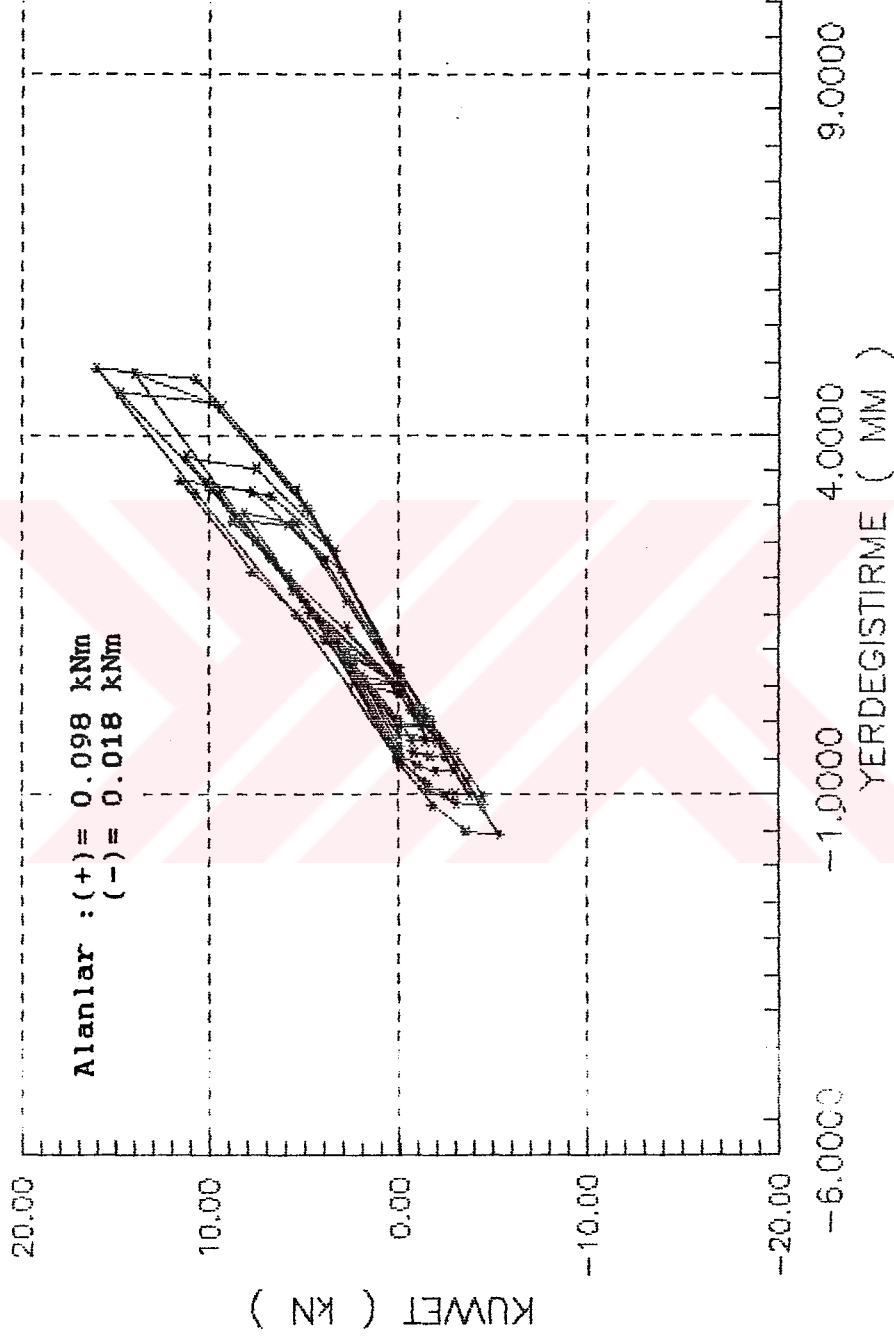
3.9.3. Numune Sol Kiriş B-B Kesiti için Moment - Dönme Farkı İlişkisi :

Şekil 3.2 de görülen B-B kesiti üzerinde bulunan T1 ve T2 elektronik yerdeğiştirme ölçüm aletleri vasıtasıyla bulunan şekil değiştirmelerden, dönme farkı ve eğriliğe geçilmiştir. (Şekil 3.16).

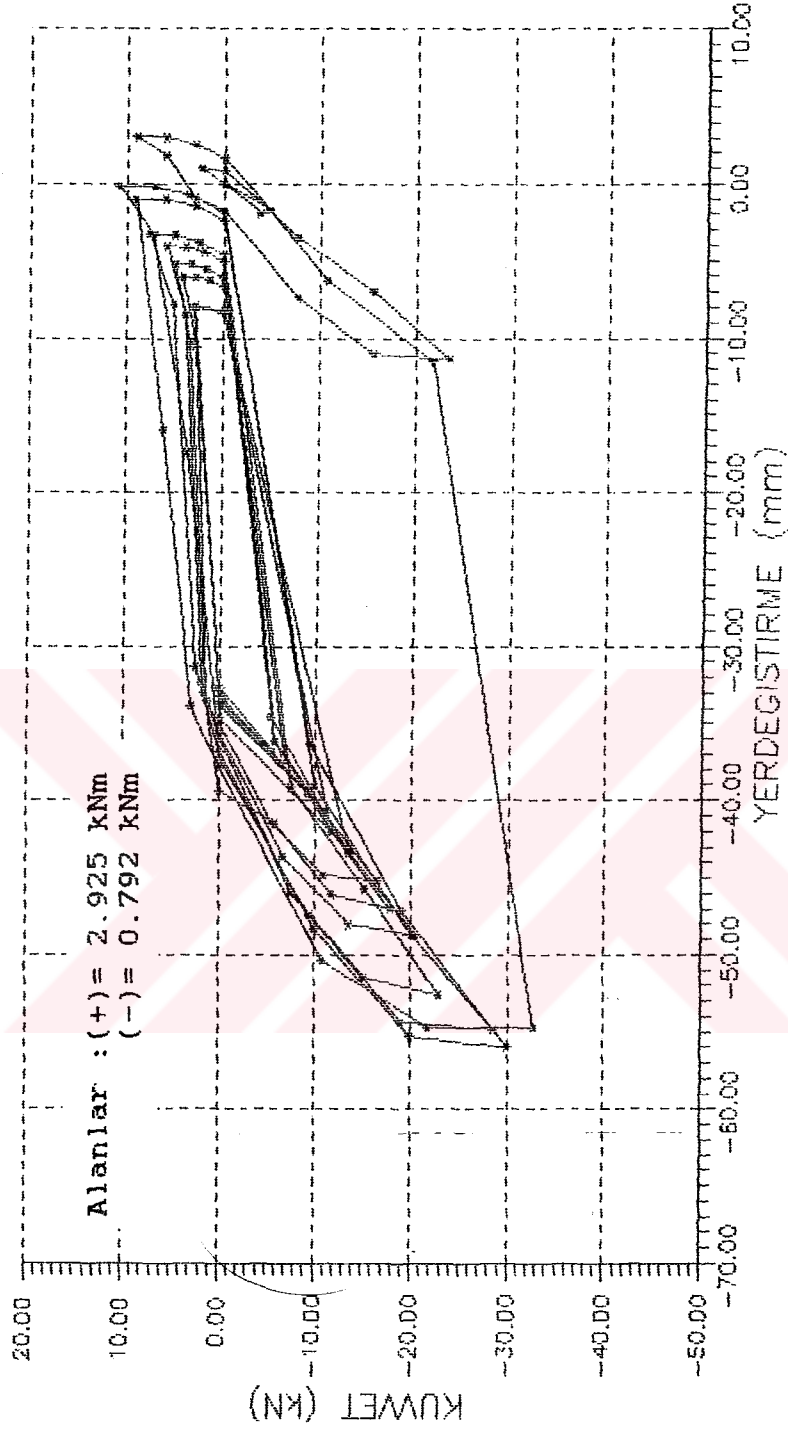
Deney sırasında bilgisayara kaydedilen δ_a ve δ_b değerleri, daha sonra yazılan bir programla değerlendirilmiş ve gözönüne alınan bölgedeki M - θ ve kesitteki ortalama M - χ bağıntılarına geçilmiştir. Bu işlemler sırasında karşılaşılan en büyük güçlük, T1 ve T2 elektronik yerdeğiştirme aletlerinin, okuma kapasitelerinin aşılması olmuştur. Bu durumda, yeni referans okumalar yapılarak bir sonraki okuma değerleri son değerlerin üzerine relatif olarak eklenmektedir.



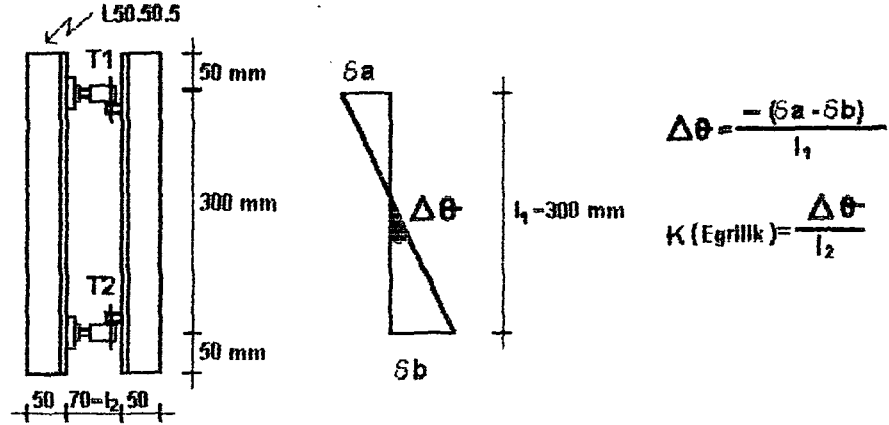
Şekil 3.13. Numune 1, onarım sonrası 0.5 katsayısı için Kuvvet-yerdeğiştirme ilişkisi



Şekil 3.14. Numune 2, onarım sonrası 0.5 katsayısı için Kuvvet-yerdeğiştirme ilişkisi



Şekil 3.15. Numune 3, 1.0 katsayısı için
Kuvvet-yerdeğiştirme ilişkisi



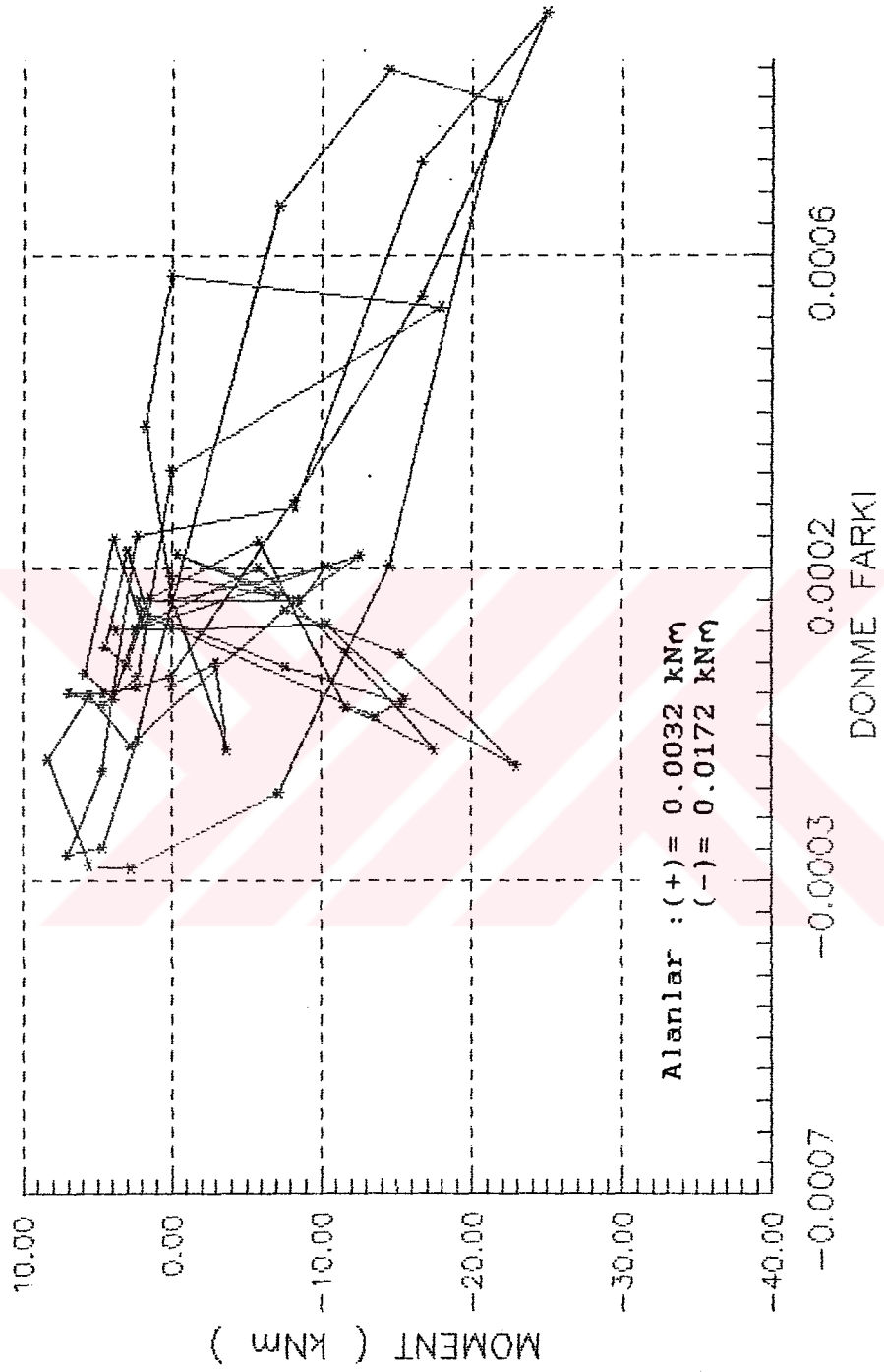
Şekil 3.16. Dönme farkı ve eğriliğin bulunması

Şekil 3.17, 3.18 ve 3.19 da sırasıyla numune 1, 2 ve 3 e ait, 0.5 yük katsayısı kullanılarak elde edilen, B - B kesiti moment - dönme farkı ilişkisi verilmiştir. Yutulan enerjiyi temsil eden alanlarda şekiller üzerinde verilmiştir.

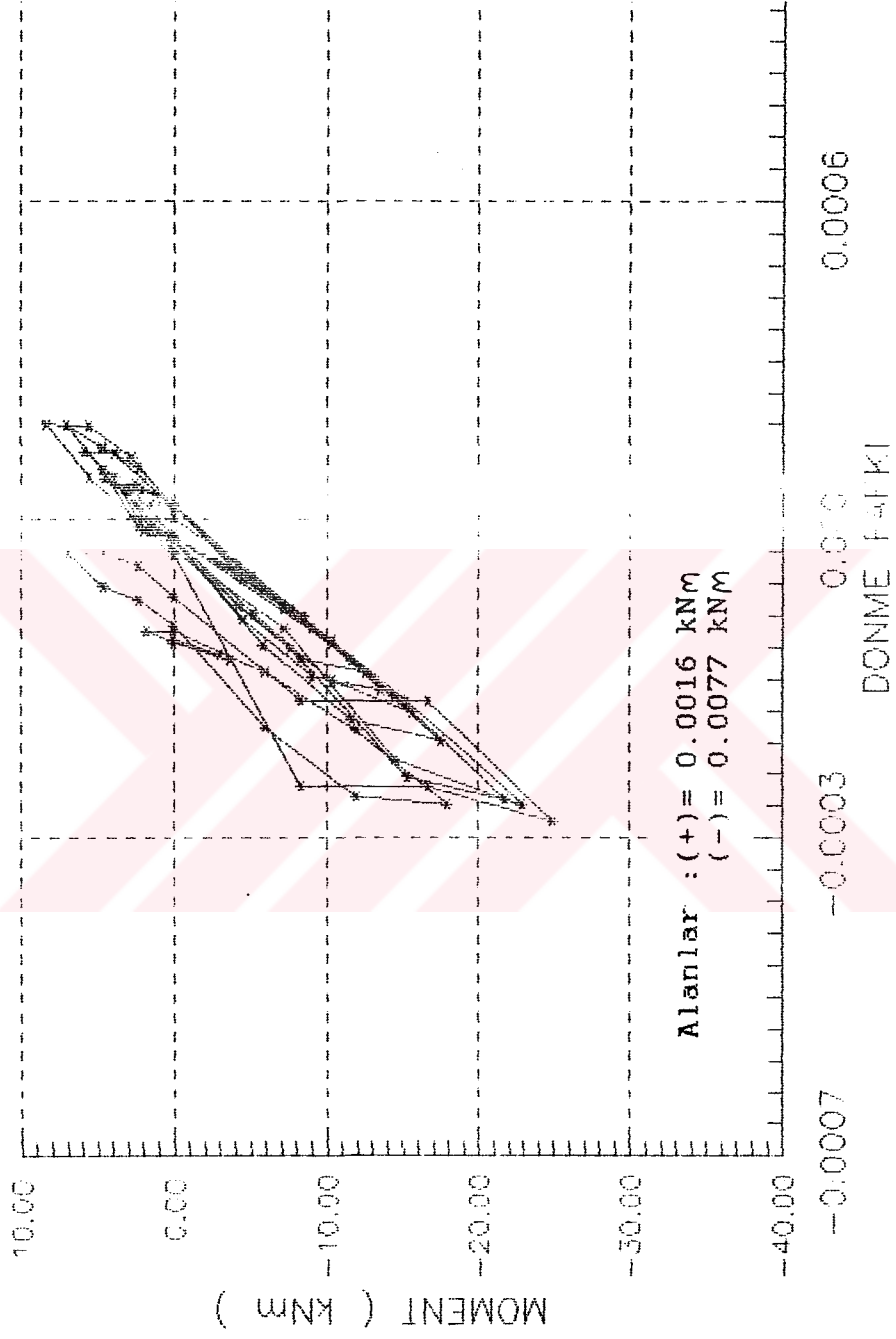
Şekil 3.20 ve 3.21 de numune 1 ve 2 için 0.5 yük katsayısı kullanılarak onarım sonrası elde edilen, B - B kesiti moment - dönme farkı ilişkisi verilmiştir.

Şekil 3.22 de numune 3 için 1.0 yük katsayısı kullanılarak elde edilen, B - B kesiti moment - dönme farkı ilişkisi verilmiştir.

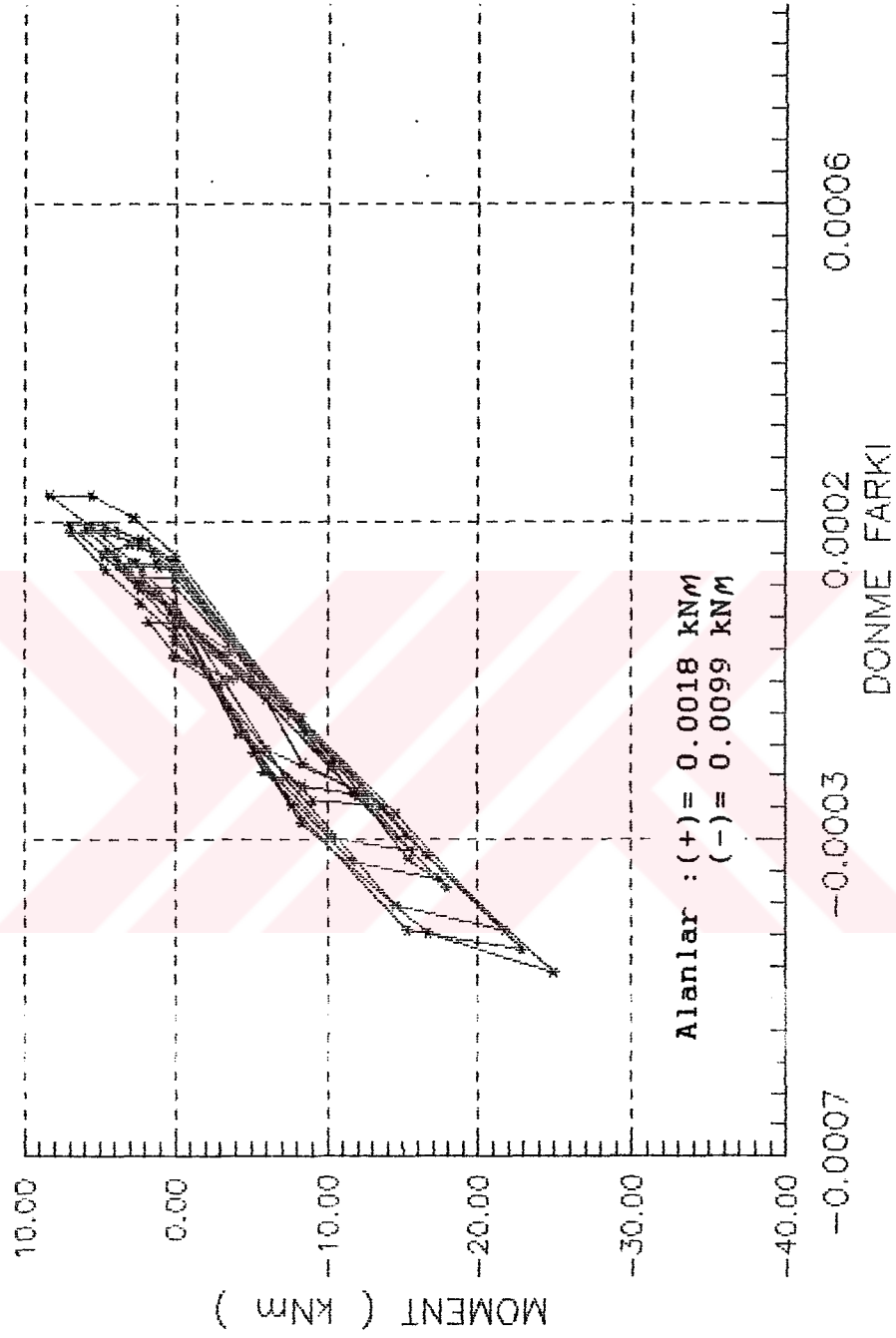
Şekil 3.23 de, numune 3 için B - B kesitinde teorik ve deneysel moment - eğrilik ilişkileri üst üste çizilmiştir.



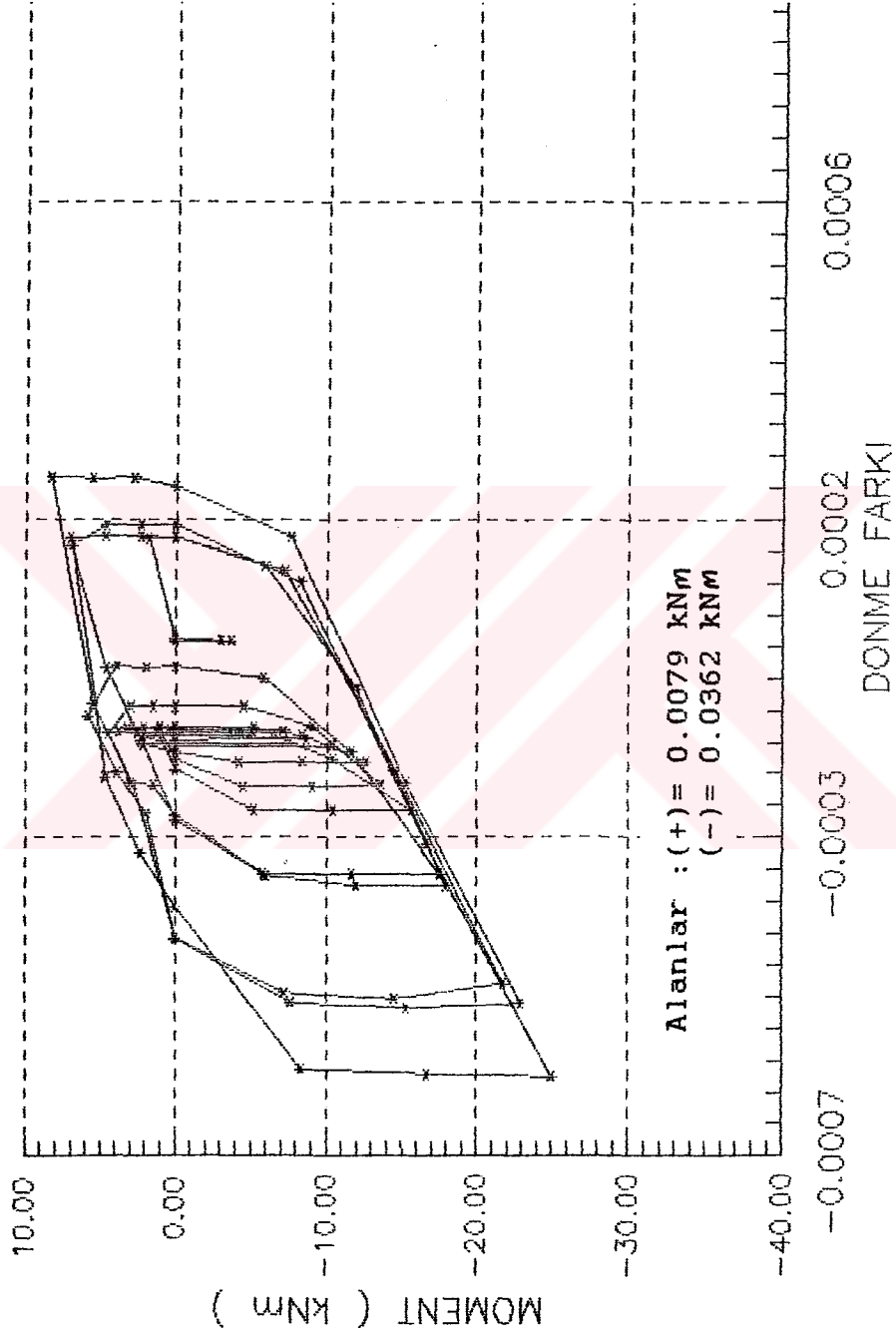
Şekil 3.17. Numune 1, 0.5 katsayısı için
Moment-dönme farkı ilişkisi



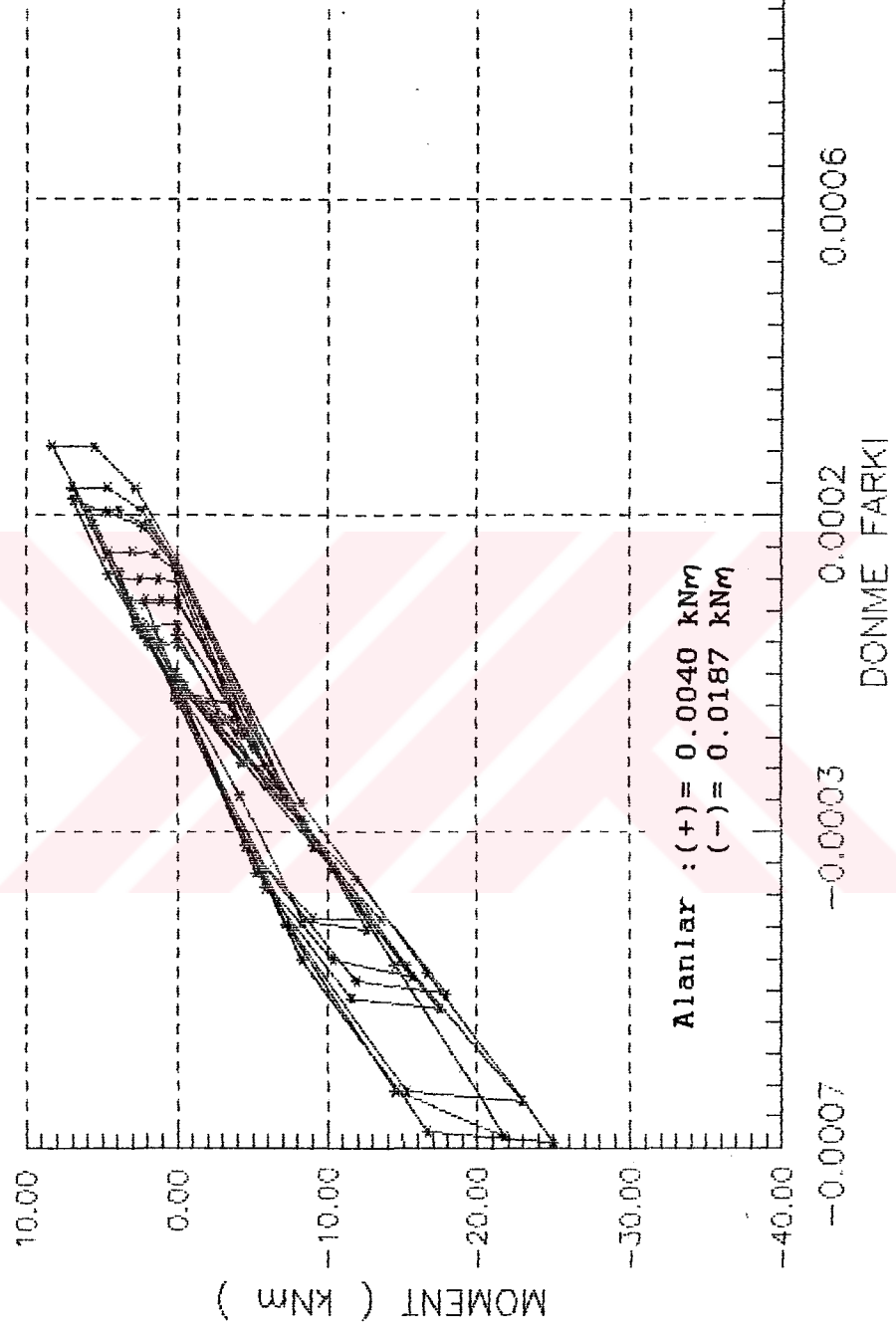
Şekil 3.18. Numune 2, 0.5 katsayısı için
Moment-dönme farkı ilişkisi



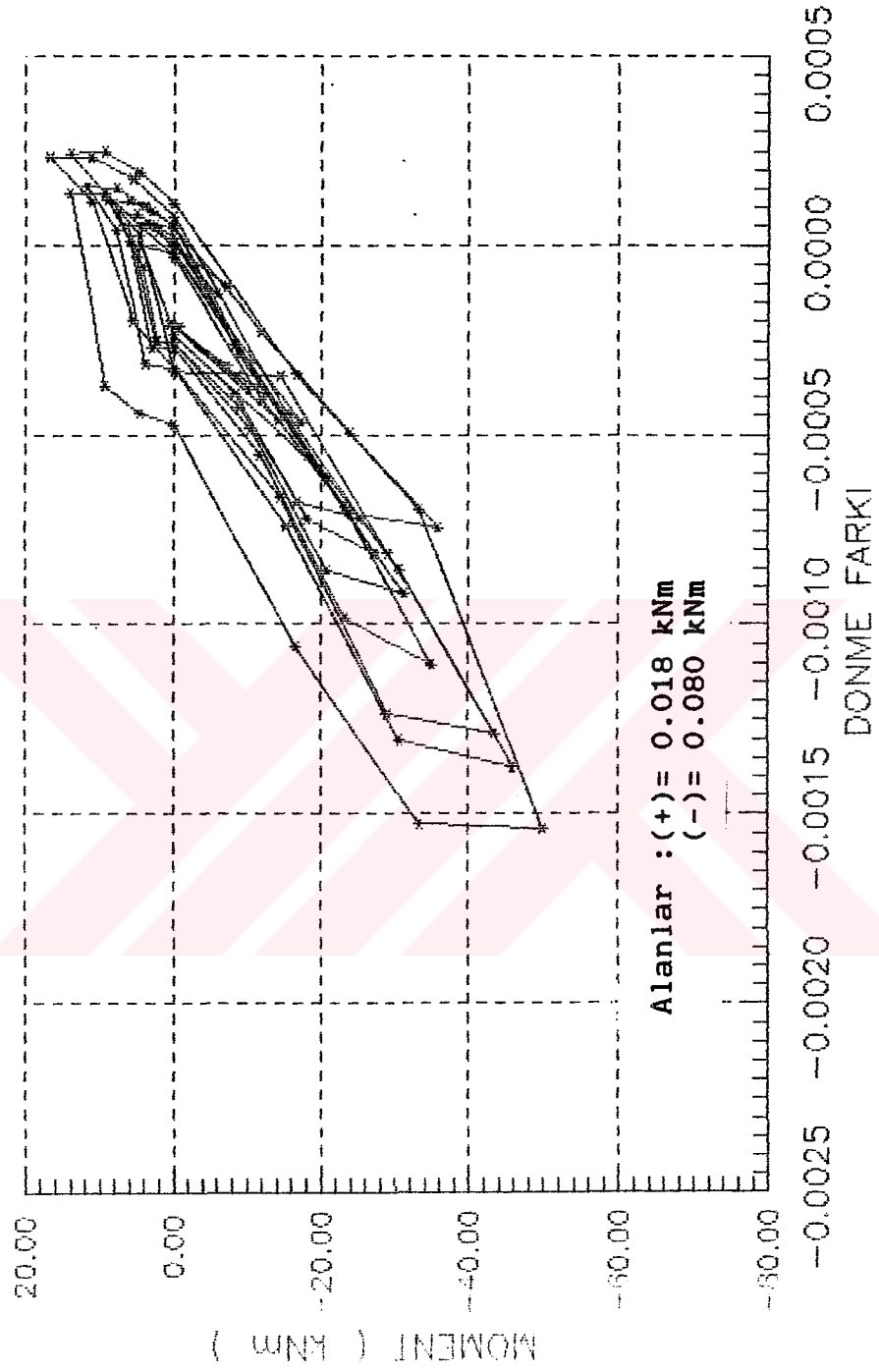
Şekil 3.19. Numune 3, 0.5 katsayısı için



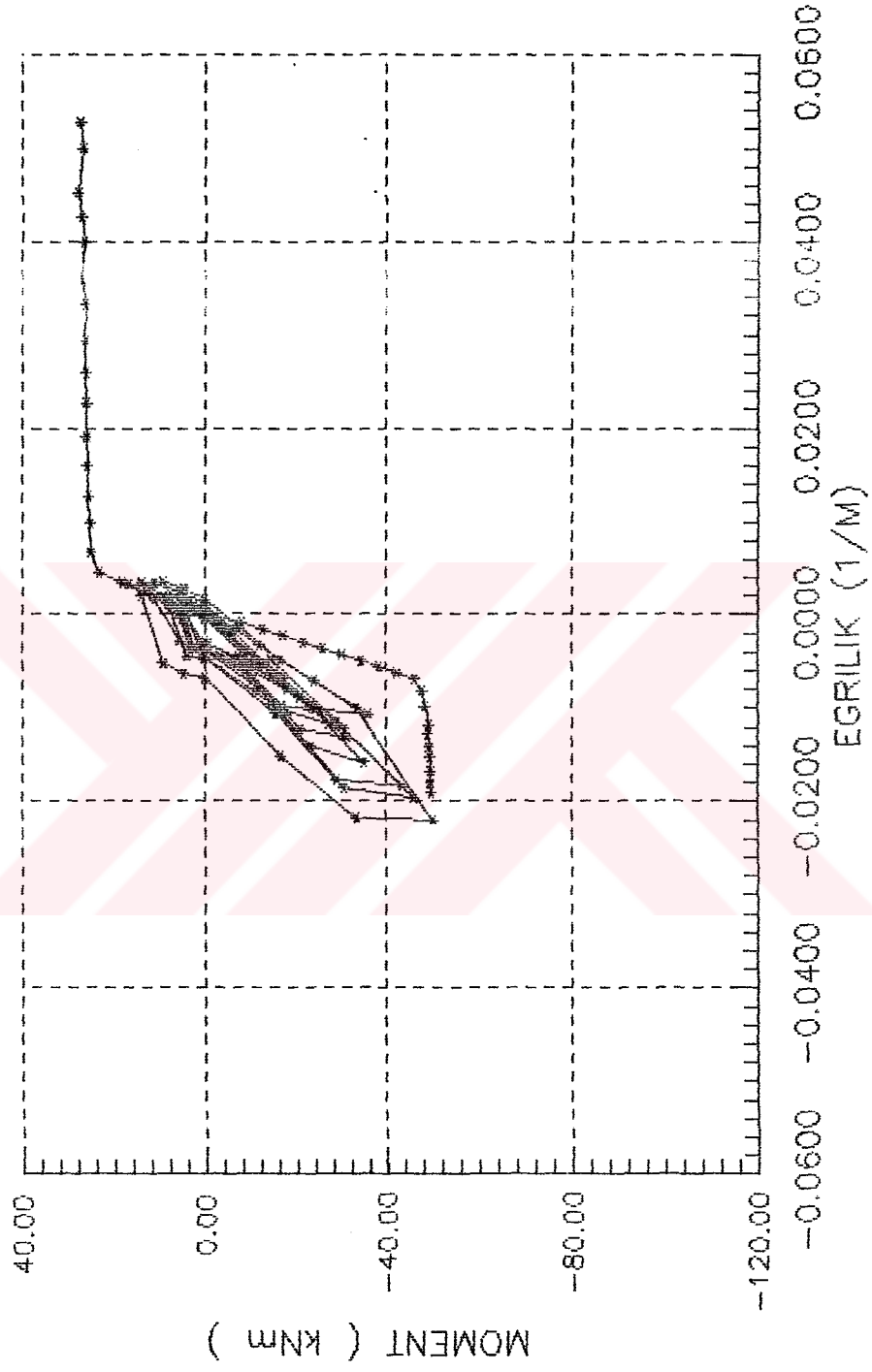
Şekil 3.20. Numune 1, onarım sonrası 0.5 katsayısı için
Moment-dönme farkı ilişkisi



Şekil 3.21. Numune 2, onarım sonrası 0.5 katsayısı için
Moment-dönme farkı ilişkisi



Şekil 3.22. Numune 3, 1.0 katsayısı için
Moment-dönme farkı ilişkisi



Şekil 3.23. Numune 3, teorik ve deneysel
moment-eğrilik ilişkileri

3.9.4. Kiriş Uc Yerdeğiştirmesinin Deneysel Verilere Dayanarak Hesapla Tayini :

Bu bölümde; 3 nolu numunenin sol kiriş uç yerdeğiştirmesi 0.5 yük katsayısı için, deneyden elde edilen moment- eğrilik bağıntısı kullanılmak suretiyle hesapla tayin edilmiştir.

0.5 yük katsayısı için, yükleme fonksiyonunun en büyük değerine 22. adımda erişilmektedir. Yirmiikinci adıma kadar kullanılan ve itmeye karşı gelen kuvvetlerden doğan moment ve eğrilik değerleri Tablo 3.1 de verilmiştir.

Eğrilik hesabına esas olan dönme farkı -moment ilişkisi Şekil 3.19 da, eğrilik hesabı için kullanılan bağıntıda Şekil 3.16 da verilmiştir.

Tablo 3.1. itmede moment-eğrilik bağıntıları

Moment (kNm)	Eğrilik (1/M)
0.75	0.91E-4 **
2.98	7.87E-4
3.69	6.72E-4
5.98	1.03E-3
11.95	2.79E-3
17.94	4.43E-3
8.33	1.36E-3
16.65	3.84E-3
24.98	5.96E-3

** Bu satır moment - eğrilik bağıntısının başlangıç teğeti eğiminin EI ye eşitliğini sağlayabilmek için yapı olarak ilave edilmiştir. E (Elastisite Modülü) beton için yapılan numune deneylerinden, I (Atalet Momenti) ise donatılar gözönünde tutularak çatlamaş kesite ait atalet momenti olarak hesaplanmıştır.

Bu noktalardan yaklaşık olarak geçirilen sürekli fonksiyon :

$$\text{Moment}=1794.924137*(\text{Eğrilik})^{0.84459} \quad (3.1)$$

bağıntısıyla ifade edilebilmektedir.

3.1 bağıntısının eğriliğe göre türetilmesiyle yaklaşık eğilme rijitliği bağıntısına geçilebilmektedir.

$$\text{Rijitlik}=1515.9750*(\text{Eğrilik})^{(-0.15541)} \quad (3.2)$$

Yukarıdaki bağıntılar kullanılarak bulunan, artan moment değerlerine karşı gelen eğrilik ve rijitlik değerleri Tablo 3.2 de sayısal olarak verilmiştir. Şekil 3.24 ve 3.25 de ise diyagram olarak verilmiştir.

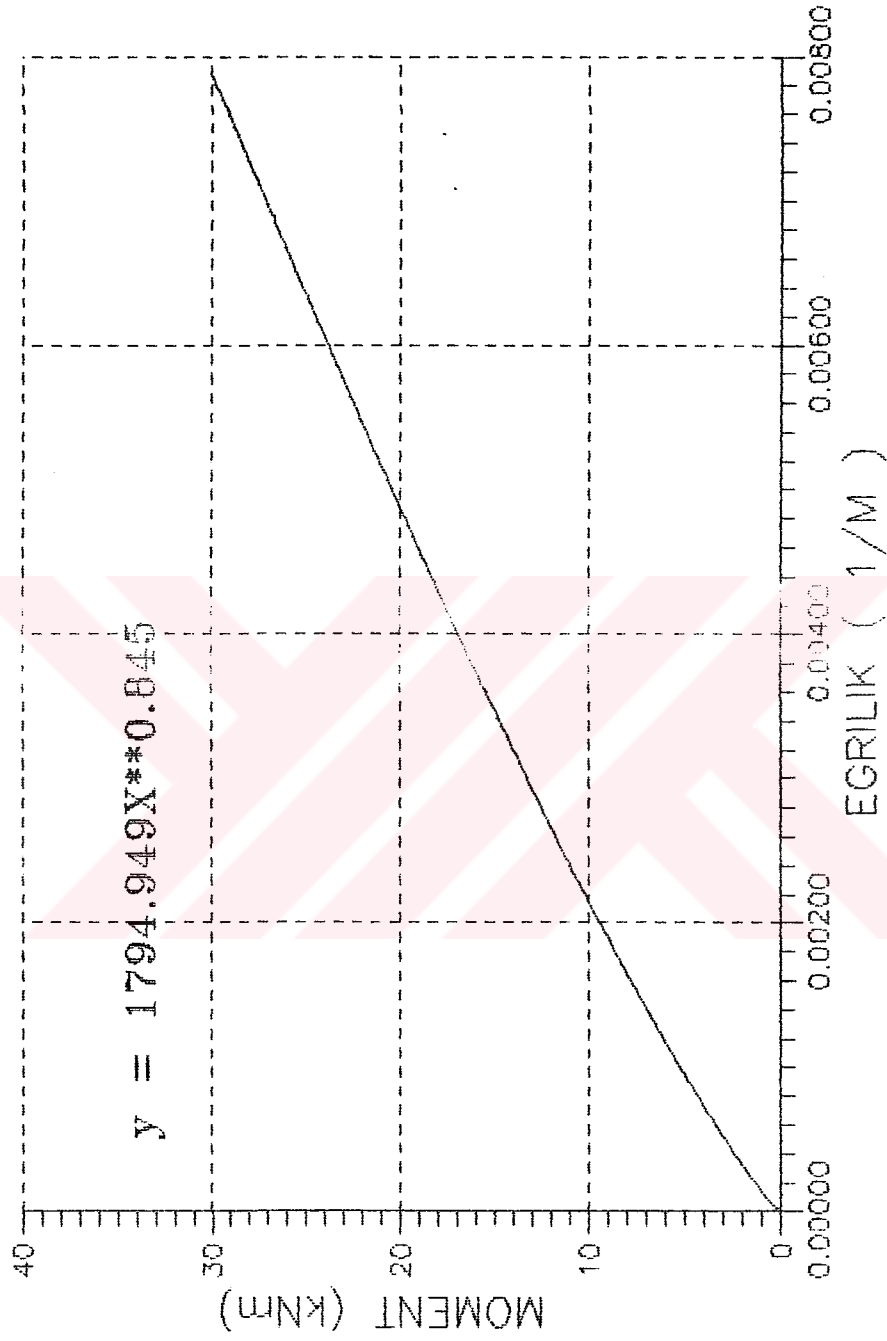
3 nolu numunede 0.5 yükleme katsayısı için 22. adımda deneysel olarak kaydedilen sol kiriş uç yerdeğıştirmesi 7.6 mm dir. Bu değere aşağıda anlatılan hesaplarla ulaşılmaya çalışılmıştır.

3 nolu numunede kalıcı şekil değıştirmeler kirişlerin düğüm noktasına birleştiğı kesitlerde yoğunlaşmıştır. Düğüm noktası içerisinde ve kolonlar üzerinde büyük çatlaklar oluşmamıştır. Bu yüzden kolon, düğüm noktası, kiriş uç bölgeleri için lineer elastik hesap,

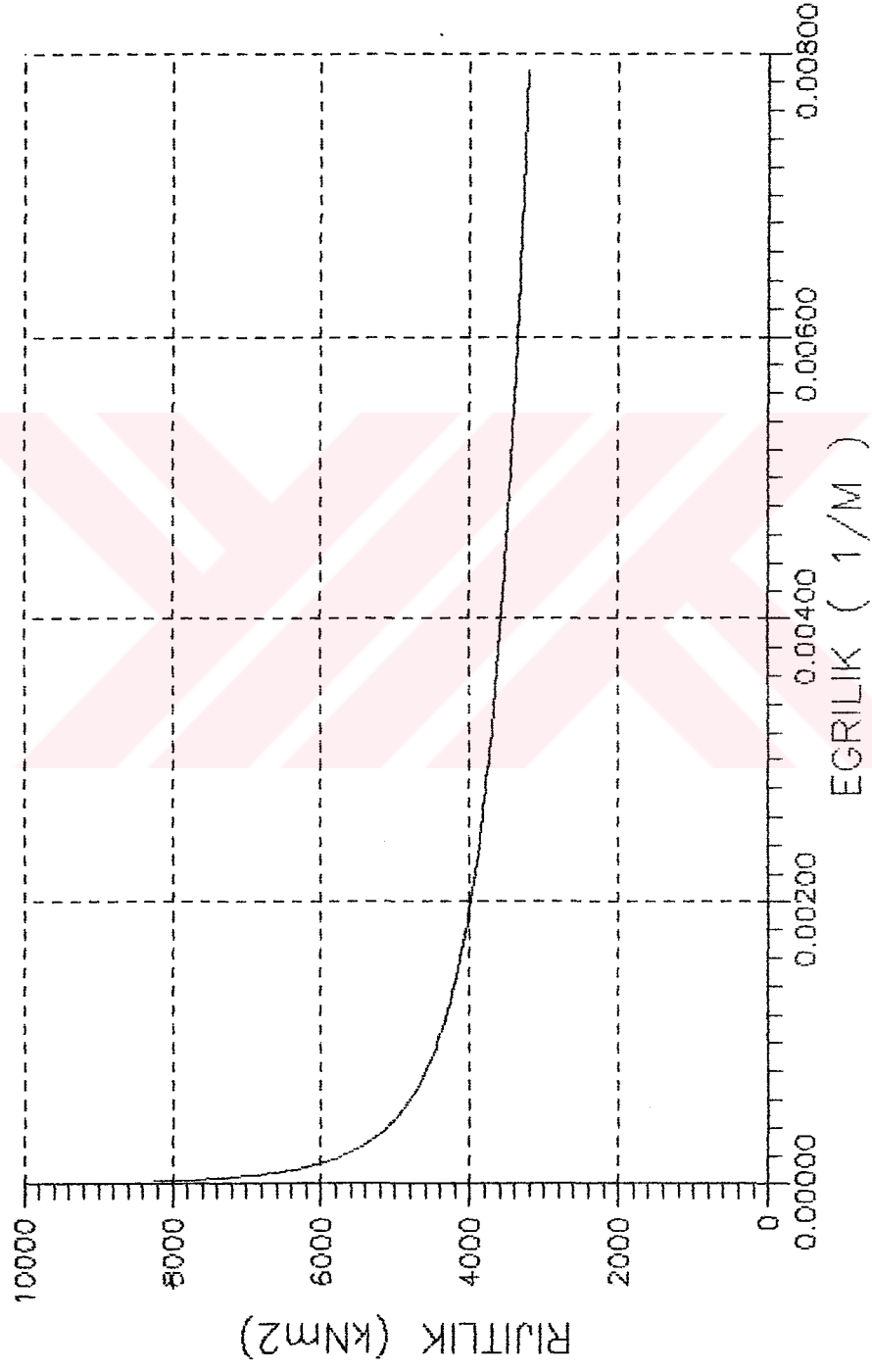
Tablo 3.2. Artan moment değerlerine karşılık gelen eğrilik ve rijitlik değerleri

MOMENT (kNm)	EĞRİLİK (1/M)	RIJITLİK (kNm2)
.18	.00001843	8250.727
.19	.00001964	8169.049
.20	.00002087	8092.310
.21	.00002212	8019.984
.22	.00002337	7951.627
.23	.00002463	7886.853
.24	.00002590	7825.330
.25	.00002719	7766.770
.50	.00006177	6836.739
.75	.00009983	6345.226
1.00	.00014034	6018.074
1.25	.00018278	5775.978
1.50	.00022682	5585.417
1.75	.00027224	5429.214
2.00	.00031887	5297.440
2.25	.00036659	5183.865
2.50	.00041529	5084.333
2.75	.00046480	4995.943
3.00	.00051535	4916.582
3.25	.00056658	4844.709
3.50	.00061854	4779.093
3.75	.00067119	4718.806
4.00	.00072449	4663.099
4.25	.00077840	4611.369
4.50	.00083291	4563.123
4.75	.00088797	4517.951
5.00	.00094357	4475.510
5.25	.00099968	4435.510
5.50	.00105629	4397.704
5.75	.00111337	4361.880
6.00	.00117091	4327.854
6.25	.00122890	4295.468
6.50	.00128731	4264.580
6.75	.00134614	4235.067
7.00	.00140537	4206.821
7.25	.00146499	4179.745
7.50	.00152499	4153.752
7.75	.00158536	4128.766
8.00	.00164609	4104.716
8.25	.00170717	4081.540
8.50	.00176859	4059.181
8.75	.00183034	4037.588
9.00	.00189242	4016.713
9.25	.00195482	3996.513
9.50	.00201753	3976.949
9.75	.00208054	3957.986
10.00	.00214385	3939.591
10.25	.00220746	3921.731
10.50	.00227135	3904.380
10.75	.00233552	3887.512
11.00	.00239996	3871.101
11.25	.00246468	3855.127
11.50	.00252966	3839.567
11.75	.00259490	3824.403
12.00	.00266039	3809.616
12.25	.00272614	3795.190
12.50	.00279214	3781.107
12.75	.00285838	3767.355
13.00	.00292486	3753.918
13.25	.00299157	3740.783
13.50	.00305852	3727.939
13.75	.00312569	3715.374
14.00	.00319309	3703.075

14.25	.00326071	3691.035
14.50	.00332855	3679.242
14.75	.003339661	3667.687
15.00	.003346488	3656.362
15.25	.003353336	3645.258
15.50	.003360204	3634.367
15.75	.003367093	3623.683
16.00	.003374002	3613.198
16.25	.003380931	3602.904
16.50	.003387880	3592.797
16.75	.003394848	3582.869
17.00	.003401835	3573.115
17.25	.003408841	3563.529
17.50	.003415866	3554.107
17.75	.003422909	3544.843
18.00	.003429971	3535.732
18.25	.003437051	3526.769
18.50	.003444148	3517.951
18.75	.003451263	3509.272
19.00	.003458396	3500.730
19.25	.003465546	3492.320
19.50	.003472713	3484.038
19.75	.003479897	3475.880
20.00	.003487098	3467.844
20.25	.003494315	3459.927
20.50	.003501549	3452.124
20.75	.003508799	3444.433
21.00	.003516065	3436.851
21.25	.003523347	3429.375
21.50	.003530645	3422.002
21.75	.003537959	3414.730
22.00	.003545288	3407.557
22.25	.003552632	3400.479
22.50	.003559991	3393.495
22.75	.003567366	3386.602
23.00	.003574755	3379.799
23.25	.003582159	3373.082
23.50	.003589578	3366.450
23.75	.003597012	3359.901
24.00	.003604460	3353.434
24.25	.003611922	3347.046
24.50	.003619398	3340.735
24.75	.003626889	3334.500
25.00	.003634393	3328.339
25.25	.003641911	3322.250
25.50	.003649443	3316.233
25.75	.003656989	3310.285
26.00	.003664547	3304.405
26.25	.003672120	3298.592
26.50	.003679705	3292.844
26.75	.003687304	3287.159
27.00	.003694916	3281.537
27.25	.003702541	3275.977
27.50	.003710179	3270.476
27.75	.003717829	3265.035
28.00	.003725492	3259.651
28.25	.003733168	3254.324
28.50	.003740856	3249.052
28.75	.003748557	3243.835
29.00	.003756270	3238.671
29.25	.003763996	3233.560
29.50	.003771733	3228.500
29.75	.003779483	3223.491
30.00	.003787244	3218.531



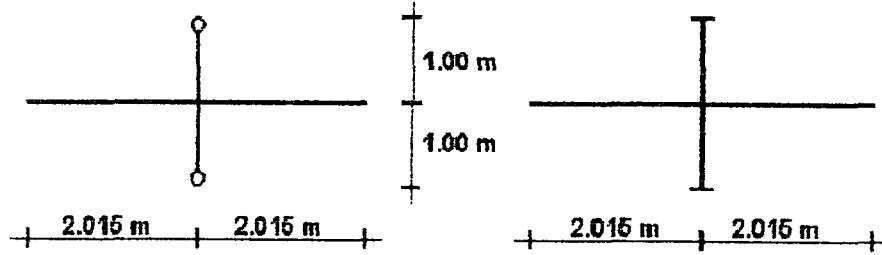
Şekil 3.24. Moment-eğrilik bağıntısı



Şekil 3.25. Rijitlik-egrilik bağıntısı

kirişlerin düğüm noktasına bağlandıkları bölge için ise lineer olmayan hesap kullanılmıştır.

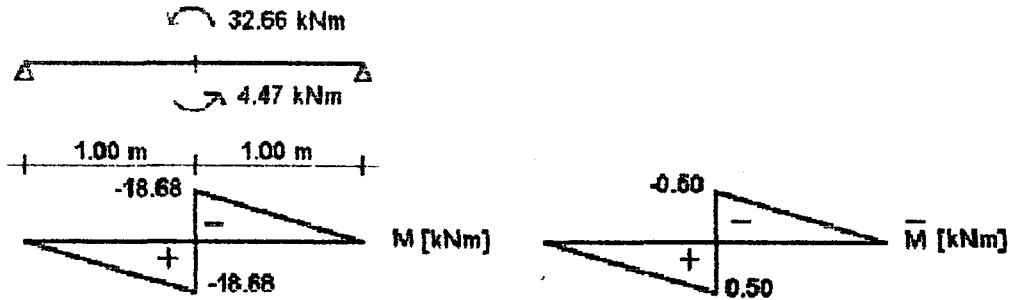
Kolon mesnetlenme şartlarının kiriş uç yerdeğiştirmesine etkisini anlayabilmek için, mesnetlenmenin mafsallı ve ankastre olması durumları düşünülerek iki ayrı çözüm yapılmıştır. Şekil 3.26 da iki durum için matematik model verilmiştir.



Şekil 3.26. Kolonun mafsallı ve ankastre durumları

Kiriş uç yerdeğiştirmesine düğüm noktası elastik deformasyonlarının, kiriş elastik ve elastoplastik deformasyonlarının katkısı aşağıda incelenmiştir.

i - Mafsallı mesnetlenme durumunda düğüm noktasının katkısı

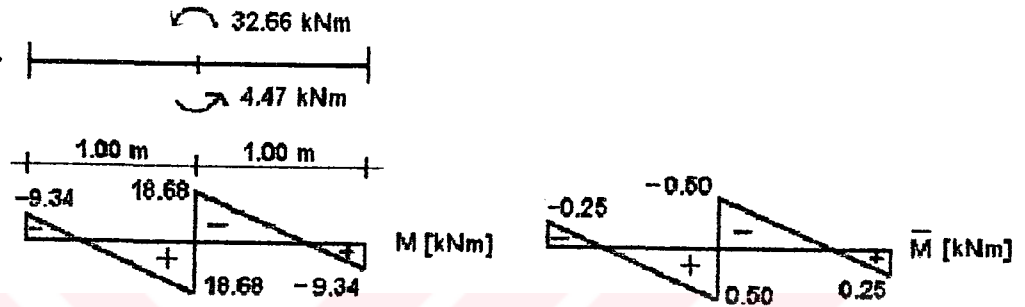


$$\Theta = \int M \bar{M} ds / EI = (1/3) * 1 * 18.68 * 0.50 * 2 / 37620.15$$

$$= 1.655E-4 \text{ rd.}$$

$$d_i = \Theta * 2.015 \text{ m} = 0.333 \text{ mm.}$$

ii - Ankastre mesnetlenme durumunda düğüm noktasının katkısı :



$$\Theta = (1/6) * 1 * [2 * (9.34) * 0.25 + (-9.34) * 0.50 + 18.68 * 0.25] + 2 * 18.68 * 0.50] * 2 / 37620.15 = 1.2414E-4 \text{ rd.}$$

$$d_{ii} = \Theta * 2.015 \text{ m} = 0.25 \text{ mm.}$$

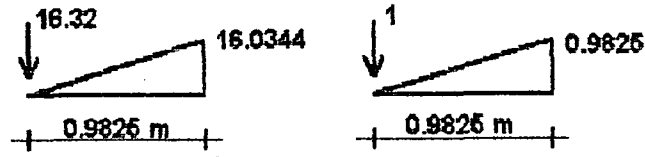
iii - Kiriş elastik ve elastoplastik deformasyonlarının katkısı :

Kiriş üzerinde pilyenin bulunduğu kesitlerde kalıcı şekil değiştirmelerin, kirişin düğüm noktasına birleştiği kesitteki değerle sürekli olduğu kabul edilmiştir. Şekil 3.27 de elastik ve elastoplastik bölgelerin uzunlukları gösterilmiştir.



Şekil 3.27. Elastik ve elastoplastik bölgelerin uzunlukları

iii a - Elastik deformasyonlar :



$$d_{iia} = 0.9825 \times 16.0344 \times 0.9825 / 8002.2 = 1.934 \text{ mm}$$

iii b - Elastoplastik deformasyonlar :

Dört parçaya ayrılan bu bölgede yapılan hesaplar Tablo 3.3 de özetlenmiştir.

Tablo 3.3. Ayrılan parçalardaki deplasmanlar

Parça	Li (m)	Moment (kNm)	Rijitlik (kNm ²)	$\Theta_p = M/Rij.$	Θ_p	d _{iiib} (m)
P1	1.0660	17.396	3554.107	4.8946E-3	8.167E-4	8.71E-4
P2	1.2330	20.120	3467.844	5.8020E-3	9.682E-4	11.94E-4
P3	1.3996	22.840	3386.602	6.7440E-3	1.125E-3	15.75E-4
P4	1.5665	25.560	3316.233	7.7080E-3	1.286E-3	20.15E-4

$$\text{Toplam } d_{iib} = 5.65 \text{ mm}$$

Kiriş elastik ve elastoplastik deformasyonlarından meydana gelen toplam kiriş uç yerdeğiştirmesi

$$d_{iii} = 1.934 + 5.65 = 7.584 \text{ mm}$$

Toplam kiriş uç yerdeğiştirmesi ise :

mafsallı mesnetlenme durumu için

$$d = d_i + d_{iii} = 0.333 + 7.584 = 7.917 \text{ mm}$$

ankastre mesnetlenme durumu için

$$d = d_{ii} + d_{iii} = 0.25 + 7.584 = 7.834 \text{ mm}$$

olarak elde edilmektedir.

Sonuçlardan gözlenildiği gibi kolon mesnetlenme şeklinin sonuçlara etkisi son derece azdır.

Hesapla elde edilen yerdeğiştirmelerin deneyde bulunan değerden bir miktar büyük olmaktadır. Aradaki fark % 4 civarında kalmaktadır.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER :

Deprem etkisinde hasar görmüş yapıların perdelerle güçlendirilmesi yolu izlenirken, boyutlandırma ve inşaa aşamalarında özen gösterilmesi gerekli baız önemli noktalar şöyle sıralanabilir;

- i - İlave edilen perdeler ile sistemin birlikte çalışması nasıl sağlanmaktadır ?
- ii - Yatay yükleri kendilerine toplayan perdeler, bunları zemine nasıl aktaracaklardır ?
- iii - Perdelerin eklenmesiyle değişen içkuvvet dağılımları, deprem öncesi zorlanan bazı kesitleri rahatlatırken, kesitlerin zorlanmaya başladığı bazı noktalar için ne gibi önlemler alınmalıdır ?

13 Mart 1992 Erzincan depreminden zarar gören ve perde eklenerek güçlendirilen Gülistan Yapı Kooperatifi binalarından biri ile, yatay yük taşıma kapasitesi artırılması düşünülen İTÜ yapı laboratuvarı binalarından biri, yukarıdaki sorulara yanıt aranırken model olarak kullanılmışlardır. Bu çalışmanın 2. Bölümü sözü edilen yapıların, yatay yük ve serbest titreşim karakteristiklerinin hesabına ayrılmıştır. Yapıların mekanik modellerinin kurulmasındaki bazı tercihler, dolayısıyla sonuçların nasıl etkilendiği gözlenmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmalardan varılan sonuçlar aşağıda özetlenmektedir.

- 1 - Deprem perdelerinin yapıyla birlikte çalışması, mevcut yapıya uygun biçimde bağlanmasını gerektirmekle birlikte, temelindeki dönmelerin de en aza indirilmesi önemli olmaktadır.

Perdelerin temellere bağlantılarını en iyi temsil edebilmek için üstyapı + altyapı birlikte düşünülmüş ve perdenin oturduğu ilave temelin altına çökmeye karşı duyarlı yaylar konmuştur. Böylece perdenin temelde dönmelerinin sonuçlara etkisi görülmüştür. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Perdenin dönmesi sonucu periyodlar, tam ankastre durumuna göre, $K=5000$ kN/m zemin yatak katsayısı olan elastik ankastre durum için %67.6, $K=2E6$ kN/m durumu için ise %8.2 oranında artmaktadır.

Tam ankastreye yaklaşım için K nin sayısal olarak çok arttırılması gerekiyor. Bu artış sayısal hesap bozukluğuna yol açmıyor. $K=2E10$ kN/m için sonuçlar, tam ankastrenin sonuçlarına %1.5 oranında yaklaşıyorlar. Deprem yükünün çoğunu perdeler almasına rağmen geriye kalan çerçevelerdeki mod şekilleri, zemin yatak katsayısından etkilenmektedir.

Perdenin dönmediği duruma karşı gelen tam ankastre çözümde, x doğrultusundan gelen deprem yükü için x doğrultusundaki perde, bodrum katta yapıya gelmekte olan kesme kuvvetlerinin %84.1 ini almaktadır. Elastik ankastre çözümde, K zemin yatak katsayısı küçüldükçe bu oran $K=5000$ kN/m için %45 e düşmektedir. Üst katlarda ise bu oran %38.5 dan %3.7 ye doğru düşmektedir.

Perdenin dönmesi sonucu zeminden büyük ayrılmalar meydana gelmektedir. Ayrılmayan bölgelerde ise zemin gerilmeleri çok yüksek değerlere çıkmaktadır. Eğer temel çok parça ise bu gerilmeler daha da büyümektedir. Zemin geril-meleleri (-) y yönü için 1160 kN/m² değerine kadar çıkmaktadır.

ii - Perdelerin eklenmesiyle daha önce zorlanmayan kesitlerin zorlanmaya başlaması.

Perdelerin eklenmesiyle, onlara komşu olan kirişlerde içkuvvetler büyük ölçüde artmaktadır. Perdenin genişliğini tarif eden, eğilme ve eksenel rijitliği çok büyük olan sanal çubuklara göre oldukça düşük atalet momenti bulunan komşu kirişler dikkatle incelenmiştir ve bu kirişlerin aldıkları momentlerin, moment taşıma kapasitelerinden büyük olduğu görülmüştür.

Yapı laboratuvarının öngörülen deney yüklerini mevcut haliyle taşıması olanağı olmadığı için ilave perdeler eklenmiştir.

İleride yapılacak bazı çalışmalara ön hazırlık teşkil etmek için kritik kesitlerin hesabı ve yerdeğiştirmelerin tayini dışında serbest titreşim analizleride yapılmıştır.

Hesaplar sonucu ilave perdelerin altına büyük bir radye temel yapma zorunluluğu olduğu çıkmıştır. Bu yapılan hesaplar, temelin boyutlandırılması ile ilgili fikir vermektedir.

Çatı katı döşemesinin kalınlığının belirsizliği yüzünden t=15 cm ve t=50 cm için hesap yapılmış ve sonuçların %15.1 oranında arttığı gözlenmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünü bir orta kolon - kiriş birleşim bölgesi ve yakın çevresinin, deprem etkisindeki davranışının deneysel olarak incelenmesi oluşturmaktadır. 1/2 ölçekli üç numunenin, 6 yüklemesinin incelenmesine bu çalışma içerisinde yer verilmiştir.

Birinci numune yürürlükteki yönetmeliklere göre boyutlandırılmış ve kolon - kiriş birleşim bölgesine ek donatı gerektirmeyen kuvvetli kolon-zayıf kiriş birleşimine tipik bir örnektir. Üçüncü numunede bunun bir benzeridir, tek farkı beton basınç mukavemetinin düşük olmasıdır. İkinci numunedeki fark ise kolon - kiriş birleşim bölgesinde ilave gövde donatıları bulunmasıdır.

Mevcut düşey yükler ile 13 Mart 1992 Erzincan depreminin doğu - batı bileşenlerinin birlikte kullanılmasıyla tanımlanan eşdeğer deney yüklerinin, 0.5 katı her numunede uygulanmıştır. Daha sonra ilk iki numune epoksi ile onarılıp, aynı yükler için tekrar denenmiştir. Üçüncü numunede 0.5 katsayılı yüklemekten sonra 1.0 katsayılı yükler için deney yeniden yenilenmiştir.

Bu deney yapıda kalıcı şekil değiştirmelere neden olmuş, bir depremden sonra yeni ve daha şiddetli bir depremin etkisini yansıtmayı amaçlamıştır.

Deneyler sırasında, kirişe göre taşıma kapasitesi yüksek olan kolona, kirişin birleştiği kritik kesitlerdeki kalıcı şekil değiştirmeler ve enerji yutma kapasiteleri üzerinde durulmuş ve karşılaştırmalar yapılmıştır. Ulaşılan bazı sonuçlar aşağıda sıralanmaktadır.

- i - Deney tekniğini ve okumaların doğrulanmasına yönelik olmak üzere deneyde ve hesapta bulunan uç yer değiştirmeleri %4 hata ile birbirine eşittir.

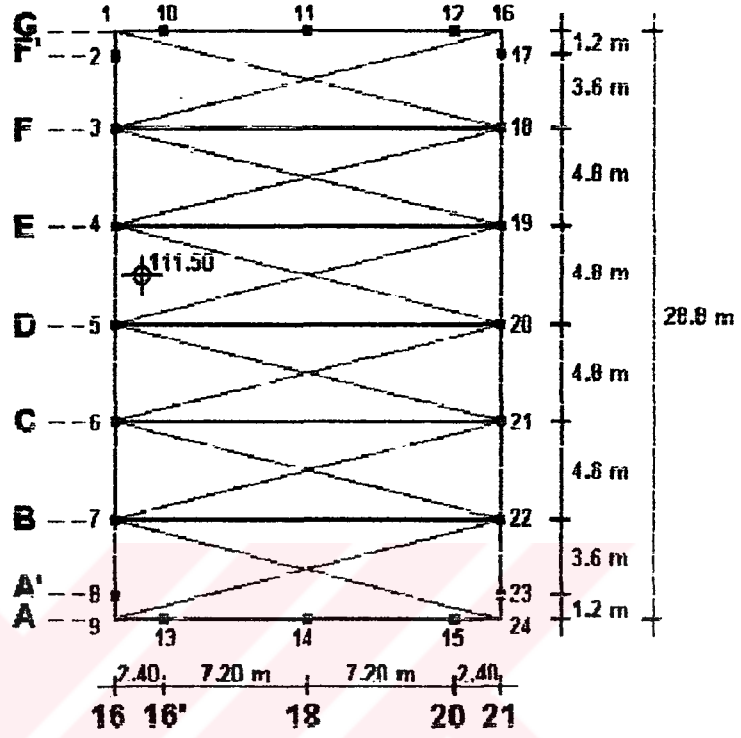
- ii - 0.5 katsayılı yüklemeye ait enerji yutma oranları ve enerji yutma kapasitelerindeki azalmalar karşılaştırılmıştır.
- iii - Üçüncü numunede kapasitenin bittiği yer irdelenecek, 0.5 katsayısının Erzincan 83 ve 1.0 katsayısının Erzincan 92 ye karşılık gelmesi halinde rezerv kalmadığı gözlenmiştir.



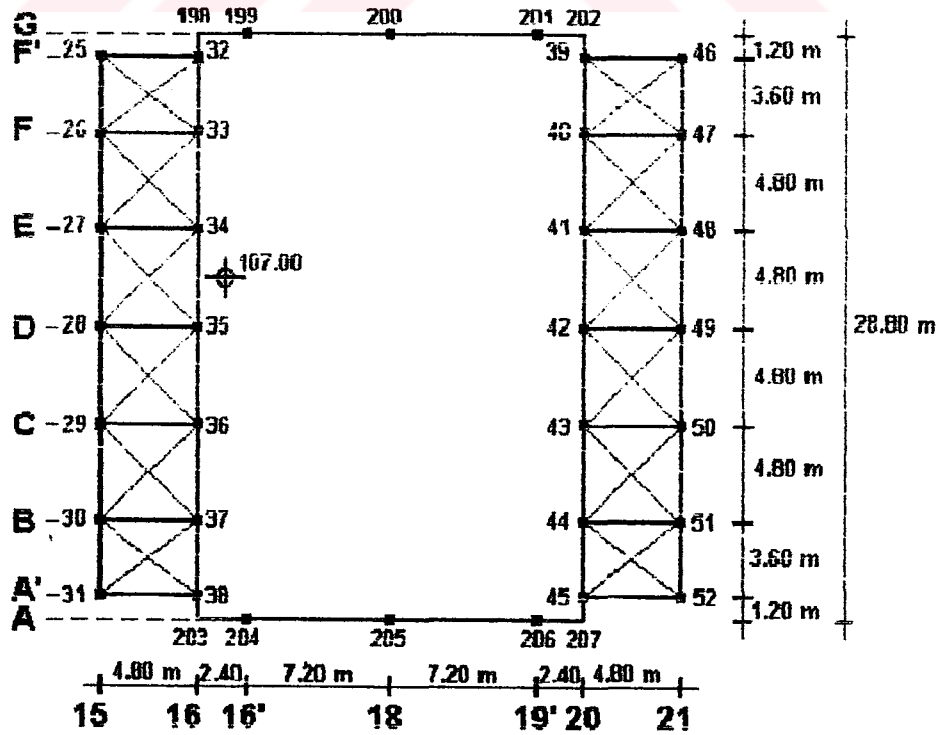
KAYNAKLAR

- [1] SAP90 Structural Analysis Program
- [2] ÇAKIROĞLU, A., ÖZMEN, G., Yapı Sistemlerinin Hesabı için Matris Metodları ve Elektronik Hesap Makinası Programları, Cilt 2 İnşaat Fakültesi Yayını (1970)
- [3] Mevcut Betonarma Yapıların Deprem Güvenliğinin Saptanması Konulu DPT Tarafından Desteklenen Araştırma Projesinin Sağlamış Olduğu Deneysel Çalışma ile ilgili Rapor (1993, Henüz Yayınlanmadı)
- [4] KREGER, M.E., ABRAMS, D., Measured Hysteresis Relationships for Small Scale Beam Column Joints, University of Illinois Urbana Illinois, August 1978
- [5] UZUMERİ, M., SEÇKİN, M., Behaviour of Reinforced Concrete Beam-Column Joints Subjected to Slow Load Reversals, University of Toronto, March 1974
- [6] BONACCI, J., PANTAZOPOULOU, S., Parametric Investigation of Joint Mechanics, ACI Structural Journal, January-February 1993
- [7] PESSİKİ, S.P., Seismic Behaviour of Lightly Reinforced Concrete Column and Beam Column Joint Details, Technical Report NCEER-90-0014, August 1990

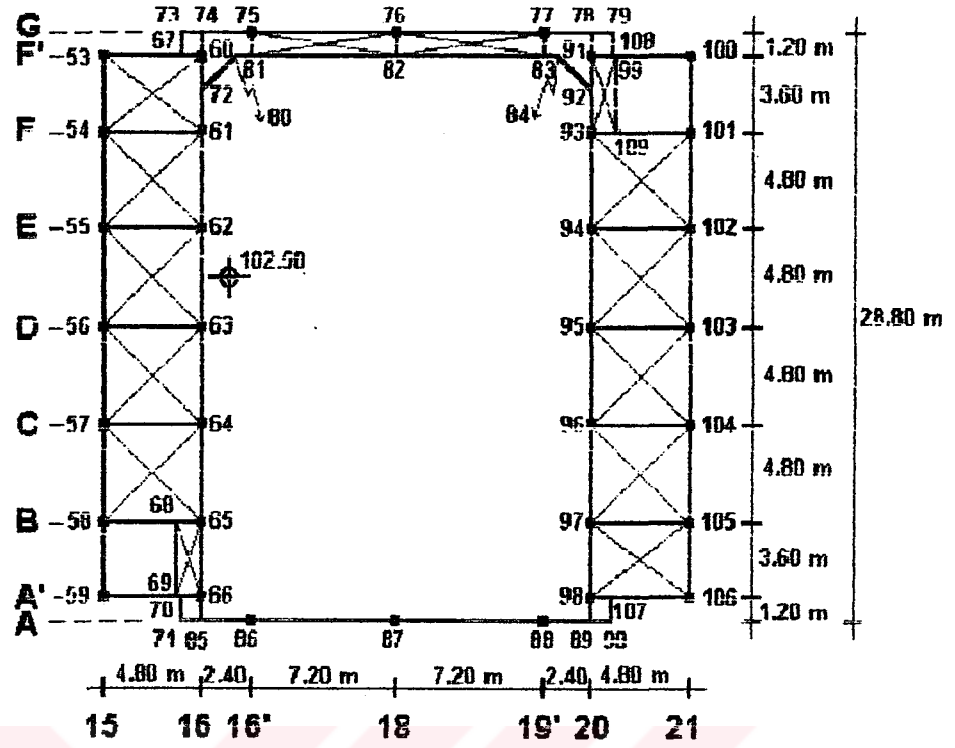
Ek A -



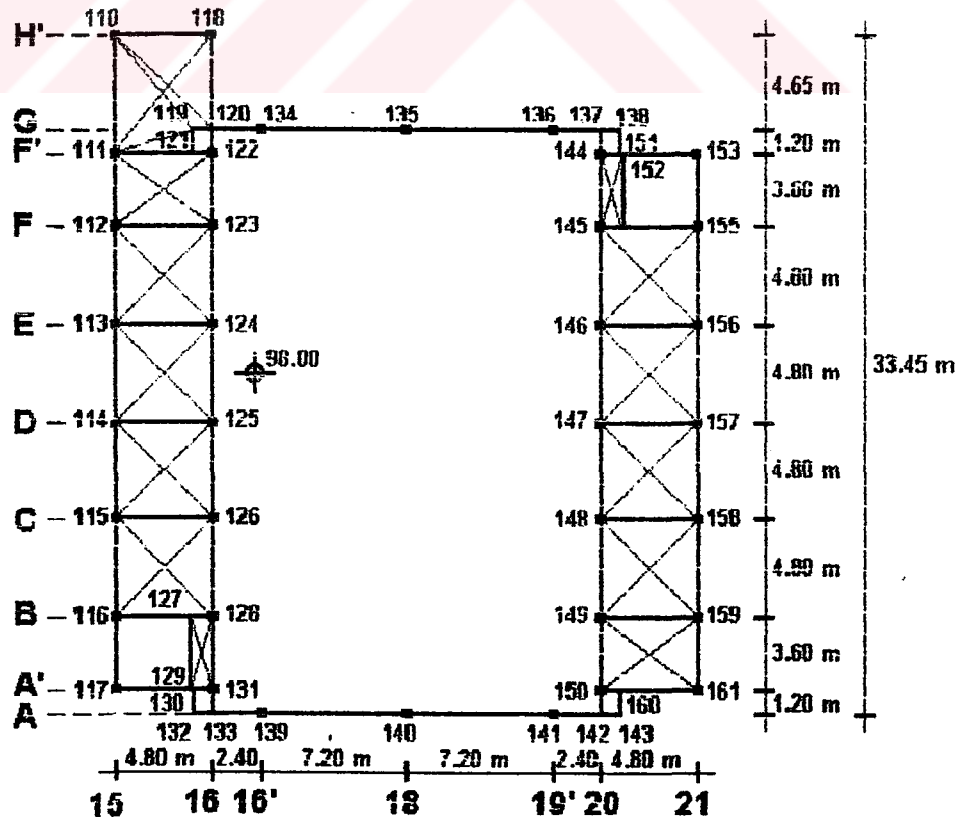
Şekil A.1 Çatı katı



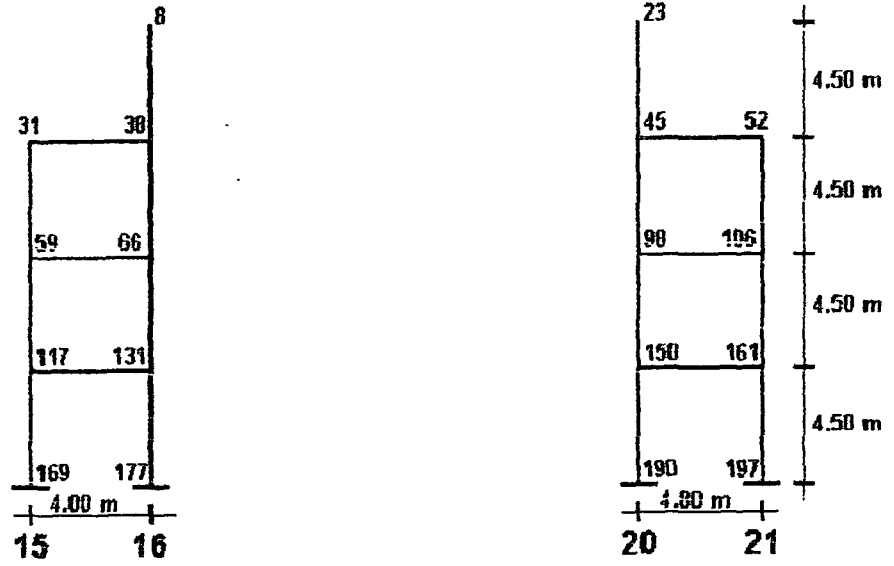
Şekil A.2 2. Normal kat



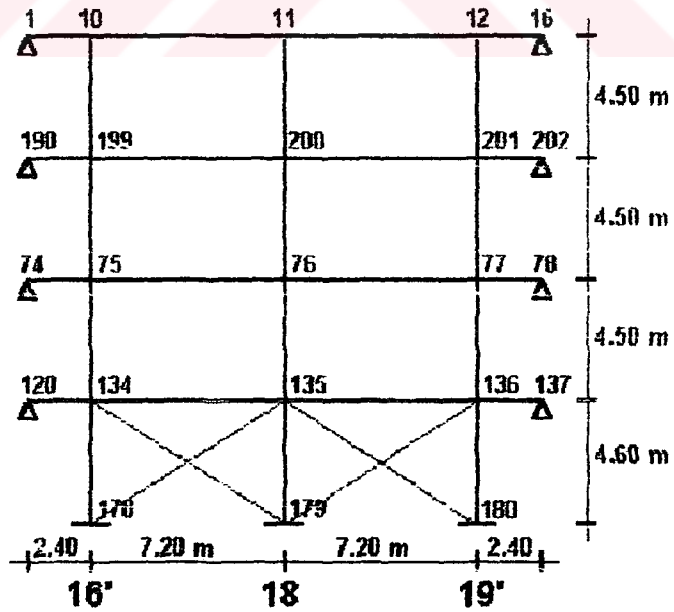
Şekil A.3 1. Normal kat



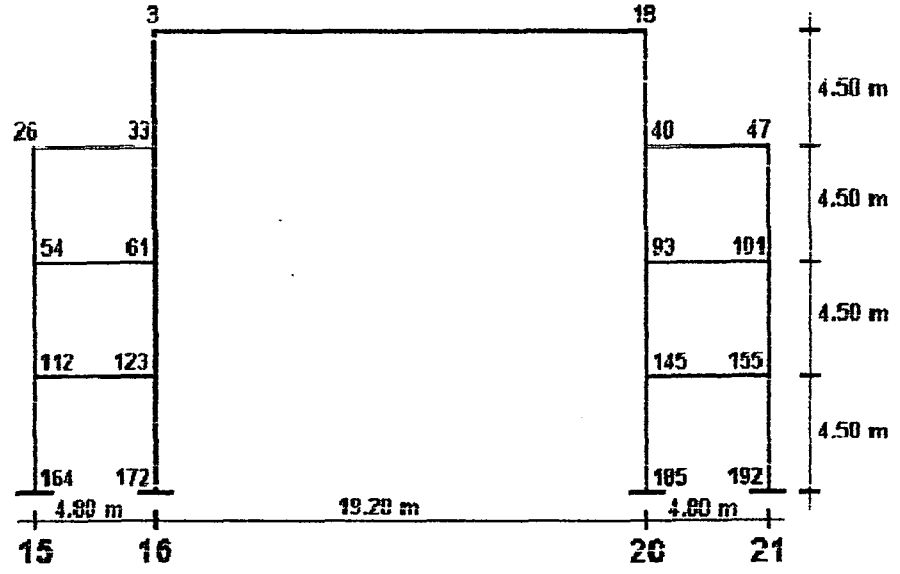
Şekil A.4 Zemin kat



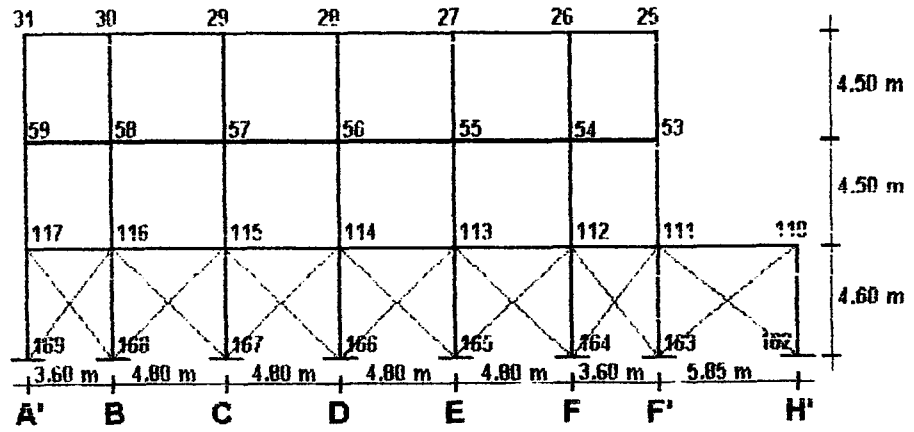
Şekil A.5 A' ve G çerçeveleri



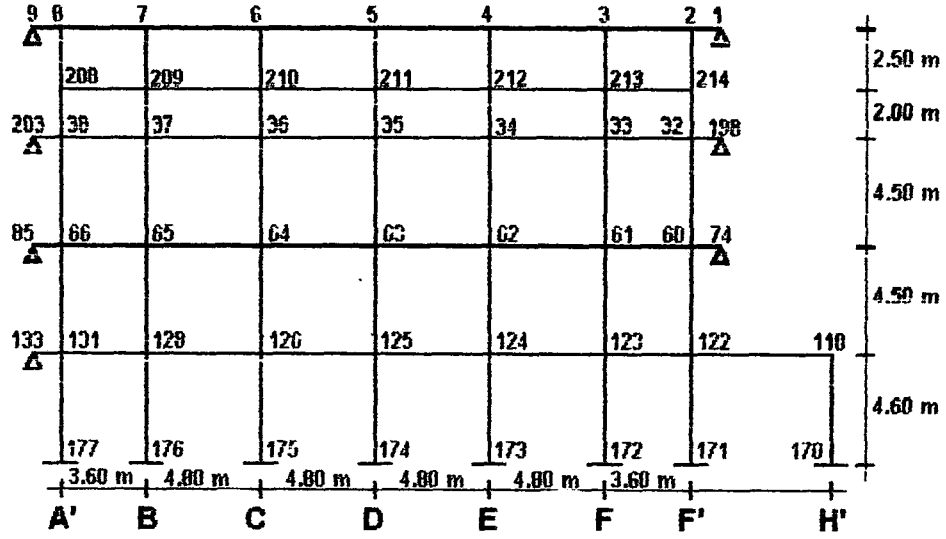
Şekil A.6 A ve F çerçeveleri



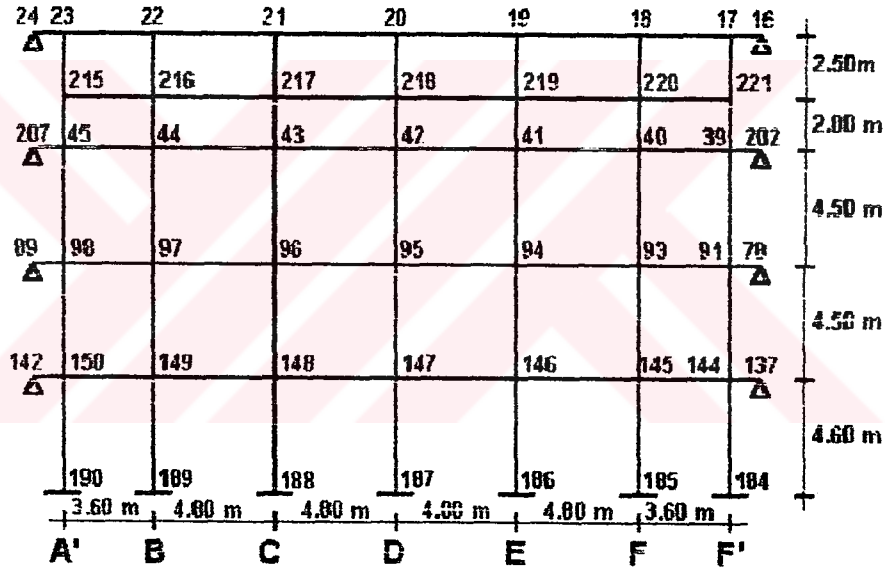
Şekil A.7 B, C, D, E ve F çerçeveleri



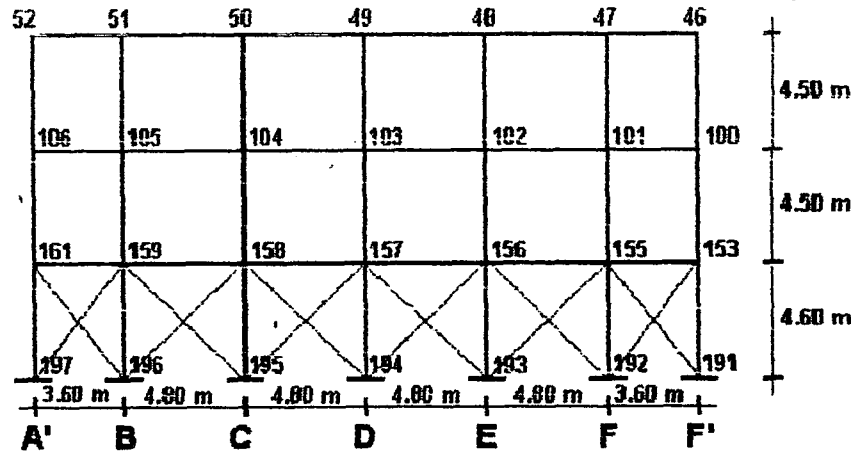
Şekil A.8 15 çerçevesi



Şekil A.9 16 çerçevesi



Şekil A.10 20 çerçevesi



Şekil A.11 21 çerçevesi

Ek B -

Tablo B.1. Sayısal olarak yükleme fonksiyonu

ADIM	ESOLYUK (kN)	ESAĞYUK (kN)
1	0	0
2	-3.9	-4.04
3	0	0
4	-4.82	-3.6
5	0	0
6	2.33625	-8.6
7	0	0
8	-7.82	.81375
9	-15.62	1.6275
10	-23.44	2.44125
11	-15.62	1.6275
12	-7.82	.81375
13	0	0
14	3.01	-5.4
15	6.02875	-10.78
16	9.03875	-16.18
17	6.02875	-10.78
18	3.01	-5.4
19	0	0
20	-10.88	1.47875
21	-21.76	2.96625
22	-32.64	4.445
23	-21.76	2.96625
24	-10.88	1.47875
25	0	0
26	3.03625	-5.42
27	6.0725	-10.86
28	9.10875	-16.28
29	6.0725	-10.86
30	3.03625	-5.42
31	0	0
32	-9.48	1.18125
33	-18.96	2.3625
34	-28.44	3.54375
35	-18.96	2.3625
36	-9.48	1.18125
37	0	0
38	3.61375	-6.1
39	7.23625	-12.18
40	10.85	-18.28
41	7.23625	-12.18
42	3.61375	-6.1
43	0	0
44	-10	1.295
45	-20	2.59
46	-29.98	3.885
47	-20	2.59
48	-10	1.295
49	0	0
50	2.54625	-4.88
51	5.0925	-9.76
52	7.63875	-14.64
53	5.0925	-9.76
54	2.54625	-4.88
55	0	0
56	-7.62	.7787501
57	-15.22	1.5575
58	-22.84	2.33625

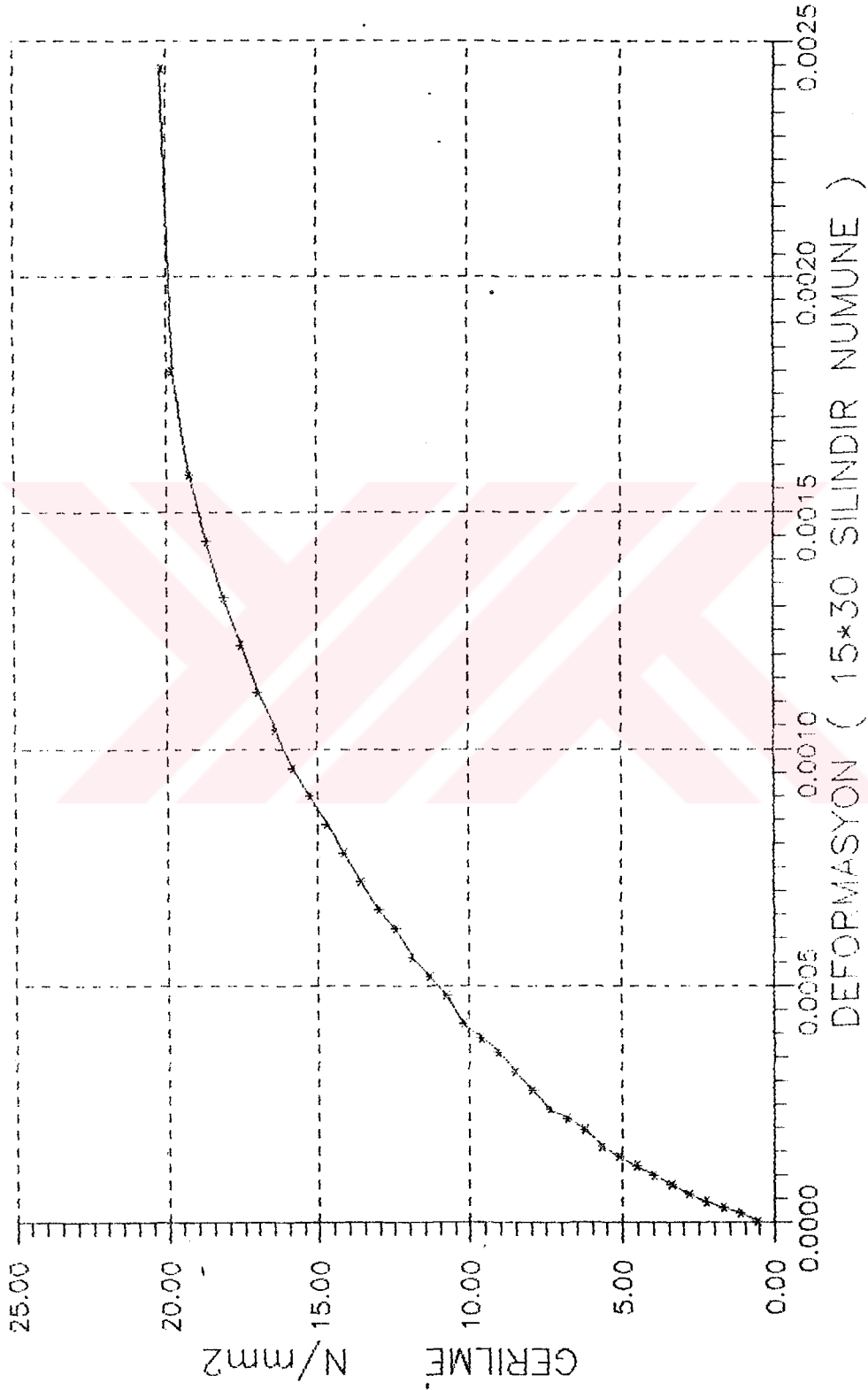
59	-15.22	1.5575
60	-7.62	.7787501
61	0	0
62	1.95125	-4.22
63	3.9025	-8.42
64	5.8625	-12.64
65	3.9025	-8.42
66	1.95125	-4.22
67	0	0
68	-5.92	.41125
69	-11.84	.83125
70	-17.76	1.2425
71	-11.84	.83125
72	-5.92	.41125
73	0	0
74	1.3825	-3.56
75	2.77375	-7.14
76	4.15625	-10.7
77	2.77375	-7.14
78	1.3825	-3.56
79	0	0
80	-6.8	.60375
81	-13.58	1.2075
82	-20.38	1.81125
83	-13.58	1.2075
84	-6.8	.60375
85	0	0
86	1.65375	-3.88
87	3.29875	-7.74
88	4.9525	-11.62
89	3.29875	-7.74
90	1.65375	-3.88
91	0	0
92	-5.5	.32375
93	-10.98	.6475
94	-16.48	.9625
95	-10.98	.6475
96	-5.5	.32375
97	0	0
98	2.8525	-9.24
99	0	0
100	-13.56	.3325
101	0	0
102	2.975	-9.38
103	0	0
104	-11.32	-.36
105	0	0
106	-.52	-5.74
107	0	0
108	-9.32	-1.34
109	0	0
110	.35875	-6.4
111	0	0
112	-5.64	-3.18
113	0	0
114	-6.68	-2.66
115	0	0
116	-4.76	-3.62
117	0	0

Ek C -

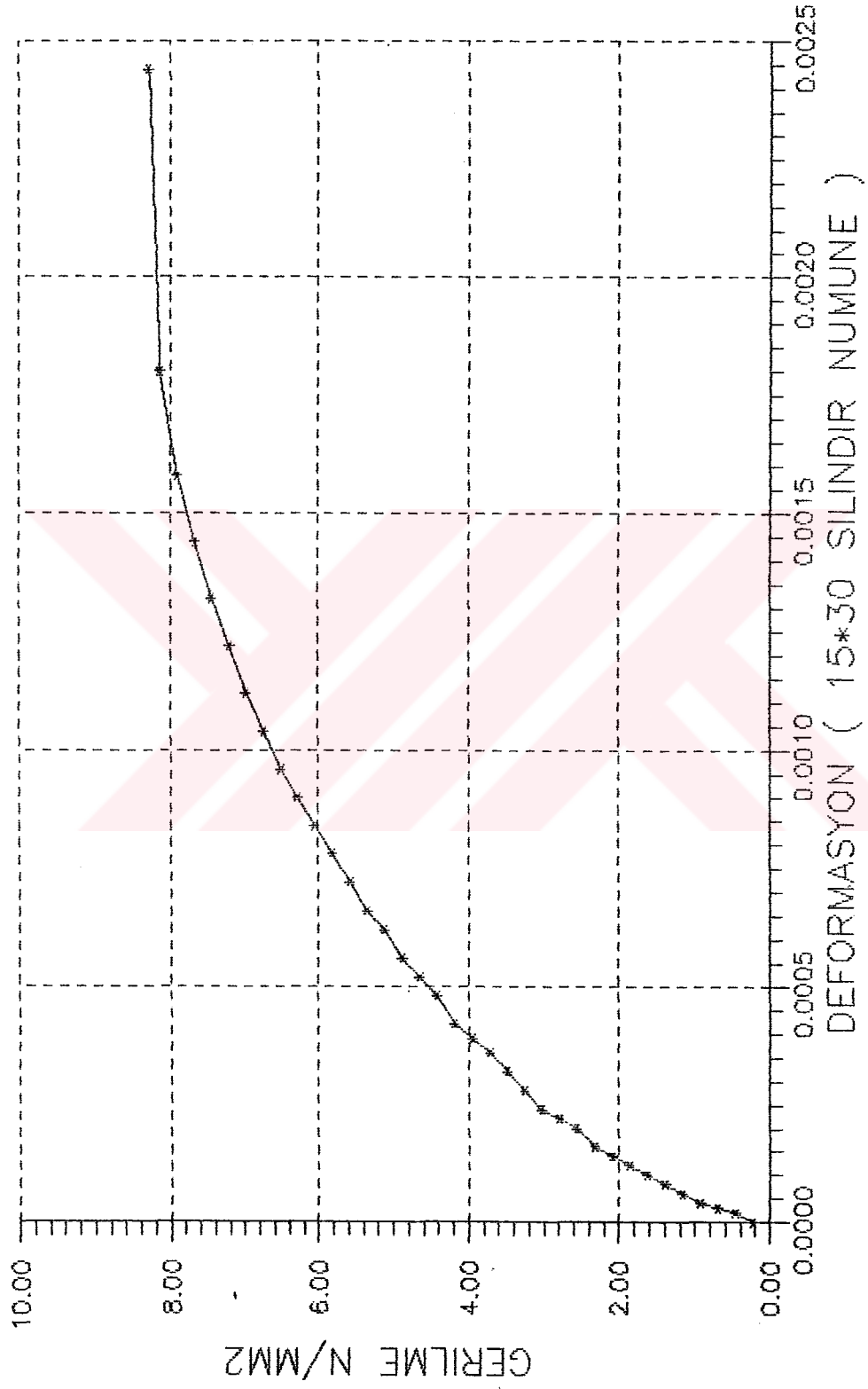
Tablo C.1. Numune 1 ve 2 ye ait beton deneyleri

NUMUNE 1 VE 2 YE AIT BETON DENEYLERİ (15*30 SILINDİR)

DELTAL	KUVVET	SEKILDEG.	GERILME
.1	10	.000002	.5659
1.0	20	.000020	1.1318
1.6	30	.000032	1.6977
2.2	40	.000044	2.2635
3.0	50	.000060	2.8294
4.0	60	.000080	3.3953
5.0	70	.000100	3.9612
6.0	80	.000120	4.5271
7.0	90	.000140	5.0930
8.0	100	.000160	5.6588
9.8	110	.000196	6.2247
11.0	120	.000220	6.7906
12.0	130	.000240	7.3565
14.0	140	.000280	7.9224
16.0	150	.000320	8.4883
18.0	160	.000360	9.0541
19.5	170	.000390	9.6200
21.0	180	.000420	10.1859
24.0	190	.000480	10.7518
26.0	200	.000520	11.3177
28.0	210	.000560	11.8836
31.0	220	.000620	12.4495
33.0	230	.000660	13.0153
36.0	240	.000720	13.5912
39.0	250	.000780	14.1471
42.0	260	.000840	14.7130
45.0	270	.000900	15.2789
48.0	280	.000960	15.8448
52.0	290	.001040	16.4106
56.0	300	.001120	16.9765
61.0	310	.001220	17.5424
66.0	320	.001320	18.1083
72.0	330	.001440	18.6742
79.0	340	.001580	19.2401
90.0	350	.001800	19.8059
122.0	356	.002440	20.1455



Şekil C.1. Numune 1 ve 2 ye ait gerilme-deformasyon diyagramı

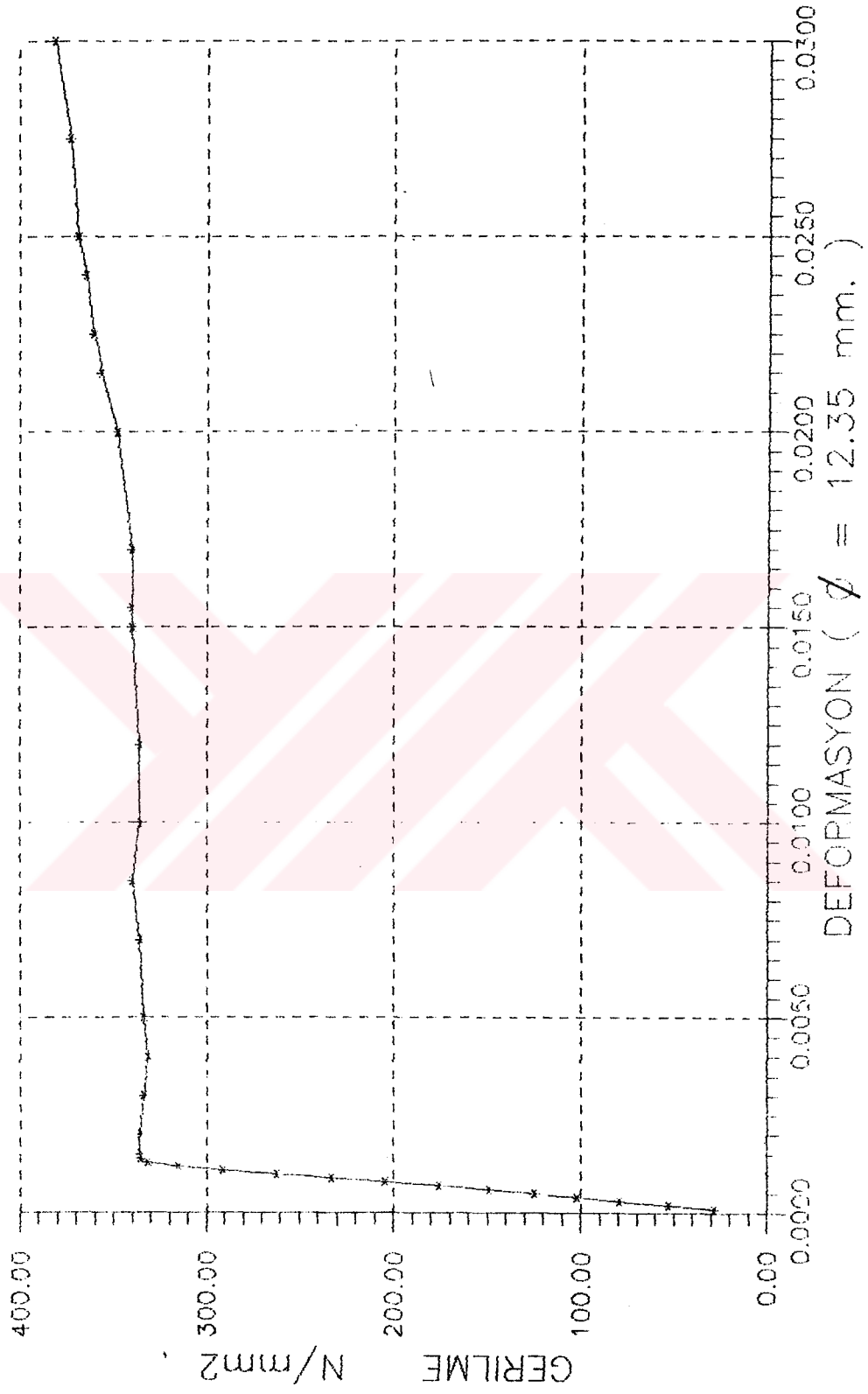


Şekil C.2. Numune 3 ün gerilme-deformasyon diyagramı

Tablo C.2. 12 mm lik donatı için malzeme deneyi

Ø12 LİK DONATI İCİN YAPILAN MALZEME DENEYİ

DELTA	KG	EPSILON	SIGMA
1.0	350	.0001	28.6624
2.0	650	.0002	53.2303
3.0	975	.0003	79.8454
4.0	1250	.0004	102.3659
5.0	1525	.0005	124.8864
6.0	1825	.0006	149.4542
7.0	2150	.0007	176.0693
8.0	2500	.0008	204.7318
9.0	2850	.0009	233.3942
10.0	3200	.0010	262.0566
11.0	3550	.0011	290.7191
12.0	3850	.0012	315.2869
13.0	4050	.0013	331.6654
14.0	4100	.0014	335.7601
15.0	4100	.0015	335.7601
20.0	4100	.0020	335.7601
30.0	4075	.0030	333.7128
40.0	4050	.0040	331.6654
50.0	4075	.0050	333.7128
70.0	4100	.0070	335.7601
85.0	4150	.0085	339.8547
100.0	4100	.0100	335.7601
120.0	4100	.0120	335.7601
150.0	4150	.0150	339.8547
155.0	4150	.0155	339.8547
170.0	4150	.0170	339.8547
200.0	4250	.0200	348.0440
215.0	4350	.0215	356.2332
225.0	4400	.0225	360.3279
240.0	4450	.0240	364.4225
250.0	4500	.0250	368.5172
275.0	4550	.0275	372.6118
300.0	4650	.0300	380.8011

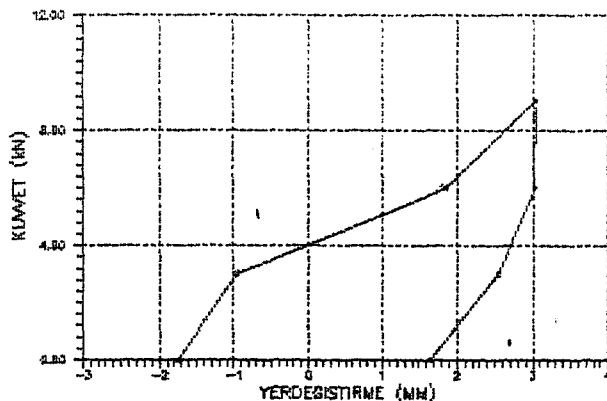


Şekil C.3. 12 mm lik donatının gerilme-deformasyon diyagramı

```

1 CLS
10 ON ERROR GOTO 10000
20 INPUT "GIRILECEK NOKTA SAYISI N=",N
30 DIM X(N),Y(N)
40 FOR I=1 TO N
50 PRINT "X(";I;")=";
60 INPUT X(I)
70 PRINT "Y(";I;")=";
80 INPUT Y(I)
85 IF Y(I)=99999! THEN GOSUB 500
90 NEXT I
95 GOTO 200
100 FOR Z=N1 TO N2-1
110 A=A+X(Z)*(Y(Z-1)-Y(Z+1))
120 NEXT Z
130 A=A+X(1)*(Y(N)-Y(2))+X(N)*(Y(N-1)-Y(1)):A=A/2
140 PRINT "ALAN=";A
200 INPUT "N(1)=";N1
210 INPUT "N(s)=";N2
214 IF N2=88888! THEN GOSUB 600
215 IF N2=99999! THEN GOSUB 500
220 N1=N1+1:A=0
230 GOTO 100
500 I=I-1
510 PRINT "***** DUZELTME *****"
520 INPUT "Duzeltilecek Nokta =";I1
530 PRINT "X(";I1;")=";:INPUT X(I1)
540 PRINT "Y(";I1;")=";:INPUT Y(I1)
550 INPUT "Duzeltmeye devam icin 1 cikis icin 2 ";D
560 IF D=1 THEN 510
570 IF D=2 THEN RETURN
600 REM PRINTER CIKISI
610 PRINT "PRINTERINIZI HAZIRLAYIP BIR TUSA BASIN "
620 ED$=INKEY$:IF A$="" THEN 620
630 LPRINT :LPRINT
640 FOR D=1 TO N
650 LPRINT "X(";D;")=";X(D);"      "; "Y(";D;")=";Y(D)
660 NEXT D
670 RETURN
10000 PRINT "LUTFEN DIKKATLI OLUNUZ":GOTO 200

```



KUVVET (kN)	YERDEG. (MM)
Ø	-1.74
3.Ø144	-Ø.96
6.Ø244	1.86
9.Ø387	3.Ø4
6.Ø244	3.Ø3
3.Ø144	2.54
Ø	1.65

ALAN=19.2286 kN*MM

ÖZGEÇMİŞ

Hasan Anaç 1971 yılında Almanya'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Almanya'da tamamlayarak, 1988 yılında Tekirdağ Namık Kemal Lisesinden mezun oldu. Aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği bölümünde lisans öğrenimine başladı. 1992 yılında lisans öğrenimini tamamlayarak İnşaat Mühendisi ünvanı almaya hak kazandı. Aynı yıl, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yapı Analizi ve Boyutlandırma Programında Yüksek Lisans Öğrenimine başladı.