

DEPREM ETKİSİNDEKİ YAPILARDA UYGULANAN KONTROL SİSTEMLERİ VE KURŞUN / KAUÇUK YATAK UYGULAMALARI

Mehtap KARABAY

Özet – Bu çalışmada deprem, rüzgar gibi önemli dinamik yükler etkisindeki yapıların davranışlarını kontrol etmek amacıyla kullanılan kontrol sistemleri genel olarak incelenmiştir. Bunlar aktif, pasif ve karma kontrol sistemler olmak üzere üçe ayrılır. Bu sistemlerden pasif kontrol sistemlere örnek olmak üzere kurşun/kauçuk sistemlerin yapılar üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler – Yapısal kontrol, aktif kontrol sistemleri, pasif kontrol sistemleri, karma kontrol sistemleri, sönümleyiciler

Abstract – In this study, structural control systems which are used for the design of structures subjected to important seismic excitations such as earthquakes, strong winds are generally investigated. These control systems are divided into three main groups;

- 1.Active control systems
- 2.Pasive control systems
- 3.Hybrid control systems

Among these systems, as a numerical sample to passive control; a seven-story building is solved to examine the effects of rubber/lead bearing systems on a building.

Keywords – Structural control, active control systems, passive control systems, hybrid control systems, dampers

I .GİRİŞ

Dünya nüfusunun günden güne artması, buna karşılık yaşanabilir alanların sınırlı olması nedeniyle artan konut ve diğer ihtiyaçları giderebilmek amacıyla çok katlı yüksek veya geniş kütleli yapılması, Yapı Mühendisliğinde bazı sorunları birlikte getirmiştir;

1. Güvenlik : Yüklemin tipine göre yapıya uygulanan kuvvetlerde bazı belirsizliklerin olması durumunda yapıların güvenliğinden tam olarak emin olunamamaktadır.

2. Konfor : İnsanlar için yapıda istenen konforun sağlanması zordur. Çok yüksek binaların en üst katında ve büyük açıklıklı köprüler üzerinde bulunan insanlar titreşim nedeniyle hem psikolojik hem de fiziksel olarak rahatsız olmaktadır.

3. Kullanılabilirlik (Hizmet servis garantisi) :Yapının ömrünün dış etkilerle nasıl değiştiği bilinemediğinden bu yapıların ne kadar süre güvenli olabileceği tahmin edilememektedir.

4. Limit durum : Bir yapının önemli derecede büyük çatlaklar, büyük şekil ve yer değiştirmeler nedeniyle artık yük taşıyamaz duruma gelmesi ve göçmenin başlaması durumudur. Yukarıda sözü edilen bu yapıların ne zaman ve nasıl bir etkiyle limit duruma geldiklerinin incelenmesi gerekmektedir.

5. Maddi zarar riski : Titreşim nedeniyle camların kırılması, duvarlarda çatlakların oluşması ve hassas aletlerin zarar görmesi gibi hasarlar ile maddi zararlar artmaktadır. Bu tür problemlerin çözümünün sağlanması ile mühendislik yapılarının şiddetli rüzgar ve deprem gibi dinamik dış etkilere karşı korunmasında yapısal kontrol üzerine bir yaklaşım getirilmektedir.

Depreme dayanıklı yapı tasarımında temel amaç, güvenlik, hizmet ve konfor şartlarının sağlanmasıdır. Teknolojinin tarihsel gelişiminde rijit yapılar yapılarak depreme karşı korunulurken daha sonra esnek yapılar yani akıllı binalar üretilmeye başlanmıştır.

Yer hareketinin meydana getirdiği enerjinin yapı elemanları tarafından sönümlenmesi fikrine dayalı olarak bir çok yapı kontrol mekanizmaları oluşturulmuştur. Kontrol mekanizmaları genelde üç bölüm altında incelenebilir:

- Pasif kontrol sistemleri
- Aktif kontrol sistemleri
- Karma sistemler

Pasif kontrol sistemleri sismik izolasyon sistemleri ve pasif enerji sönümleyen sistemler olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Yapıların tabanına yerleştirilen kauçuk esaslı izolasyon malzemesi, deprem sırasında yapının

tabanında büyük deplasmanlar oluşturarak meydana gelen enerjiyi sönümler ve yapının üst kısımlarının zarar görmesini önler. Pasif enerji sönümleyen sistemlerde, viskoelastik ve sürtünme araçları ile enerjinin sönümlenmesi amaçlanmıştır. Her iki pasif kontrol sisteminde boyutlandırma, yapının inşaa edileceği bölgedeki deprem karakteristiklerine bağlı olarak belirlenir. Bu nedenle taban izolasyon ve pasif sönümleyici sistemler boyutlandırıldıkları deprem şiddetinde maksimum korumayı sağlarlar.

Buna karşılık aktif kontrol sistemleri mekanizmayı denetler ve belirli zaman aralıklarında deprem titreşimlerini algırlar. Bu titreşimlerin şiddetine göre hesaplar yapan bir kontrol ünitesine sahip oldukları için teorik olarak her şiddetteki depreme dayanacak şekilde tasarlanmışlardır.

Sistemin mekanizması genel olarak, deprem titreşimlerinin algılanması, bir kontrol aygıtı ile bu bilgilerin değerlendirilmesi ve bina üzerine yerleştirilmiş olan aygıtlarla, binanın titreşimlerine karşı çeşitli biçimlerde yapının taşıyıcı sistemi üzerindeki zarar verici etkisinden kurtulması prensibine dayalı olarak kurulmuştur.

Böylece bir yapı, aktif kontrolü kullanarak deprem, rüzgar veya patlama gibi şiddetli ve ani yüklere karşı davranışını değiştirerek, yüklerden dolayı oluşan enerjiyi sönümleyebilir. Kendini yükün şiddetine göre ayarlama yeteneğindeki bu tür yapılara akıllı yapılar denir. Akıllı yapılar teknolojisi, yapı ve deprem mühendisliğinde yeni bir devrim yaratacak niteliktedir. Aktif kontrollü yapılar can kaybını önleyici, yapının ve içindeki eşya donanımının zarar görmeden kurtulmasını sağlayıcı özelliktedir.

Aktif kontrol sisteminin bir çok yarar sunmasının yanında bazı önemli sakıncaları da mevcuttur. Deprem sırasında enerji nakil hatlarında meydana gelebilecek hasarlar sistemin çalışması için gerekli olan enerji sorununu beraberinde getirir. Bu sorunu çözebilmek için kesintisiz enerji kaynağı gibi çözümler üretilmiştir. Ayrıca titreşimleri sönümleyecek olan aygıtların harekete geçirilmesi büyük enerji gerektirir. Kullanılan ileri teknoloji ve gerekli enerji kaynağı temini maliyeti artıran başlıca dezavantajlarından birkaçıdır.

Ekonomik olmayan aktif kontrol sistemlerin yerine çeşitli alternatifler düşünülmüştür. Bunun sonucu olarak pasif kontrol sistemlerinin ucuz ve kalıcı çözümleri ile aktif kontrolün etkin ve kendini yüke göre ayarlama mekanizmalarının avantajları kullanılarak karma sistemler oluşturulmuştur.

Bu sistemler ile ilgili çalışmalardan bir kısmı şöylece özetlenebilir:

Aldemir ve Bakıoğlu [1], çalışmalarında sismik kuvvetler altında yapı davranışını azaltan optimal kontrol yöntemlerini geliştirmek için büyük bir kuvvet tanımlamışlardır. Depreme karşı uyarılan yapıların kontrolünde uygulanan doğrusal regülatör problemin analitik çözümünü; yapısal kontrolün önceden tanımlanan tüm optimal kontrolleri, olağan optimalite koşullarına bağlı olmasına rağmen; yeterli optimalite koşullarını kullanarak elde etmişlerdir. Optimal kapalı-açık çevrim kontrolün, deprem kuvvetleri etkisindeki sivil yapılar için uygulamayacağını öne sürmüşlerdir. Optimal kapalı-açık çevrim kontrolünün sismik ivme değerlerinin tahminine bağlı olarak yaklaşık bir biçimde yapıldığını savunmuşlardır. Kesin optimal çözüm ve sismik ivmelerin elde edilecek değerleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için aşağıdaki ifadeyi kanıtlamışlardır:

Optimal kapalı-açık çevrim kontrol probleminin çözümü; verilen kriterleri sağlar nitelikte olduğunda yalnız ilk tahmini ivme değerlerini kullanarak yaklaşık bir biçimde elde edilebilir. Hesaplanan performans ölçümleri önerilen yaklaşık çözümün kapalı çevrim kontrolünden daha iyi olduğunu belirtir. Uyarımın elde edilecek değerleri ne kadar çok doğru tahmin edilirse, o kadar çok optimal çözüme yaklaşırlar.

Chalhoub [2], çalışmasında iyi bir izolasyon sisteminin, rüzgar şiddetinin etkilerini sınırlaması, kararlı olması ve arıza-güvenlik kapasitesinin yüksek olması gerektiğini ifade etmiştir. Bu üç koşula da uyan ve bununla beraber başka avantajlara sahip olan yeni bir izolasyon sistemini; 1/4 ölçekli dokuz katlı çelik bir yapının temeli altında California Üniversitesinde deprem simülasyonu ile test etmiştir. Bu deneye göre; temel küçük büyüklükteki girdiler için sabit davranır. Kayma başladığında kauçuk yataklamalar ek rijitlik sağlar. Yer değiştirmeler, tam elastomerik izolasyon bir sistem ile sağlanan yer değiştirmelerden daha kontrollüdür. Yalnız kauçuk sistemlerde karşılaşılan büyük yatay yer değiştirmeler yüzünden meydana gelen düşey sapmalar ortadan kaldırılır. Arıza-güvenlik kapasitesi kauçuk yataklamalar içine yerleştirilen gerilme engelleyiciler ve kayıcılarla tabanın sabitlik ilişkisinden yararlanır.

M. Ali ve Abdal --Ghaffar [3], çalışmalarında sismik izolasyon ve enerji sönümleme uygulamalarında kullanılan kauçuk, çelik ve kurşun aygıtlar için sonlu elemanlı bir model işlemişlerdir. Derece derece sıkıştırılabilirliği azaltan tutarlı bir yaklaşımı dikkate alarak kauçuk malzeme için büyük bir yer değiştirme / uzama formülasyonu önerilmiştir. Pasif kontrol yataklamaları için önceki analitik veya deneysel bilgiye bağlı olarak pratik bir idealleştirilme sunulmuştur. Önerilen yöntemin deneysel sonuçlarla doğruluğu tahkik edilmiştir. Model, kablolu köprü sistemlerin

sismik enerji sönümlemesi içinde incelenmiş ve sonuçlandırılmıştır.

Nagarajah ve Sun [4], çalışmalarında 1994 Los Angeles Northridge depremi sırasında taban izolasyonlu Yangın Komuta ve Kontrol binasının sismik performansının darbe etkisini değerlendirmişlerdir. Darbe etkisinde kalmış taban izolasyonlu bu binayı analiz etmek için yeni analitik modelleme teknikleri geliştirmişler ve sistem tanıtımı kullanarak bu tekniklerin doğruluğunu irdelemişlerdir. Darbeli ve darbesiz davranışı tanımlamışlardır. Yapının davranışı üstündeki darbe etkilerini değerlendirmişlerdir. Sismik performans değerlendirmelerinin binanın ankastre tabanlı olması durumundaki davranışıyla, taban izolasyonlu binanın davranışını kıyaslayarak tanımlamasını yapmışlardır.

Samali ve diğerleri [5], çalışmalarında hem aktif tendon (kiriş) hem de aktif kütle sönümleyicili kontrol sistemlerin, kuvvetli depremlerle uyarılmış binalara uygulanabilecek en uygun yerleşiminin araştırması yapmışlardır. Binaların yanal bağlantılı burulma hareketlerinin redüksiyonu ölçülerek her iki taraftaki aktif kontrol sisteminin etkisi incelemişlerdir. Deprem yer ivmesi üniform olarak ayarlanmış, sabit olmayan rast gele yöntem olarak örneklendirilmiştir. Problemi, geçiş matris yaklaşımını ve kapalı çevrim kontrol kanununu kullanarak formüle etmişlerdir. Rast gele titreşim analizi yapı davranışını ve kapalı çevrim kontrol kanununu kullanarak formüle edilmiştir. Rast gele titreşim analizi yapı davranışının statigini ve istenilen aktif kontrol kuvvetlerini elde etmek için yapılmıştır. Monte Carlo simülasyonu, yapı davranışının aktif kontrol sistemli veya systemsiz halini göstermek için kullanılmıştır. Şiddetli deprem uyarımları etkisinde kalmış sekiz katlı bir yapının sayısal örneği, yapının davranışının önemli ölçüde azalmasını tanımlamak için verilmiştir.

Yang ve diğerleri [6], çalışmalarında histeretik yapısal sistemlerin veya doğrusal olmayan sistemler için ani ideal kontrol algoritmalarının geliştirilmiş bir versiyonunu tanıtmışlardır. Önerilen algoritmanın esas avantajı şudur: Önceden önerildiği üzere kontrol vektörü, zamana bağımlı sistem matrisinin kontrolüne gerek duymadan, doğrudan ölçülen davranış durum vektöründen elde edilmiştir. Mevcut algoritmayı kullanarak, histeretik sistemin kontrol edilen davranışının simülasyon yöntemi tanıtılmıştır. Sismik olmayan karma kontrol sistemlerin farklı tiplerindeki kontrol algoritmasında bulunan yerleşim uygulamaları vurgulanmıştır. Çeşitli kontrol sistemlerinin performansları değerlendirilmiş, sayısal olarak kıyaslandırılmış ve sismik olmayan karma kontrol sistemlerin avantajları kanıtlanmıştır. Önerilen kontrol algoritmasının, pratik uygulamalar için etkili olduğu gösterilmiştir.

I.1 Kurşun – Kauçuk Yataklamalar

Elastomerik kurşun kauçuk yataklamalar deneysel olarak kanıtlanmasına rağmen, bunlar üzerinde çok az analitik çalışma yapılmıştır. Kurşun ve kauçuk yataklamalar farklı özelliklerde üç malzemeyi birleştirirler. Kurşun ve kauçuk yataklamaların davranışının modellemesinde karşılaşılan güçlükler; kurşun ve malzemenin doğrusal olmama durumu, kauçuk parçalarla birleşen malzemenin doğrusal olmama durumu ve geometrik sıkışıklık olmama durumu sonucunda ortaya çıkar. Bilim adamları, yapı mühendisleri, kurşun ve kauçuk üreticileri ve yataklama imalatçıları, şartnameler arasındaki farklı perspektiflerden kaynaklı bu tarz pasif kontrol ve enerji sönümleme aygıtlarının davranışları belli bir standart çerçeve içine alınamamıştır.

Kurşun kauçuk yataklamalar ilk kez Yeni Zelanda 'da geliştirilmiştir. Kurşunlu kauçuk yataklar, kauçuk yatakların merkezine bir kurşun çubuk yerleştirilerek oluşturulur. Kurşun çekirdek enerji dağılımında ilave bir rijitlik sağlaması amacıyla kullanılır. Kurşun çekirdeğin enerji absorbe edebilme kapasitesi izolatörün yatay yer değiştirmesini azaltır. Kurşun çubuk plastik şekil değiştirme yaparken sönüm sağlar. Kurşunlu kauçuk yatakların içindeki çelik tabakalara ek olarak kurşun çubuk, uygulanan düşey yükün taşınmasını ve plastik şekil değiştirme ile de enerji yutulmasını sağlar. Kurşunlu kauçuk yatakların etkili rijitliği ve etkili sönümü yer değiştirmeye bağlıdır.

Kurşunlu kauçuk yatakların mekanik özellikleri üç parametreye bağlıdır: K_1 , K_2 ve Q dur. Elastik rijitliği (K_1) ölçmek zordur. (K_1) elastik rijitliği son akma rijitliğinin (K_2) bir ampirik çarpanla çarpılmasıyla hesaplanır. Gerilme Karakteristiği (Q), histerik eğride kurşunun akma gerilmesi ve kurşun çubuk alanı ile hesaplanır. (K_{eff}) etkili rijitliği ise, yer değiştirme azalırken maksimum yükler için tanımlanır. Etkili rijitlik (K_{eff}) aşağıdaki gibi tanımlanır;

$$K_{eff} = K_2 + Q / D \quad D \geq D_y \quad (1)$$

Bu bağıntıda (D_y) akma yer değiştirmesini gösterir. Doğal frekans (w) ise;

$$w = \sqrt{K_{eff} \cdot g / W} = \sqrt{W_0^2 + v \cdot g / D} \quad (2)$$

olarak tanımlanır. Burada;

$$v = Q/W \quad W_0^2 = \sqrt{K_2 g/W} \quad (3)$$

olur. Etkili Periyot (T_{eff}) ise;

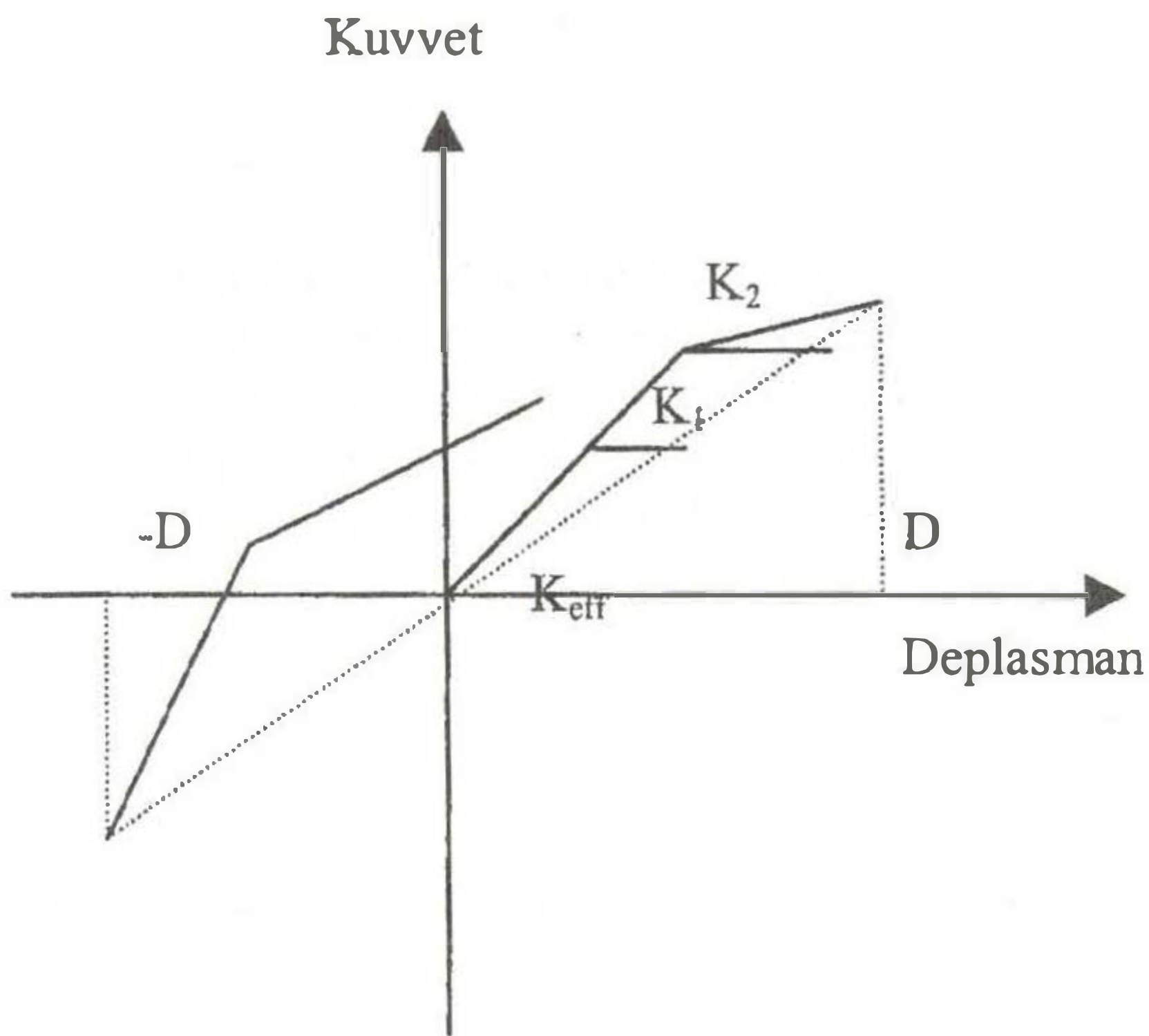
$$T_{eff} = 2\pi / W$$

olarak tanımlanır. Etkili sönüm $\beta_{eff} D \geq D_y$ olmak üzere,

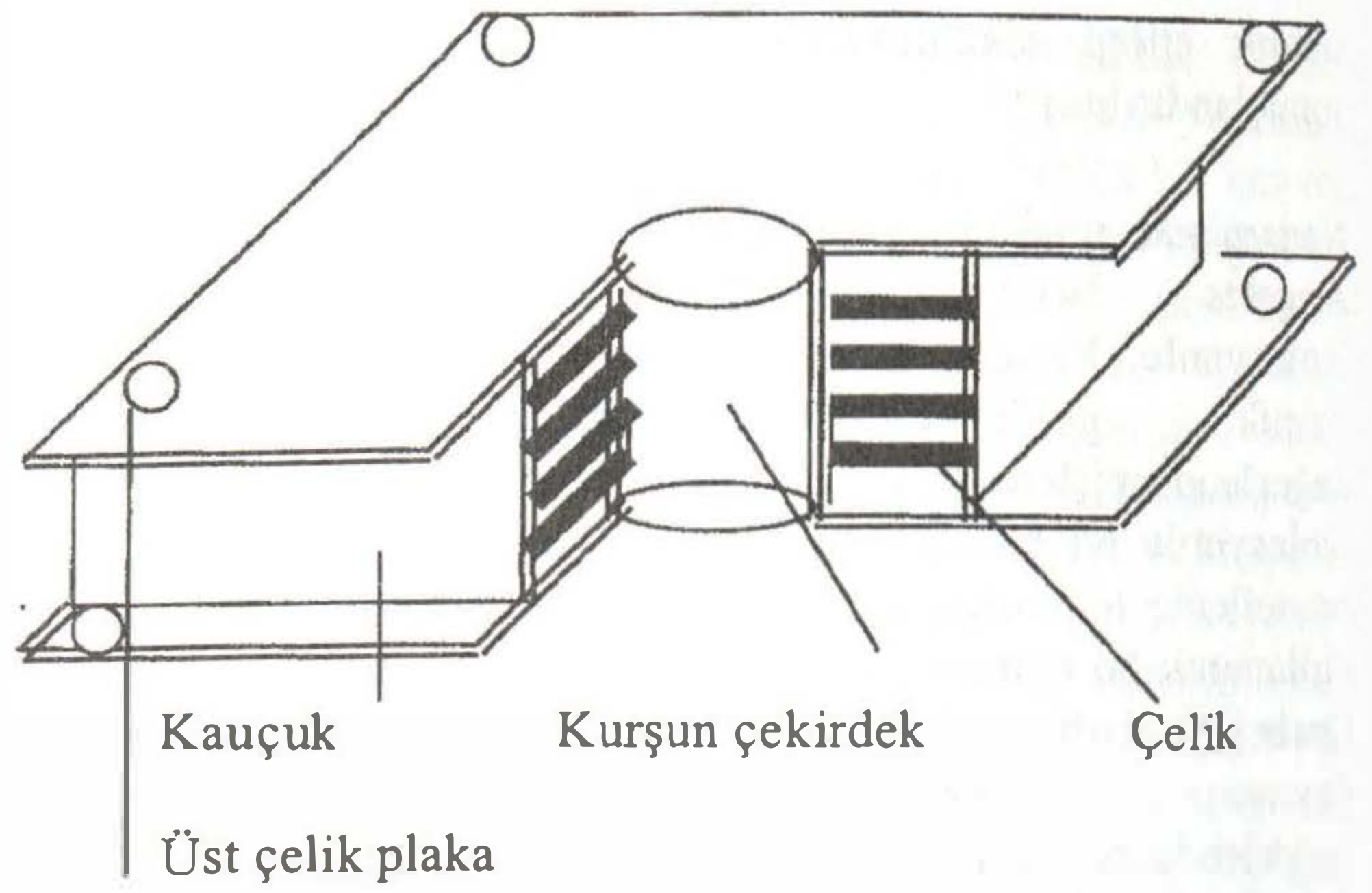
$$\beta_{eff} = 4Q(D - D_y) / 2\pi(K_2 D + Q)D \quad (4)$$

şeklinde yazılır.

Yataklamaların davranışı, deprem uyarımları altındaki yapı davranışına bağlı olarak tüm davranışı etkileyecek bir çok parametreye bağlıdır. Bir kurşun kauçuk yataklamanın performans faktörü; kuvvet yer değiştirme ilişkisinin çevrimi alanının, iki yönlü doğrusal davranış gösterdiği kabul edilen paralelkenarın dış çember alanına oranı olarak tanımlanır. Bir deneysel çalışmada, King tarafından 0,67 'lik bir performans faktörü önerilmiştir. Performans faktörü genellikle yataklamanın detaylarına bağlıdır. Bununla beraber, daha önceki analizlerin çoğu bu tip yataklamalarda kuvvet - yerdeğiştirme için iki yönlü doğrusal davranış kabulü gözönüne alınmıştır. Bu kabul aygıtla sönümlenen enerjinin değerinin artmasını sağlar [8].



Şekil 1. Kurşunlu Kauçuk İzolatörlerin Kuvvet - Yer Değiştirme Eğrisi



Şekil 2. Kurşunlu Kauçuk Mesnet Sisteminin Kesiti ve Elemanları

II. ÇALIŞMANIN AMAÇ VE KAPSAMI

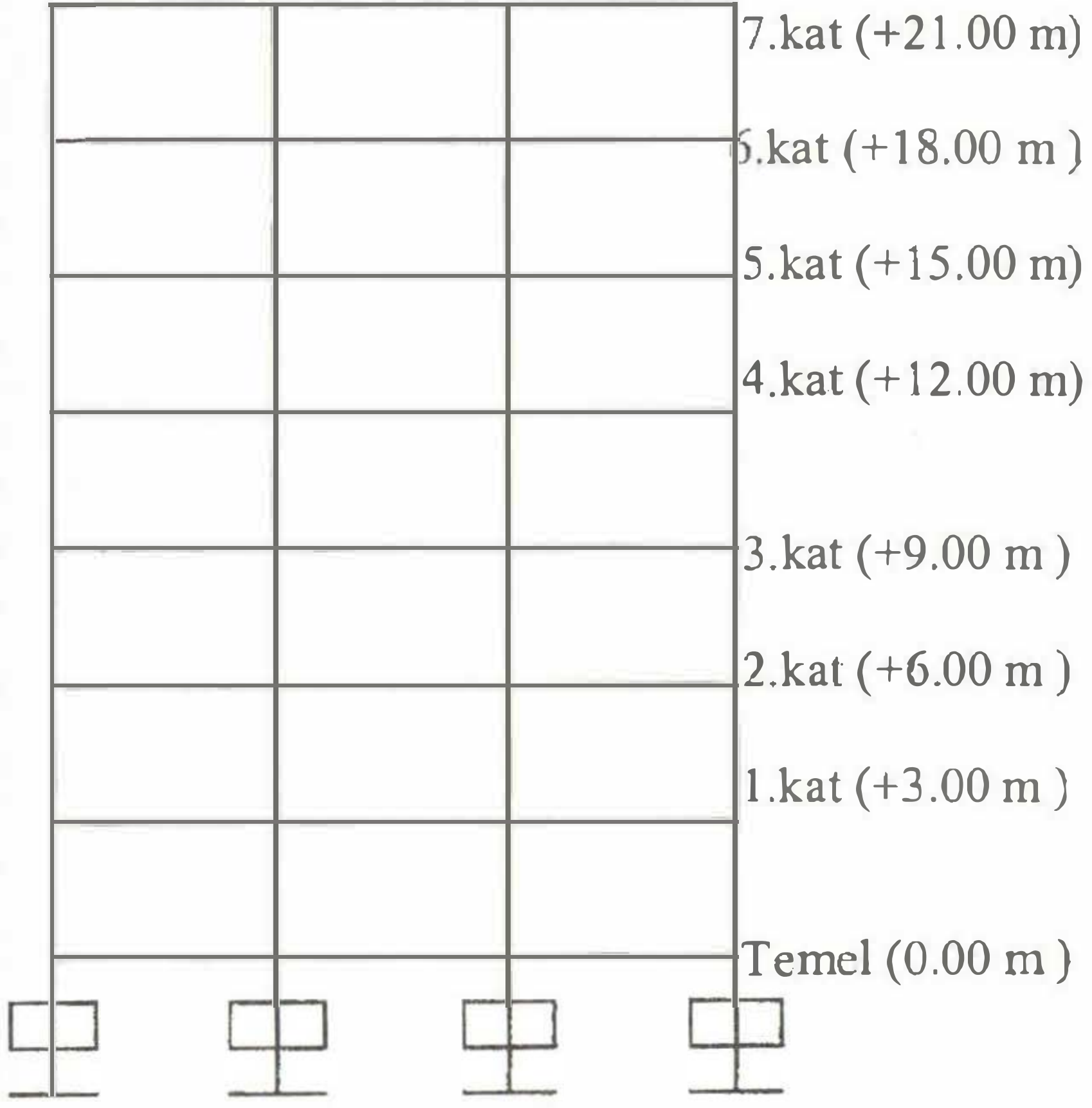
Mühendislik yapıları, hafif depremlerde hasar görmeyecek şekilde, orta depremlerde ise yapıda meydana gelen hasarların onarılabilecek nitelikte olmasına izin verilecek şekilde projelendirilebilir. Çok şiddetli depremlerde ise yapı hasar görebilir ancak göçmeyecek ve ayrıca can kayıpları olmayacak şekilde projelendirilmesi temel prensibidir. Bu nedenle güçlü depremlerin yıkıcı etkilerinden yapıyı korumak deprem mühendisliğinin ve araştırmacıların amacı olmaktadır.

Zemin ile yapı arasındaki etkileşimden dolayı yapı depremden çok çabuk etkilenmektedir. Zemin ile yapı arasındaki etkiyi azaltmak ve pasif kontrol sistemlere sayısal uygulama olması amacıyla seçilen ve Şekil 3 'de kesiti verilen 7 katlı ve üç boyutlu bir binanın analizleri üç ayrı taban izolasyonu ve ankastre tabanlı olarak yapılmıştır. Bu modeller birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Tüm kolon kesitleri 50/50 cm, tüm kiriş kesitleri ise 30/60 cm olarak ön boyutlandırılmıştır. Tüm katlarda döşeme kalınlığı 15 cm alınmıştır.

Dinamik analizde yer hareketi olarak 18 Mayıs 1840 tarihinde meydana gelen El Centro depreminin kuzey-güney bileşeni kullanılmıştır. El Centro depreminin zaman artımı 0,01 sn dir. Deprem hareketin binaya x doğrultusunda etkidiği varsayılmıştır. Dinamik analizler SAP 2000 Nonlineer 6.11 versiyonu paket programında Zaman artımı (Time History) yöntemi kullanılarak yapılmış ve özvektörler için mod sayısı 7 seçilmiştir. Her bir mod için ise binanın sönüm oranı 0,05 olarak alınmıştır.

Bu sayısal uygulamada, içerisinde kurşun silindirik çekirdek bulunan çelik tabakalar arasına vulkanizlenmiş kauçuk tabakalarından oluşan üç farklı mekanik özelliğe sahip Yeni Zelanda mesnet sistemi

olarak adlandırılan kauçuk mesnet sistemi kullanılmıştır.



Şekil 3. Üç boyutlu binanın kesiti

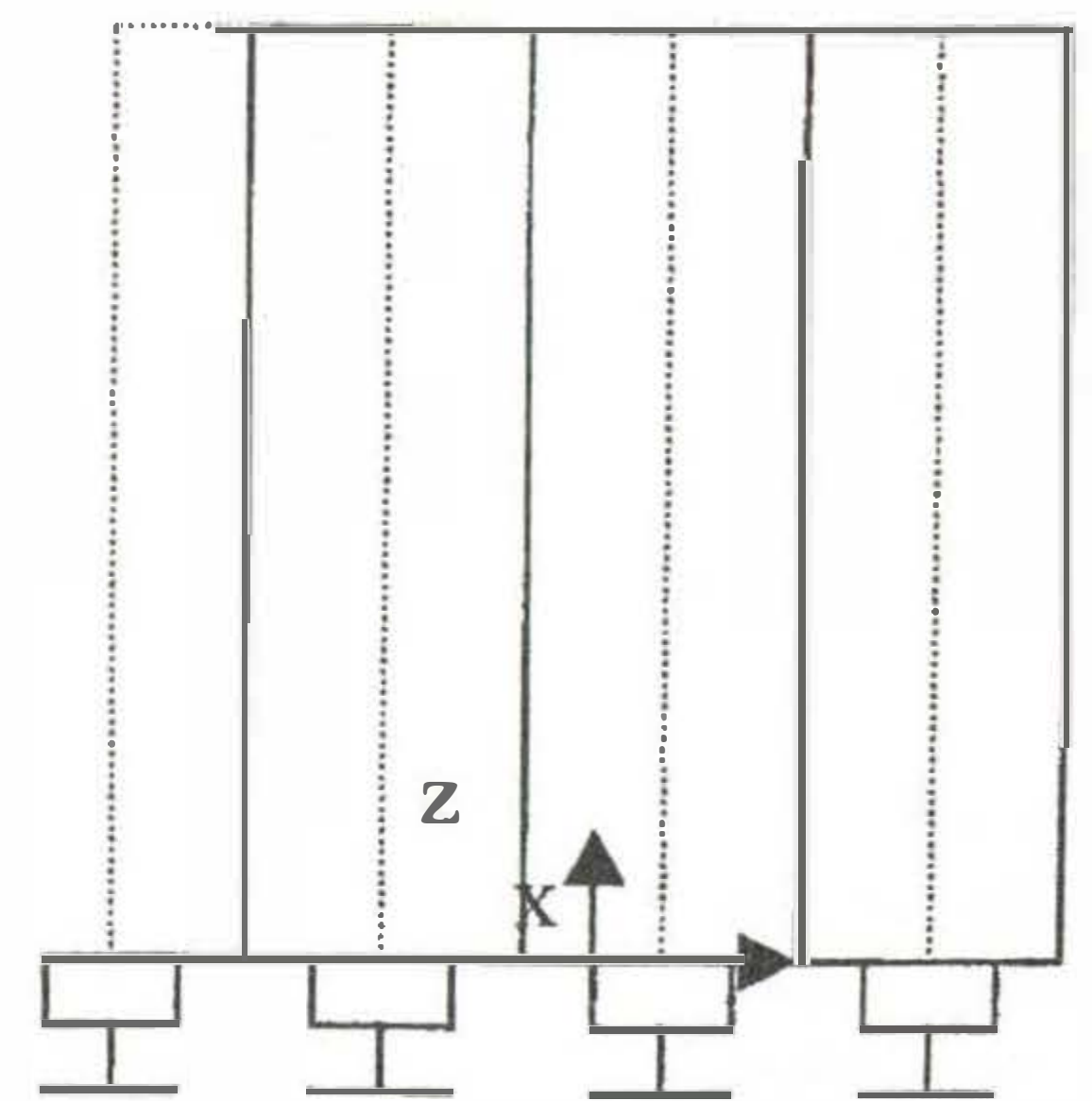
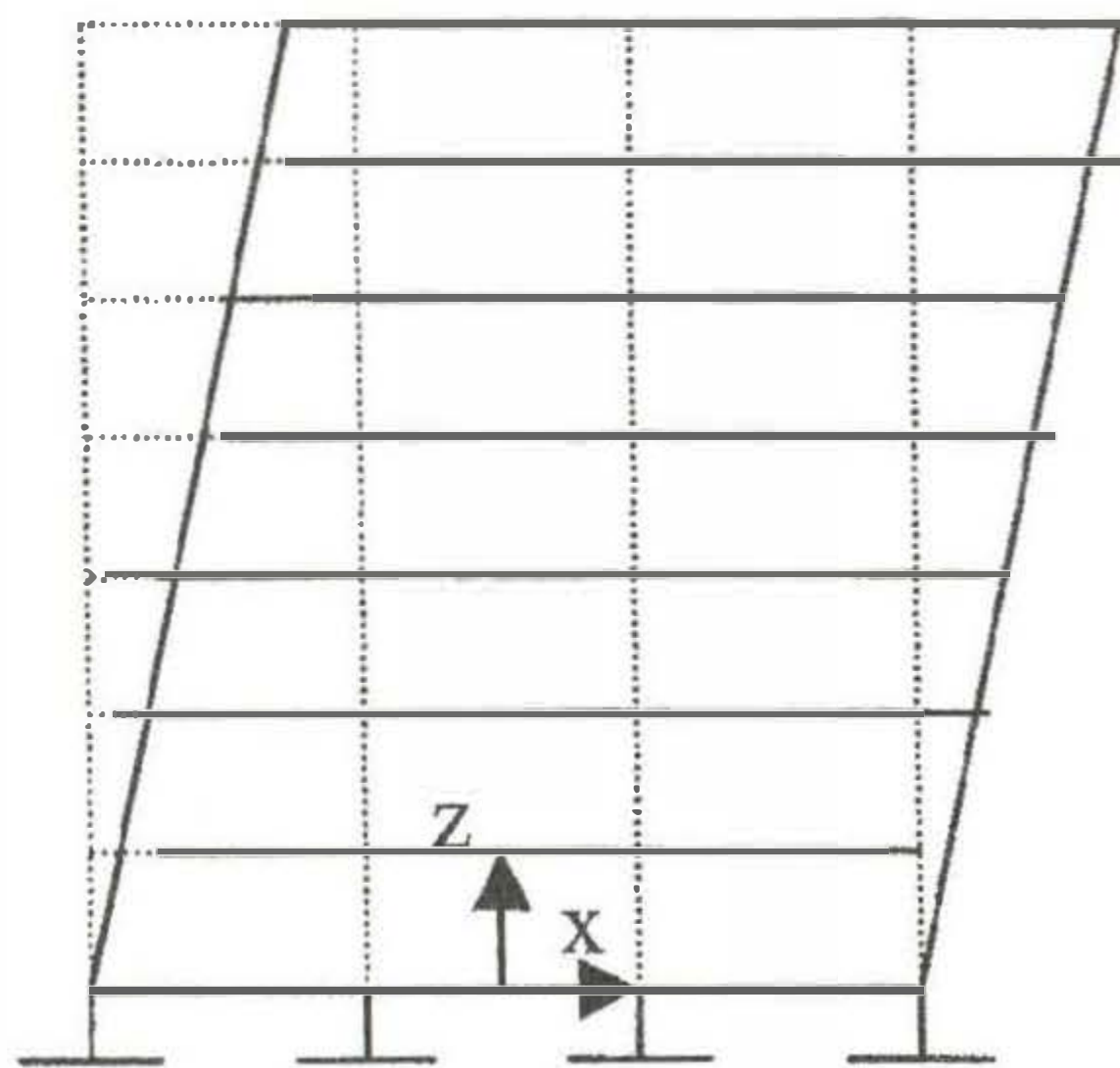
Kauçuk mesnet sistemlerin özellikler Tablo 1 de gösterilmiştir.

Tablo 1. Kauçuk Mesnetlerin Karakteristik Özellikleri

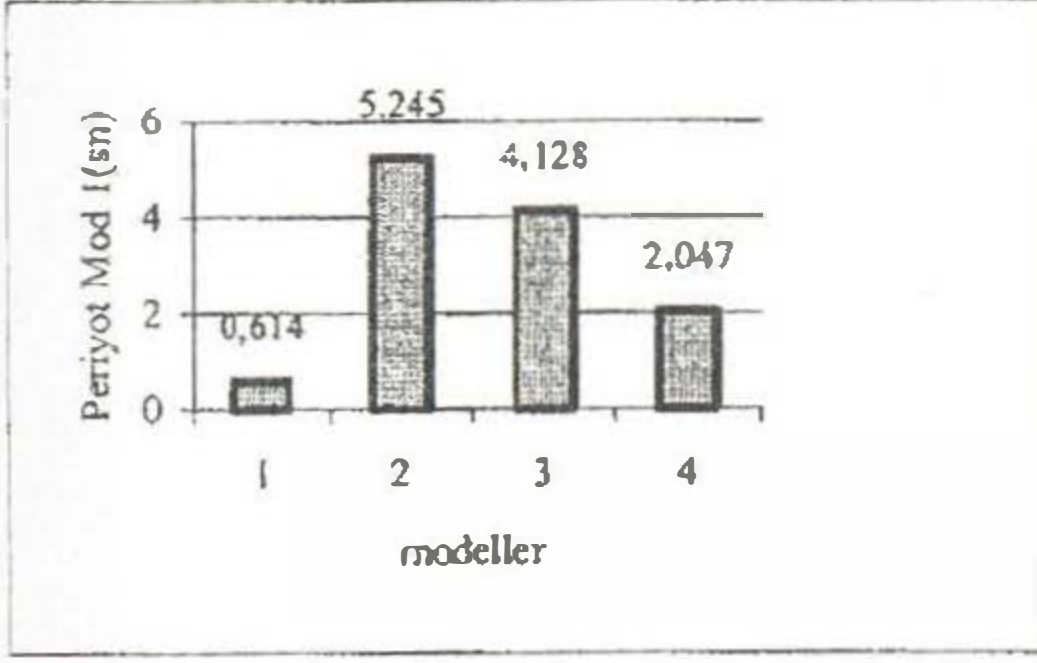
	Kütle (kg)	Elastik Rijitlik (kN/m)	Plastik Rijitlik (kN/m)	Akma Seviyesi (kN)	Akma Kuvveti (kN)	Etkili Rijitlik (kN/m)	PlastikR/ElastikR. Oranı
Kauçuk Mesnet 1	338,33	3469	448	20,04	24,49	10536,7	0,129
Kauçuk Mesnet 2	274,08	5630	448	20,04	24,49	17100,9	0,080
Kauçuk Mesnet 3	254,32	24490	448	20,04	24,49	24490,0	0,018

Tablo 2. Grafiklerde kullanılan modellerin isimlendirilmesi

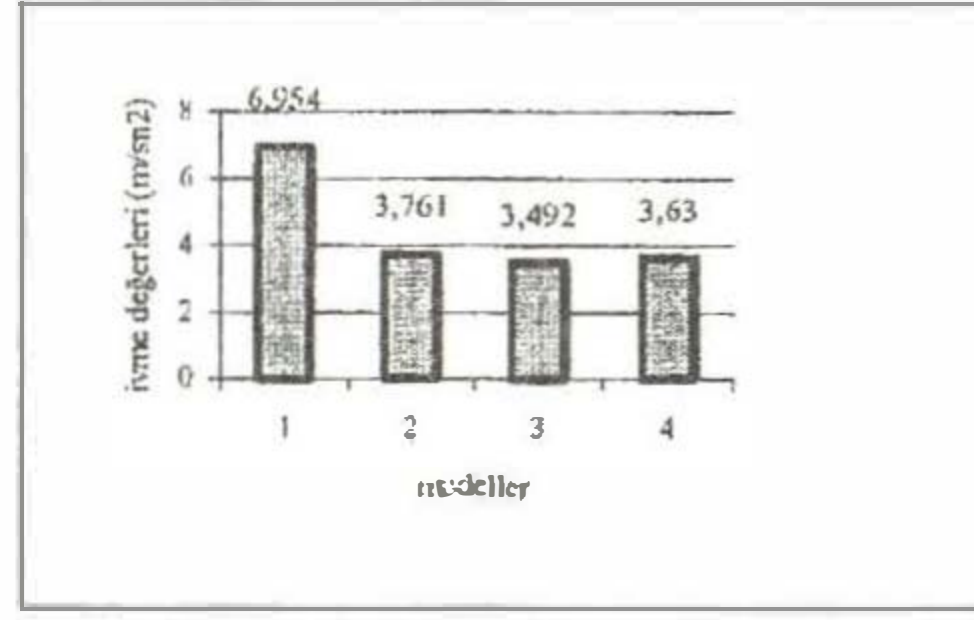
1	Ankastre Mesnetli Klasik Yapı
2	Kauçuk 1 tipi kullanılarak tabanı izole edilmiş bina yapısı
3	Kauçuk 2 tipi kullanılarak tabanı izole edilmiş bina yapısı
4	Kauçuk 3 tipi kullanılarak tabanı izole edilmiş bina yapısı



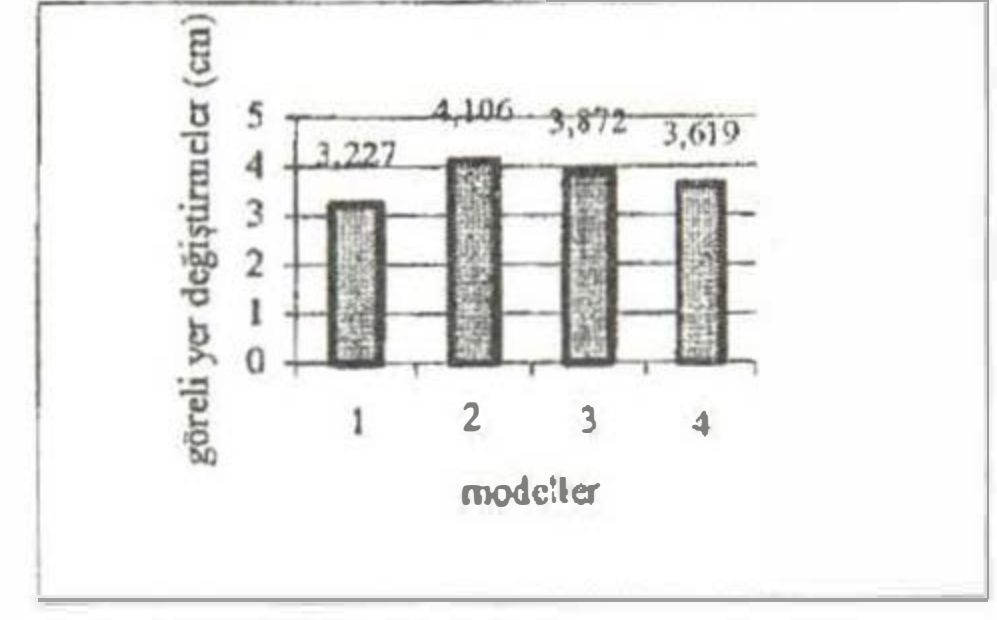
Şekil 4. 7 katlı yapıda a-) Ankastre Mesnetli Yapı b-) Kauçuk Mesnetli Yapı



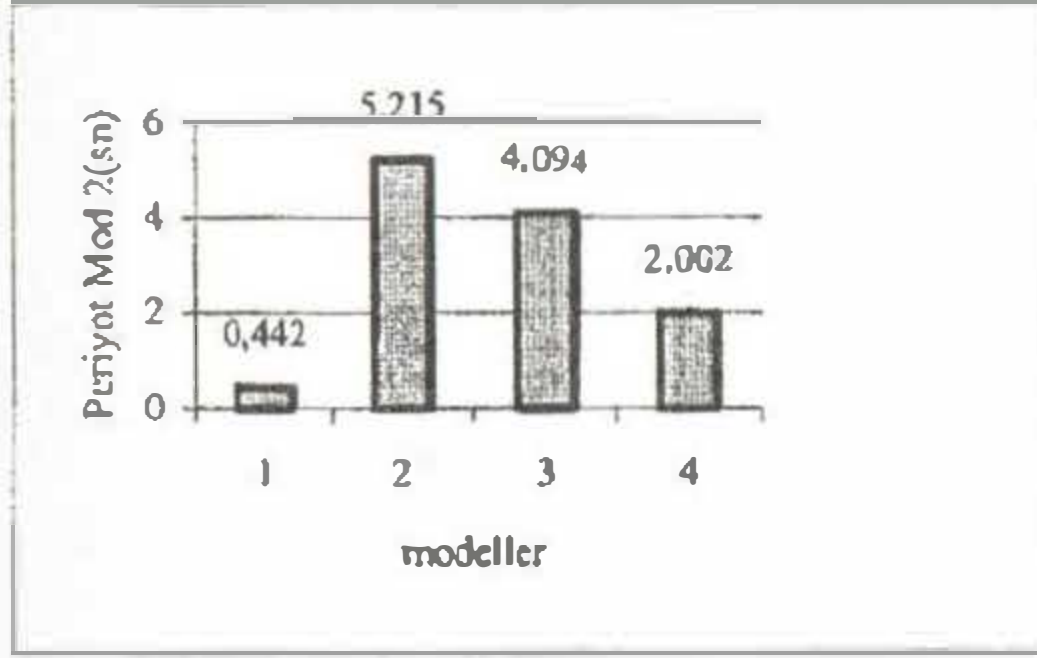
Şekil 5. Yapının 1.Moduna Ait Periyot



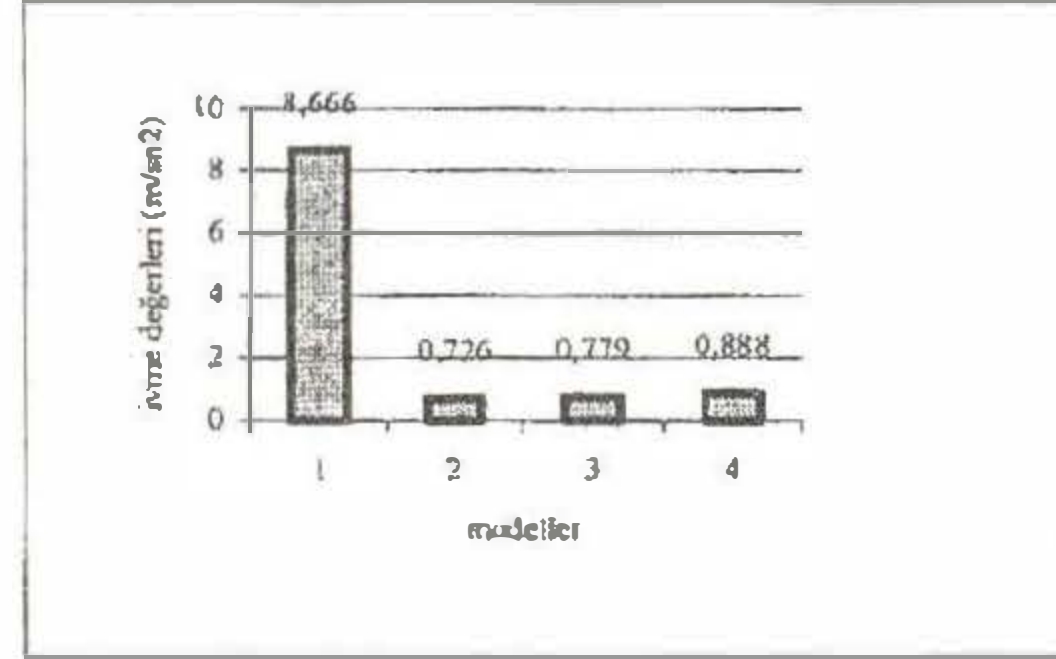
Şekil 9. Yapının En Üst Katında X Eksenini Yönündeki Maksimum İvme



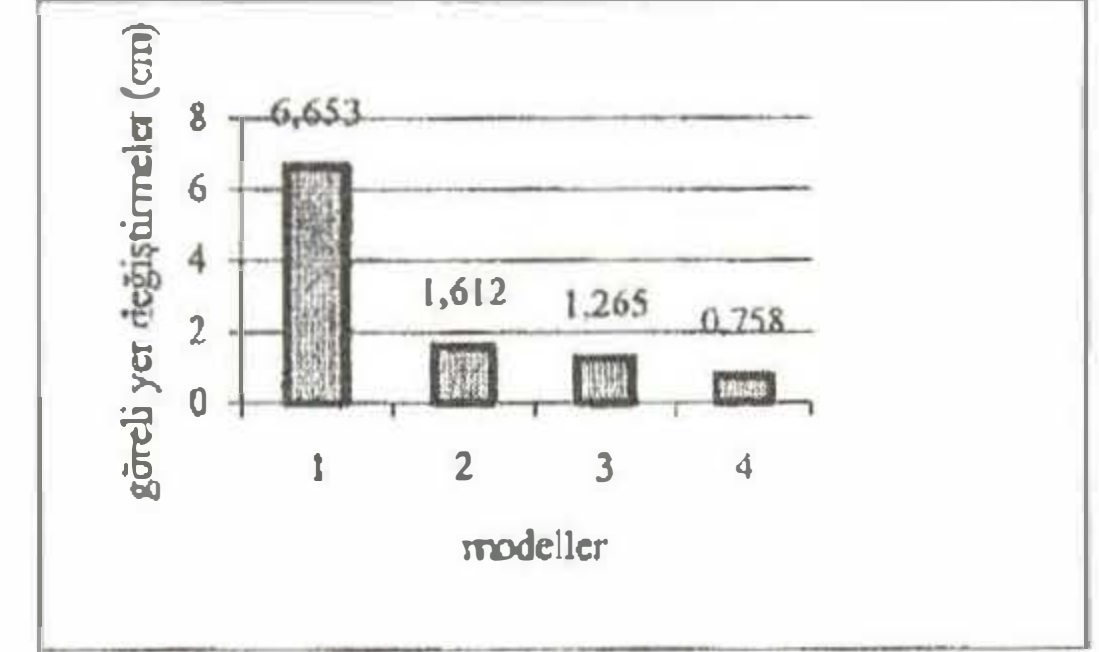
Şekil 13. Yapının En Üst Katında X Eksenini Yönündeki Görelî Yer Değıştirme



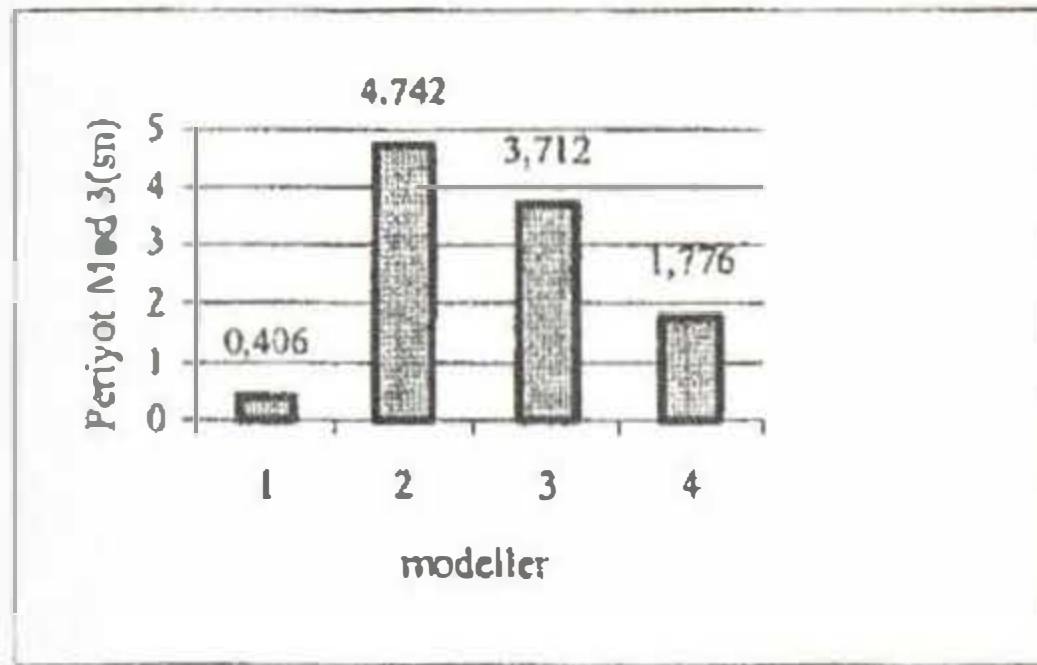
Şekil 6. Yapının 2. Moduna Ait Periyot



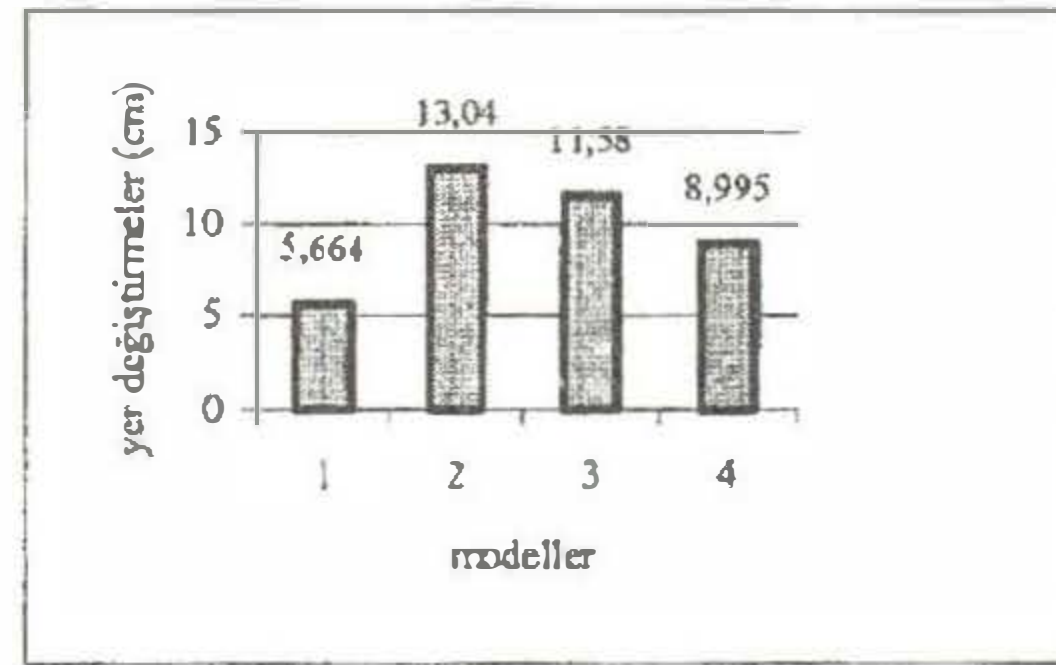
Şekil 10. Yapının En Üst Katında Y Eksenini Yönündeki Maksimum İvme



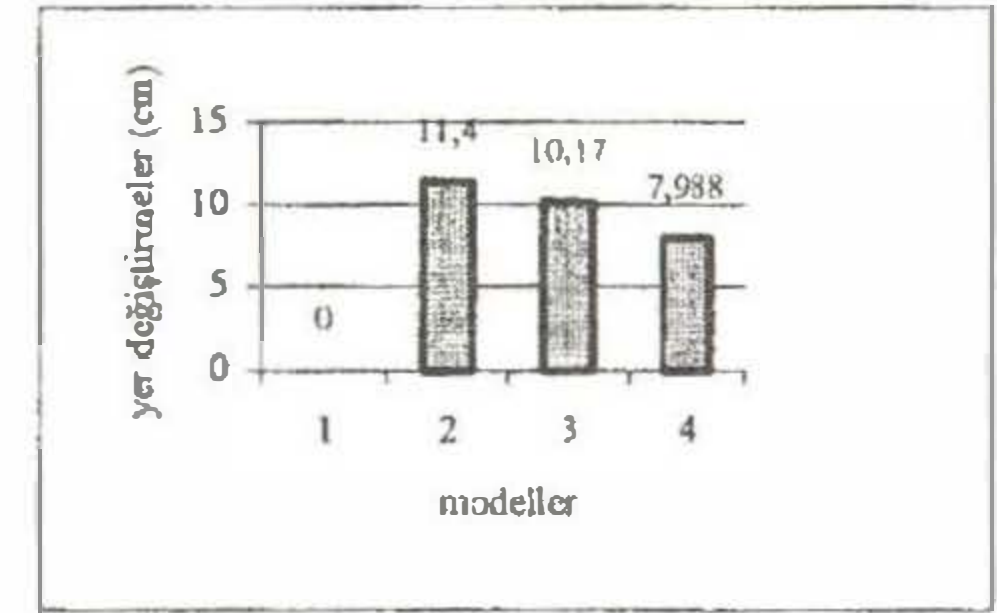
Şekil 14. Yapının En Üst Katında Y Eksenini Yönündeki Görelî Yer Değıştirme



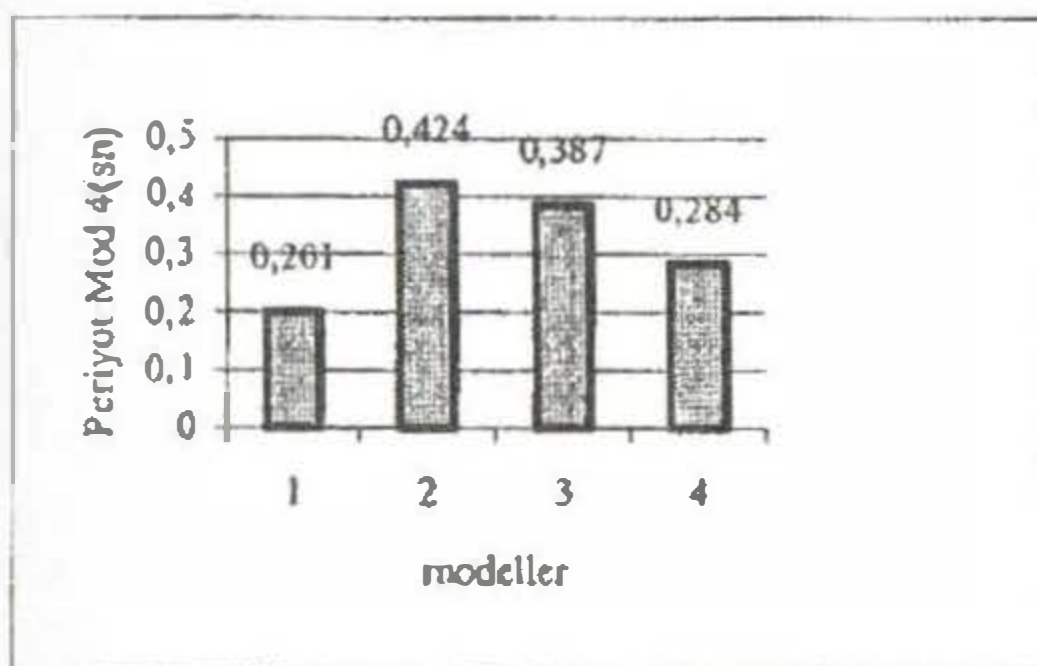
Şekil 7. Yapının 3. Moduna Ait Periyot



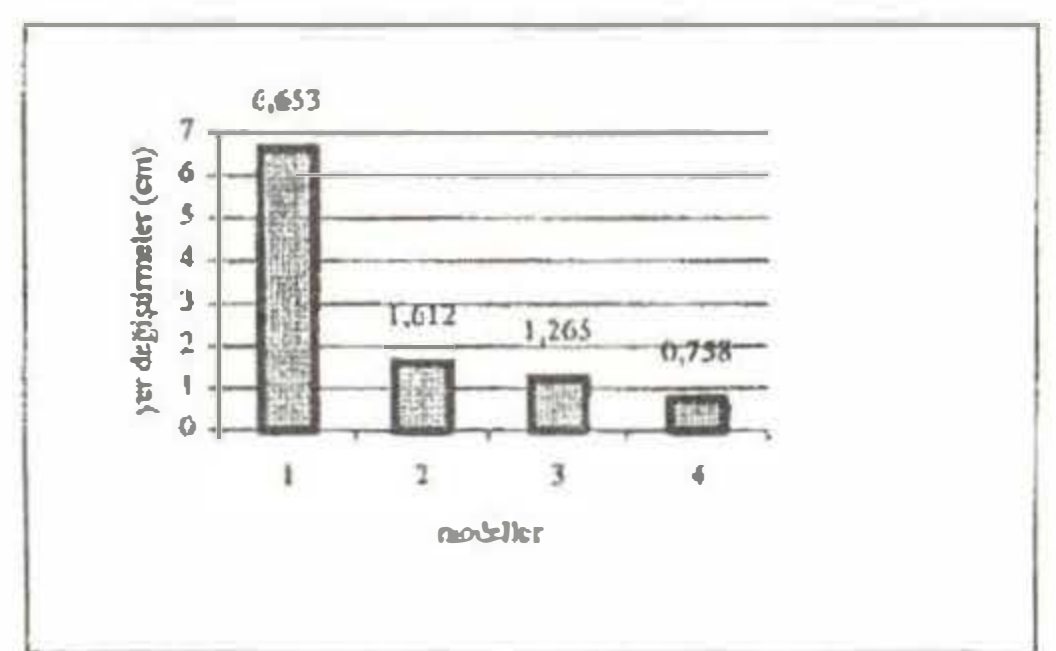
Şekil 11. Yapının En Üst Katında X Eksenini Yönündeki Maksimum Yer Değıştirme



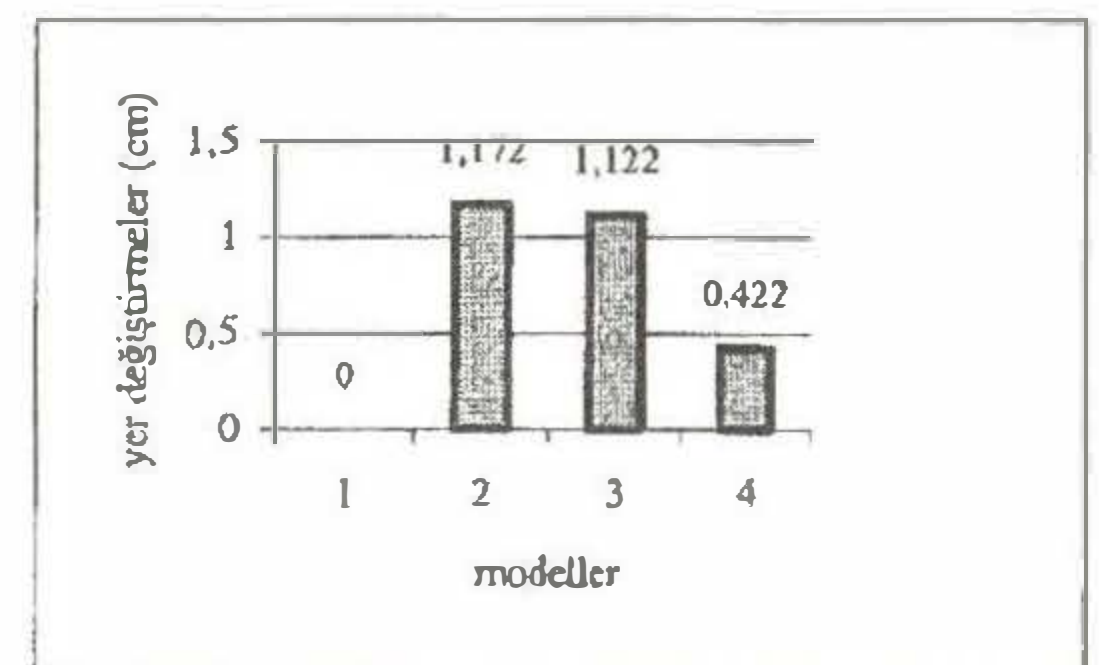
Şekil 15. Yapının Temel Seviyesinde X Eksenini Yönündeki Maksimum Yer Değıştirme



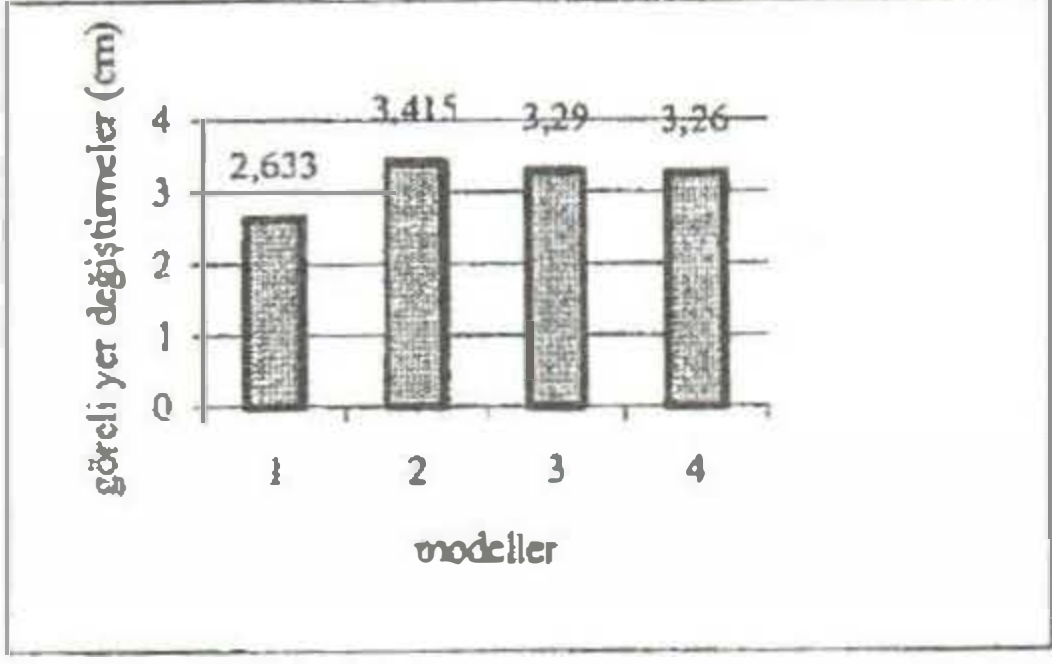
Şekil 8. Yapının 4. Moduna Ait Periyot



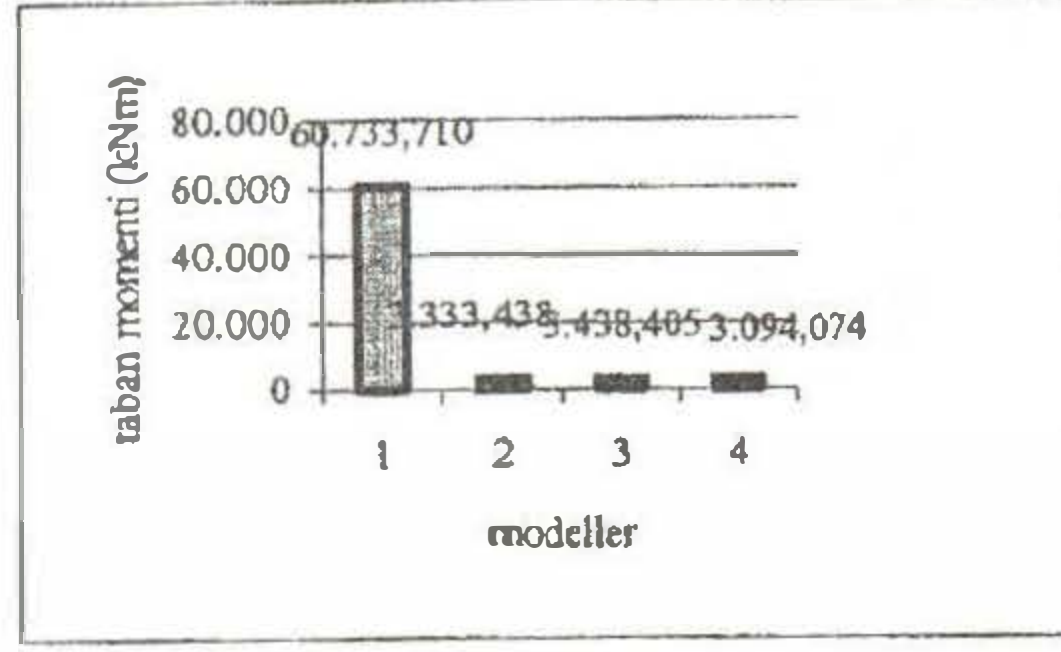
Şekil 12. Yapının En Üst Katında Y Eksenini Yönündeki Maksimum Yer Değıştirme



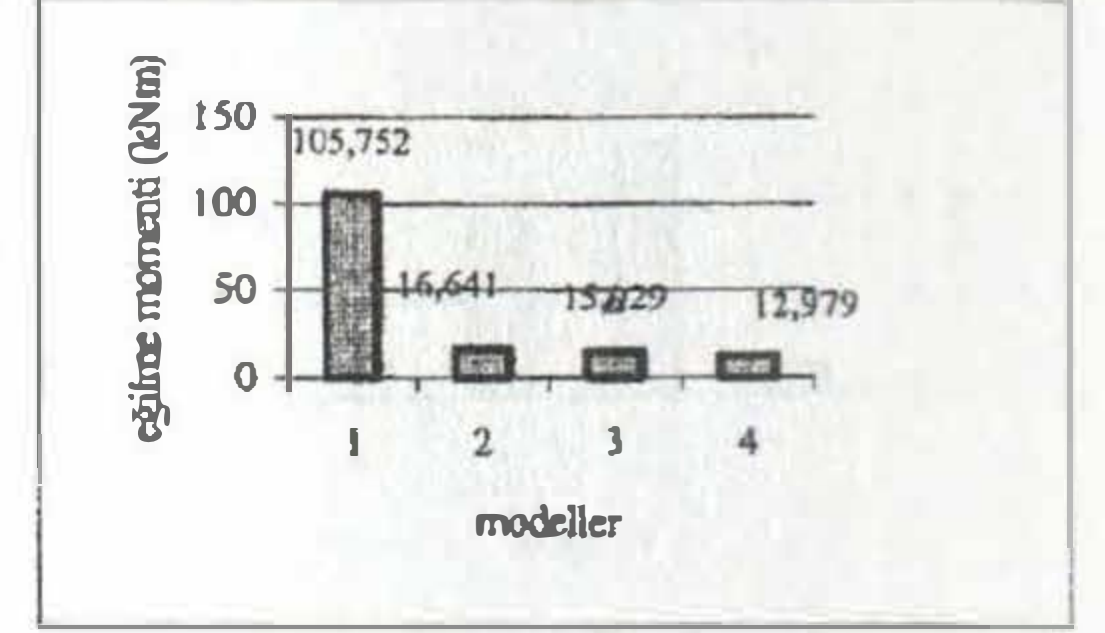
Şekil 16. Yapının Temel Seviyesinde Y Eksenini Yönündeki Maksimum Yer Değıştirme



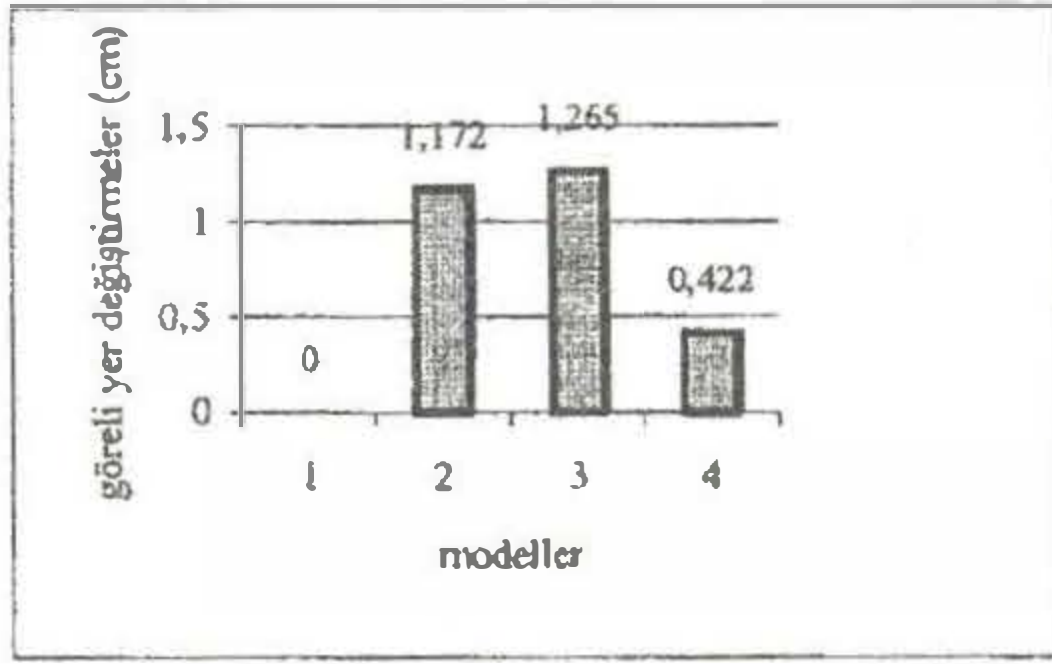
Şekil 17.Yapının Temel Seviyesinde X Eksenî Yönündeki Görelî Yer Değiştirme



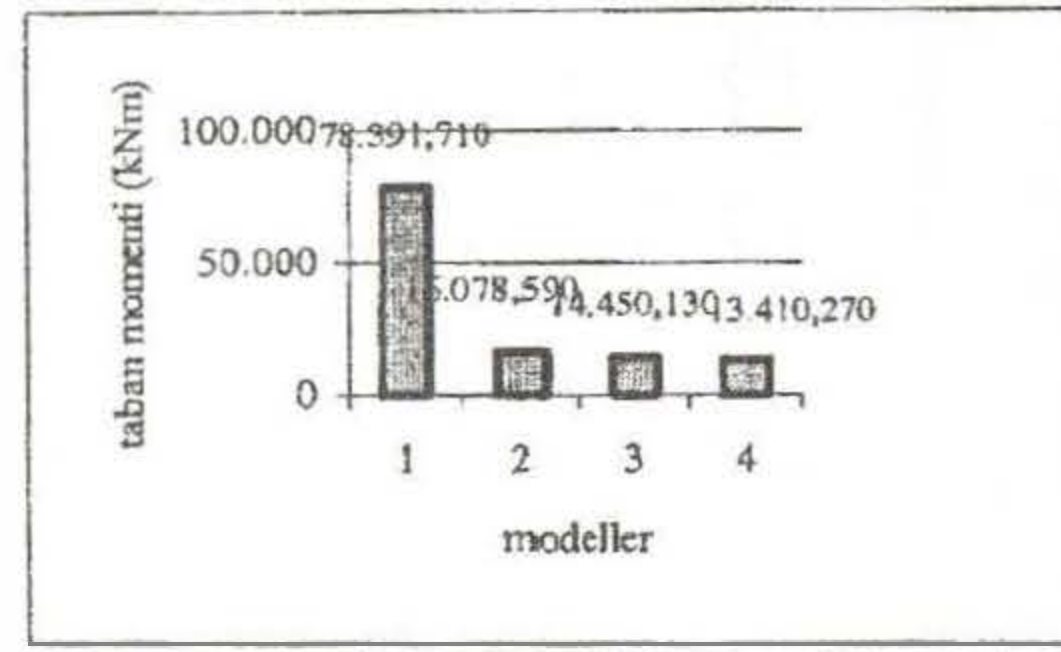
Şekil 21. Yapının X Eksenî Yönündeki Maksimum Taban Momenti



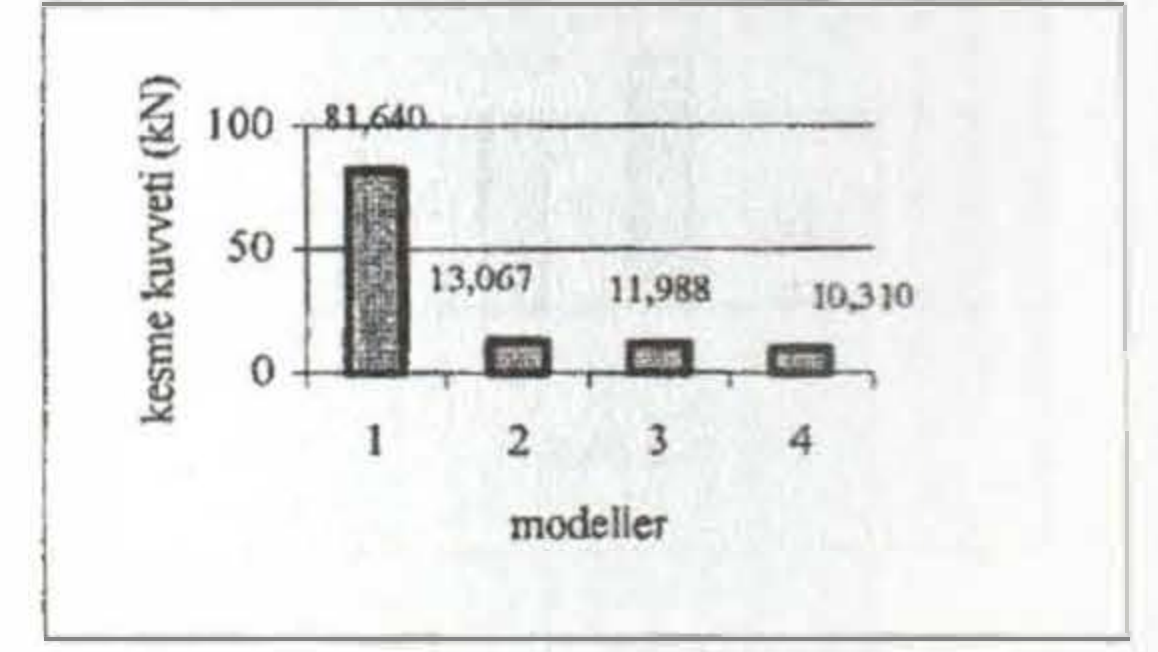
Şekil 25. Yapının En Üst Katında Bir Kolonun 2-2 Doğrultusunda Eğilme Momenti



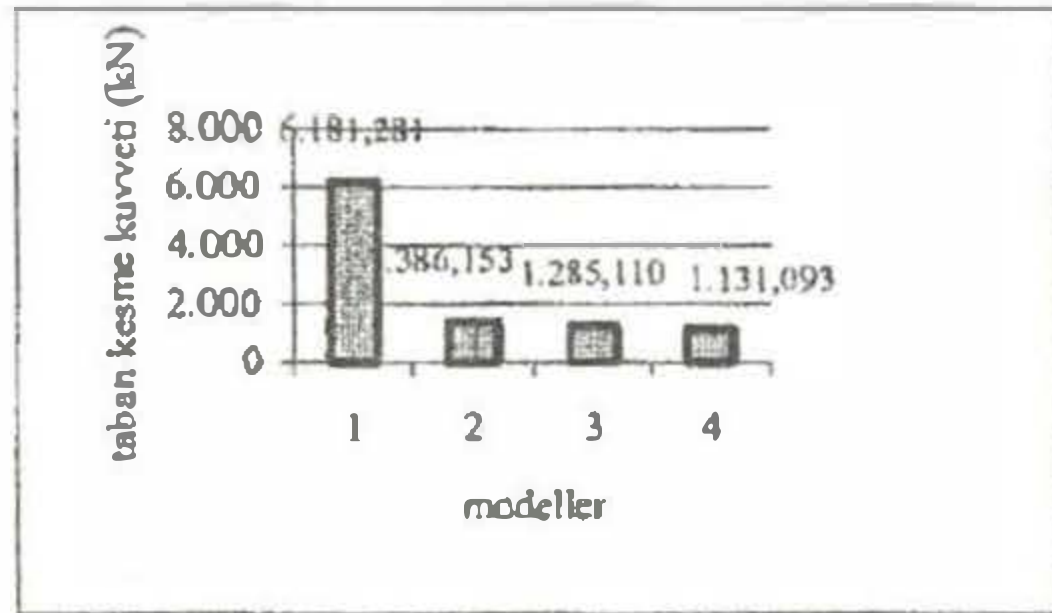
Şekil 18. Yapının Temel Seviyesinde Y Eksenî Yönündeki Görelî Yer Değiştirme



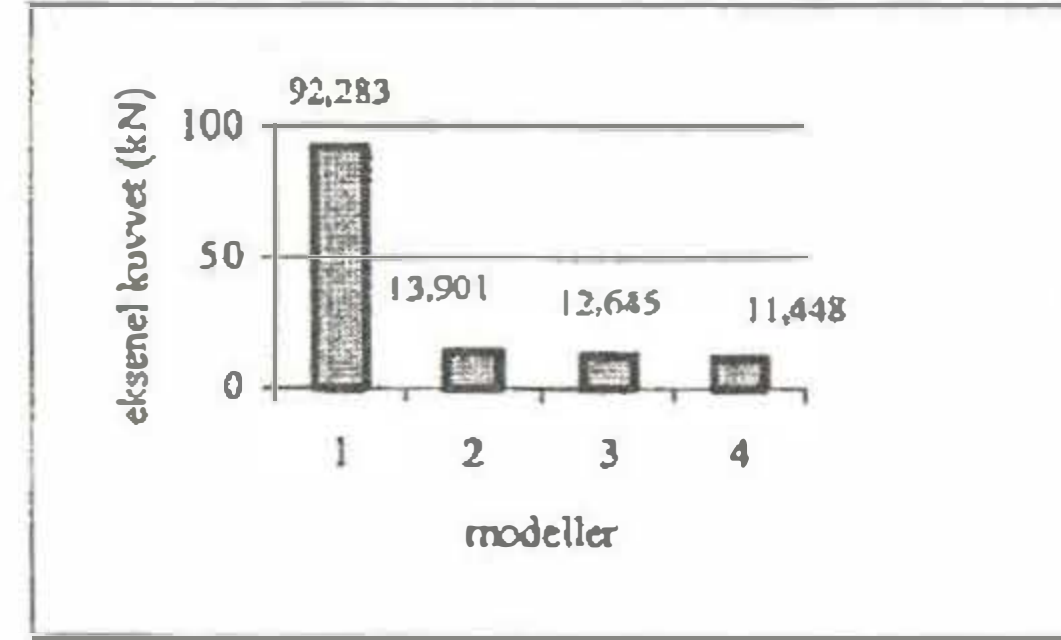
Şekil 22. Yapının Y Eksenî Yönündeki Maksimum Taban Momenti



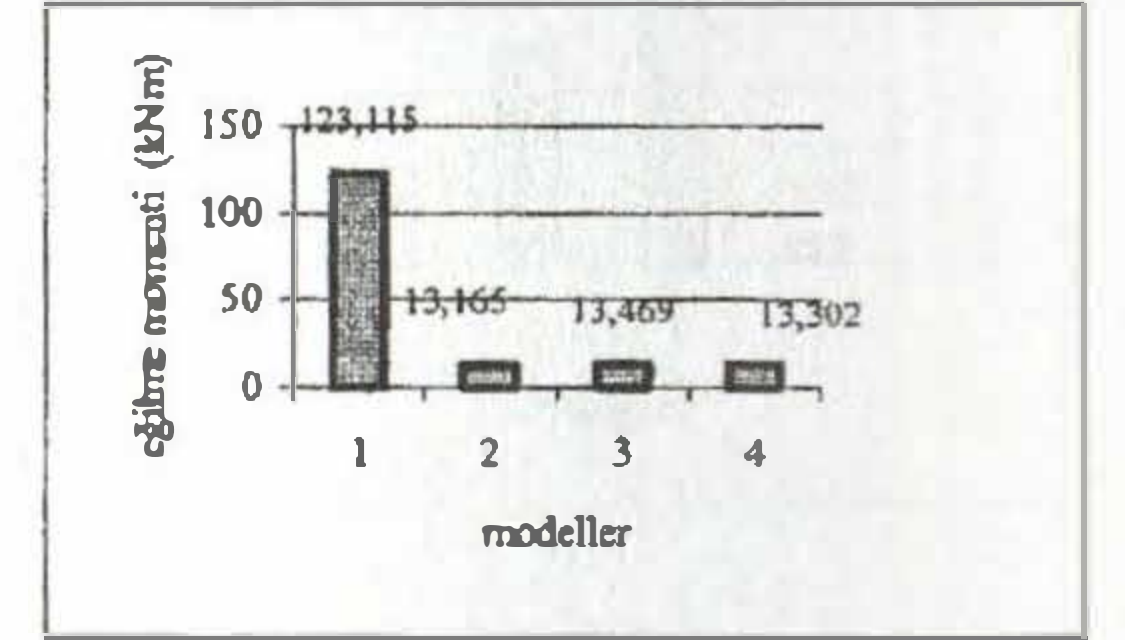
Şekil 26.Yapının En Üst Katında Bir Kolonun 3-3 Doğrultusunda Kesme Kuvveti



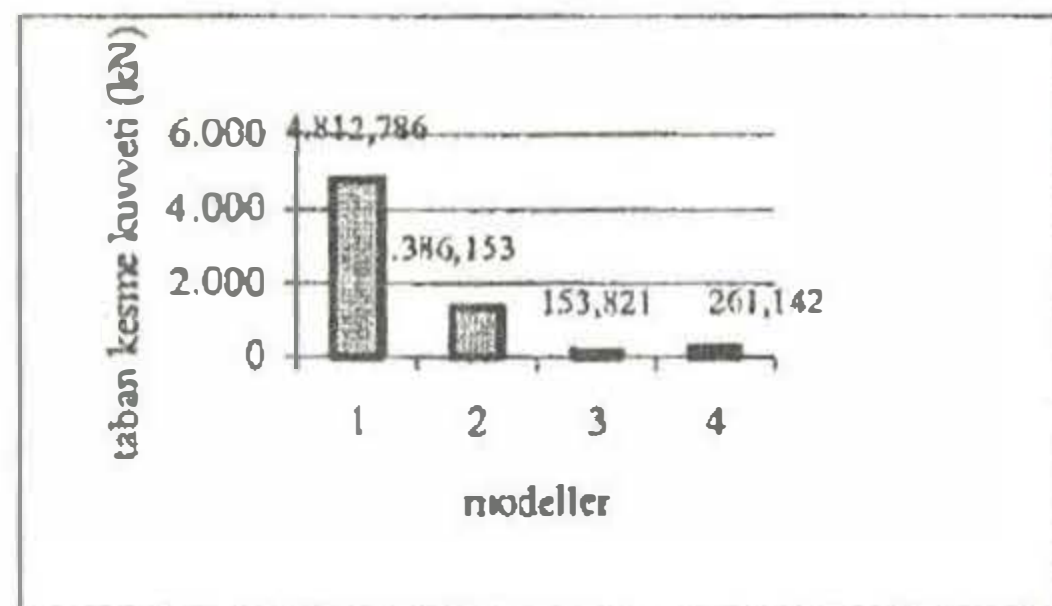
Şekil 19.Yapının X Eksenî Yönündeki Taban Kesme Kuvveti



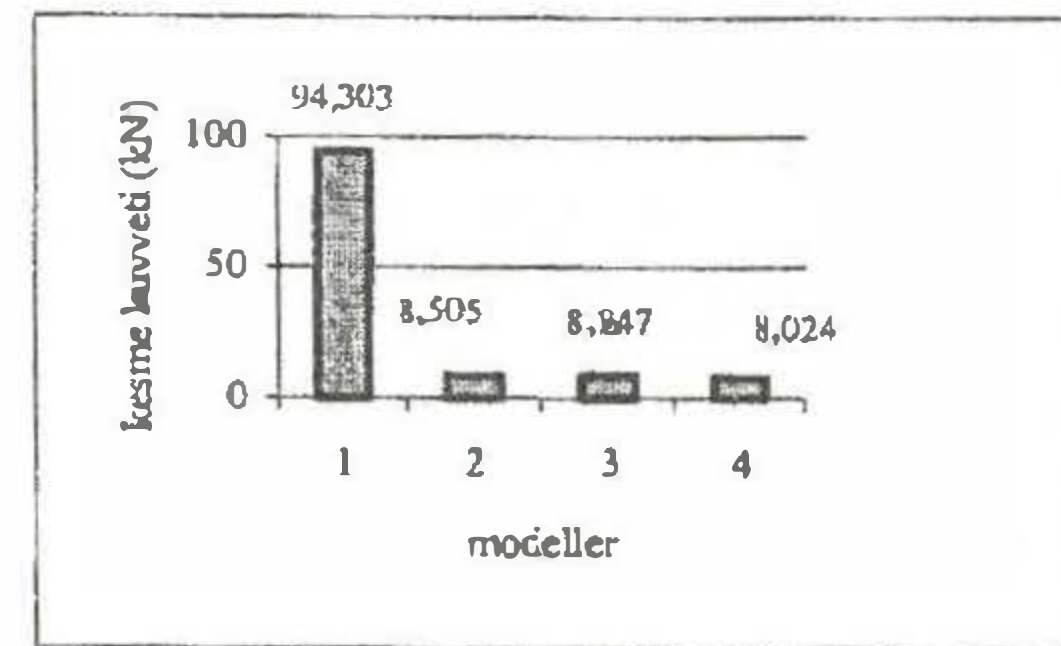
Şekil 23.Yapının En Üst Katında Bir Kolonun Eksenel Kuvveti



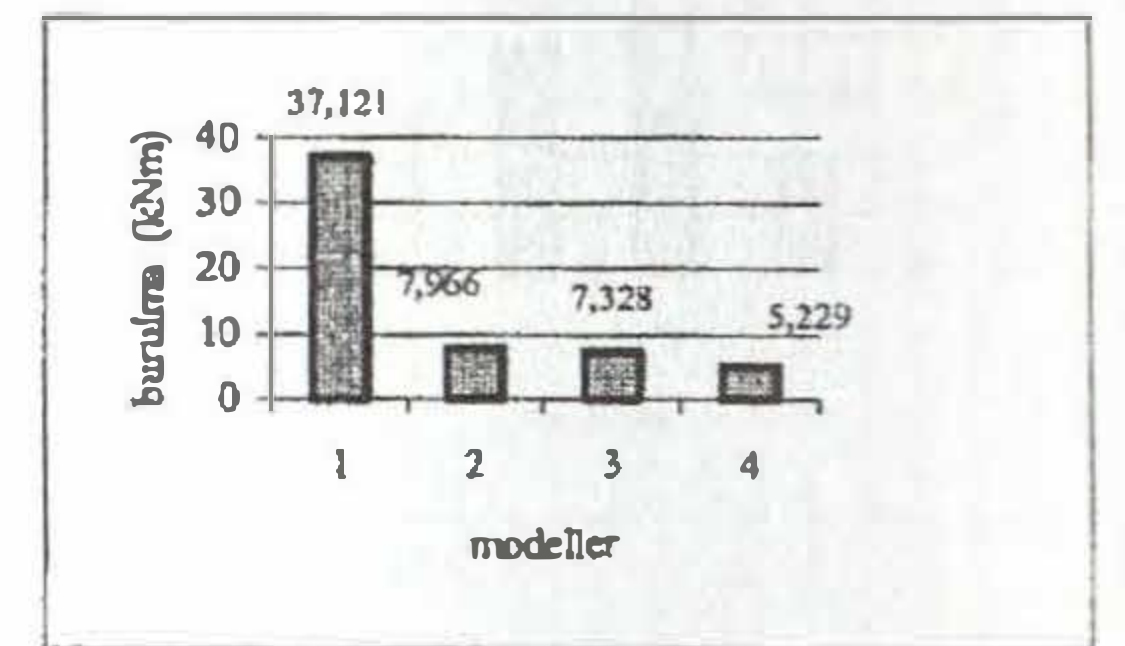
Şekil 27. Yapının En Üst Katında Bir Kolonun 3-3 Doğrultusundaki Eğilme Momenti



Şekil 20. Yapının Y Eksenî Yönündeki Taban Kesme Kuvveti



Şekil 24. Yapının En Üst Katında Bir Kolonun 2-2 Doğrultusunda Kesme Kuvveti



Şekil 28. Yapının En Üst Katında Bir Kolonun Burulması

III .GENEL SONUÇLAR

Bu çalışma da elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır :

1. 7 katlı yapı sisteminde El Centro depremi ivmesi etkisinde yapının periyodu, taban izolasyonlu olması durumunda, ankastre mesnetli olmasına durumuna göre yaklaşık 8 kat artmaktadır. Ancak yapı periyodu farklı izolasyon tiplerinde kauçuğun rijitliği artırıldıkça giderek azalmaktadır.
2. 7 katlı yapı sisteminde El Centro depremi ivmesi etkisinde kullanılan düşük ,orta ve yüksek rijitlikli kauçuk mesnet sistemler , yapı sisteminin ankastre mesnetli uygulamasına göre üst yapının x eksenindeki ivme etkisini sırasıyla % 46, % 50 ve % 48 oranlarında azaltmışlardır.
3. 7 katlı yapı sisteminde binanın en üst katında x doğrultusundaki maksimum yer değiştirme 13,04 cm olmuştur. Düşük rijitlikli kauçuk mesnet sistemine göre orta rijitlikli kauçuk mesnet sisteminde, yer değiştirmede % 11 oranında, yüksek rijitlikli kauçuk mesnet sisteminde ise % 31 oranında azalma görülmüştür. Yapı ankastre mesnetli modele göre ise yaklaşık %130 oranında artan bir yer değiştirme göstermiştir. Yapı sisteminin temel seviyesinde ise maksimum yer değiştirme 11,4 cm olmuştur. Orta rijitlikli kauçuk mesnet sisteminde yer değiştirmede, düşük rijitlikli kauçuk mesnet sistemine göre % 11 oranında; yüksek rijitlikli kauçuk mesnet sisteminde ise % 30 oranında bir azalma görülmüştür.
4. 7 katlı yapı sisteminde x doğrultusunda binanın en üst katındaki göreceli yer değiştirme düşük rijitlikli kauçuk mesnet sisteminde ankastre mesnetli modele göre yaklaşık % 27 'lik bir artış göstermiştir. Orta ve yüksek rijitlikli kauçuk mesnet sisteminde ise bu artış % 20 ve %12 oranlarında olmuştur. Yapının temel seviyesinde ise kauçuk mesnet sistemlerindeki bu değişim ankastre mesnetli modele göre düşük , orta ve yüksek rijitlikli kauçuk için sırasıyla % 30 , % 25 ve % 24 oranında olmuştur.
5. 7 katlı yapı sisteminin x doğrultusundaki taban kesme kuvveti ankastre mesnetli modele göre ; düşük ,orta ve yüksek rijitlikli kauçuk mesnet sisteminde sırasıyla % 77, % 79 , % 82 oranlarında azalmıştır.
6. 7 katlı yapı sisteminin x doğrultusundaki maksimum taban momenti ankastre mesnetli modele göre düşük , orta ve yüksek rijitlikli

kauçuk sistemlerinde sırasıyla % 95, %94 ve % 95 oranlarında azalmalar görülmüştür.

7. 7 katlı yapı sisteminin en üst katında bulunan bir kolonun 2-2 doğrultusundaki kesme kuvvetlerinde kauçuk mesnetli sistemlerde ankastre mesnetli sisteme göre maksimum % 91 oranında; 2-2 doğrultusundaki eğilme momentinde ise düşük, orta ve yüksek rijitlikli kauçuk sistemlerde sırasıyla % 84, %86 ve %88 oranında azalmalar görülmüştür.

KAYNAKLAR

- [1] ALDEMİR , U. , BAKIOĞLU , M. , and AKHIEV , S. , S. , “ Optimal Control of Linear Buildings Under Seismic Excitations ” , Earthquake Engineering and Structural Dynamics , Volume 30 , pp 835 – 851 , Istanbul , Turkey , 2001
- [2] CHALHAUB , M. , S. , “ Sliders and Tension Controlled Reinforced Elastomeric Bearings Combined For Earthquake Isolation ” , Earthquake Engineering and Structural Dynamics ” , Vol 19 , pp 333 – 344 , U.S.A , 1990
- [3] M. ALI , H. , E. , ABDAL –GHAFFAR , A. M. , “ Modelling Of Rubber And Lead Passive Control Bearings For Seismic Analysis ” , Journal of Structural Engineering , Vol 121 , No 7 , pp 1134 – 1143 , U.S.A , 1995
- [4] NAGARAJAIAH , S. , and SUN , X. , “ Base Isolated FCC Buildings : Impact Response In Northridge Earthquake ” , Journal of Structural Engineering , Vol 127 , No 9 , pp 1063 – 1075 , Houston , U.S.A , 2001
- [5] SAMALI , B. , B. , YANG , J. , N. , and LIU , S. , C. , “ Active Control Of Seismic Excited Buildings ” , Journal of Structural Engineering , Vol 111 , No 10 , pp 2165 – 2179 , Washington , U.S.A , 1985
- [6] YANG , S. , N. , LI , Z. , DANIELIANS , A. and LIU , S. C. , “ Aseismic Hybrid Control Of Non Linear And Hysteretic Structures I ” , Journal of Engineering Mechanics , Vol 118 , No 7 , pp 1423 – 1439 , Washington , U.S.A , 1992
- [7] M. ALI , H. , E. , ABDAL –GHAFFAR , A. M. , “ Modelling Of Rubber And Lead Passive Control Bearings For Seismic Analysis ” , Journal of Structural Engineering , Vol 121 , No 7 , pp 1134 – 1143 , U.S.A , 1995