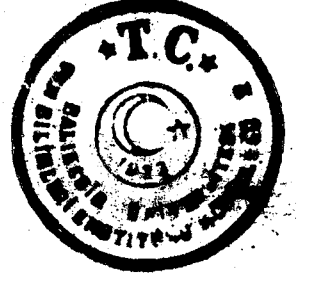


T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



BETONARME YAPILARIN MAYIS 1996'DA YAYINLANAN
DEPREM YÖNETMELİĞİNDE BELİRTİLEN METOTLARA GÖRE
DEPREM HESABI VE BİLGİSAYAR PROGRAMI

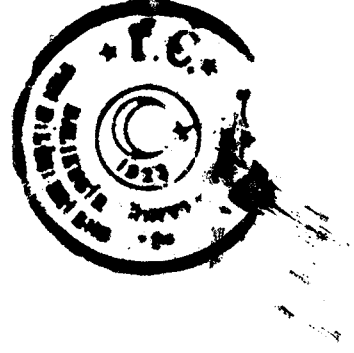
YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Altuğ YAVAŞ

69008

Balıkesir, Şubat-1998

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



BETONARME YAPILARIN MAYIS 1996'DA YAYINLANAN
DEPREM YÖNETMELİĞİNDE BELİRTİLEN METOTLARA GÖRE
DEPREM HESABI VE BİLGİSAYAR PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Altuğ YAVAŞ

Tez Danışmanı: Prof. Dr Şerif SAYLAN

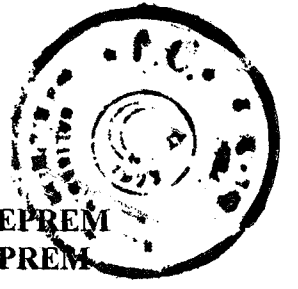
Sınav Tarihi: 27.03.1998

Jüri Üyeleri : Prof. Dr Şerif SAYLAN (Danışman)

Prof. Dr Sacit OĞUZ

Doç. Dr Eşref ÜNLÜOĞLU

Balıkesir, Şubat - 1998



ÖZ

BETONARME YAPILARIN MAYIS 1996'DA YAYINLANAN DEPREM YÖNETMELİĞİNDE BELİRTİLEN METOTLARA GÖRE DEPREM HESABI VE BİLGİSAYAR PROGRAMI

İnş. Müh. Altuğ YAVAŞ

**Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

(Yüksek Lisans Tezi / Tez Danışmanı: Prof Dr Şerif SAYLAN)

Balıkesir, 1998

Bu tez çalışmasında 1 Ocak 1998'de yürürlüğe giren "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" de belirtilen Mod Birleştirme Yöntemi kullanılarak yapıların üç boyutlu deprem hesabı yapılmıştır. Çözülecek yapıların döşemelerinin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı kabul edilmiştir. Her katta birbirine dik yatay serbestlik derecesi ile düşey eksen etrafındaki dönme serbestlik derecesi gözönüne alınmıştır. Yapıda kütlelerin kat hizalarında toplandığı kabul edilmiştir.

Yapının serbest titreşiminden oluşan doğal frekansları (özdeğerler), ve her bir frekansa karşılık gelen özvektörler yani modal matris Genelleştirilmiş Jacobi İterasyon Metodu kullanılarak hesaplanmıştır. Modların gerçek değerleri, normalleştirme ile elde edilmiştir.

Her bir titreşim modunda maksimum yerdeğiştirmeler spektral analiz ile bulunmuştur. Her bir titreşim modu için maksimum tasarım deprem yükleri hesaplandıktan sonra maksimum taban kesme kuvvetleri ve taban burulma momenti hesaplanmıştır. Maksimum taban kesme kuvvetleri ve burulma momenti katlara dağıtılmıştır. Yapılarda bu değerler her bir mod için aynı anda oluşmaz. Herhangi bir serbestlik derecesinde tüm modların etkisinden oluşan kuvvetler ve deplasmanların muhtemel maksimum değerleri karelerin toplamının karekökü veya tam karesel birleştirme metodu kullanılarak hesaplanmıştır.

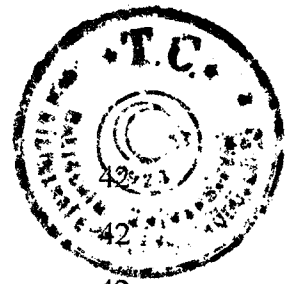
Taşıyıcı sistemi çubuk elemanlardan oluşan uzay çerçeve tipi bir yapının I. ve II. derece deprem bölgesinde inşa edilmesi durumunda yapı elemanlarında oluşan kesit tesirleri hesaplanmıştır.

Anahtar sözcükler: Üç boyutlu yapı / Genelleştirilmiş Jacobi Metodu / özdeğer / özvektör / doğal frekans / modal matris / taban kesme kuvvetleri / taban burulma momenti

İÇİNDEKİLER



ÖZ, ANAHTAR SÖZCÜKLER	ii
ABSTRACT, KEYWORDS	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SEMBOL LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	x
TABLO LİSTESİ	xi
ÖNSÖZ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1 Yapıların Deprem Hesabı İle İlgili Yapılmış Çalışmalar ve Hazırlanmış Olan Yönetmelikler	2
1.2 Türkiye’de Deprem Hesabı İle İlgili Yönetmeliklerin Gelişimi	4
1.3 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	6
2. YAPILARIN ÇOK SERBESTLİK DERECELİ SİSTEM OLARAK MODELLENMESİ ve HAREKET DENKLEMLERİNİN YAZILMASI	7
2.1 Giriş	7
2.2 Serbestlik Derecelerinin Seçimi	7
2.3 Dinamik Denge Denklemlerinin Yazılması	9
2.4 Yapı Sistemi Matrislerinin Elde Edilmesi ve Özellikleri	12
2.4.1 Sistem Matrislerinin Özellikleri	12
2.4.1.1 Fleksibilite	12
2.4.1.2 Rijitlik	14
2.4.1.3 Temel Yapısal Yaklaşımlar	15
2.4.2 Sistem Matrislerinin Elde Edilmesi	18
2.4.2.1 Kütle ve Rijitlik Matrisleri	18
2.4.2.2 Sönüm Matrisleri	32
2.5 Eleman Matrislerinin Sistem Koordinatlarında Yazılması	33

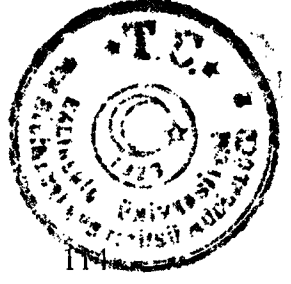


3. DİNAMİK DENGİ DENKLEMLERİNİN ÇÖZÜMÜ	
3.1 Giriş	
3.1.1 Adım Adım Çözüm Metodu	42
3.1.2 Frekans Tanım Alanında Çözüm	43
3.2.3 Davranış Spektrumu Analizi	43
3.2.4 Mod Birleştirme Yöntemi	44
3.2.1 Özdeğer ve Özvektörlerin Hesabı	46
3.2.2 Genelleştirilmiş Jacobi Metodu	49
4. DİNAMİK DAVRANIŞ SPEKTRUMU İLE DEPREM KUVVETLERİNİN HESABI	53
4.1 Kat Döşemeleri Yatayda Rijit Diyafram Kabul Edilen Yapıların Hareket Denklemlerinin Yazılması	53
4.2 Her Bir Titreşim Modunun Maksimum Yerdeğiştirmelerinin Spektral Analiz ile Bulunması	65
4.3 Her Bir Titreşim Moduda Maksimum Tasarım Deprem Yüklerinin Bulunması	70
4.3.1 Maksimum Taban Kesme Kuvvetleri ve Taban Burulma Momenti	72
4.3.2 Maksimum Kat Tasarım Deprem Yüklerinin Maksimum Taban Kesme Kuvvetleri ve Taban Burulma Momentinin Katlara Dağıtılması ile Bulunması	72
4.4 Modal Katkıların Birleştirilmesi	73
4.4.1 Karelerin Toplamının Karekökü Kuralı	73
4.4.2 Tam Karesel Birleştirme Kuralı	74
5. BİLGİSAYAR PROGRAMININ TANITILMASI	76
6. BİR YAPININ I. ve II. DERECE DEPREM BÖLGELERİNDE MOD BİRLEŞTİRME ve EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİNE GÖRE ÇÖZÜMÜ	79
7. TARTIŞMA ve SONUÇ	111

EKLER

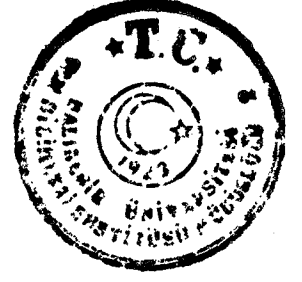
EK A Bilgisayar Programlarına Ait Akış Diyagramları

KAYNAKLAR



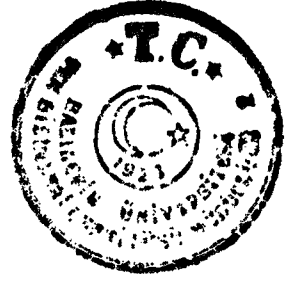
119



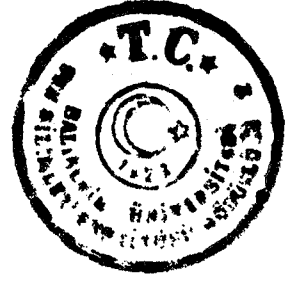


SEMBOL LİSTESİ

Sembol	Adı	Birimi
A	Kesit Alanı	m^2
A_0	Etkin Yer İvmesi Katsayısı	
A(T)	Spektral İvme Katsayısı	
a_{rs}	Çapraz Korelasyon Katsayısı	
E	Elastisite Modülü	t/m^2
F_{D_i}	Sönüm Kuvveti	
F_{I_i}	Atalet Kuvveti	
$[F_{I_i}]$	Atalet Kuvveti Matrisi	
F_{S_i}	Elastik Kuvvet	
$[F_{S_i}]$	Elastik Kuvvet Matrisi	
FCQC	Tam Birleştirme Kuralı İle Elde Edilen Kuvvetler	
FRMS	Karelerinin Toplamının Karekökü Kuralı İle Elde Edilen Kuvvetler	
G	Kayma Modülü	
I	Bina Önem Katsayısı	
I_p	Polar Atalet Momenti	m^4
I_y	y Atalet Momenti	m^4
I_z	z Atalet Momenti	m^4
J	Burulma Atalet Momenti	m^4
[K]	Sistem Rijitlik Matrisi	

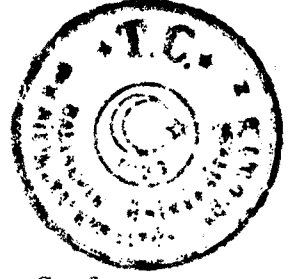


k_{ij}	Rijitlik Katsayısı, j düğüm noktasındaki birim deplasmandan dolayı i düğüm noktasında oluşan kuvvet
L	Eleman Boyu
[M]	Sistem Kütle Matrisi
M_r	Etkin Modal Kütle
{P(t)}	Kuvvet vektörü
q_i	Katılım Faktörü
[R]	Dönüştürme Matrisi
[R_α]	α Kadar Döndürülen Eksen Takımının Dönüştürme Matrisi
[R_β]	β Kadar Döndürülen Eksen Takımının Dönüştürme Matrisi
[R_θ]	θ Kadar Döndürülen Eksen Takımının Dönüştürme Matrisi
[RT]	Eleman Dönüştürme Matrisi
$R_a(T)$	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
S(T_i)	Özel Tasarım İvme Spektrumu
T_A, T_B	Spektrum Karakteristik Periyotları
$u_i(t)$	Düğüm Noktalarındaki Deplasmanlar
{u}	Deplasman Vektörü
{ü}	İvme Vektörü
{ U_i }	Ötelemelerin Spektral Değerleri
{VCQC}	Tam Birleştirme Kuralı İle Elde Edilen Taban Kesme Kuvvetleri ve Burulma Momenti
{VRMS}	Karelerin Toplamının Karekökü Kuralı İle Elde Edilen Taban Kesme Kuvvetleri ve Burulma Momenti
[V_i]	Normalleştirilmiş Özel Vektör



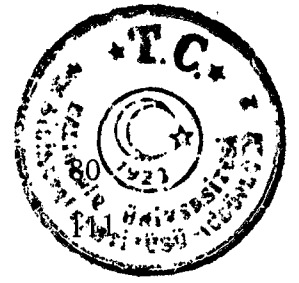
ω_1	Özel Frekans
ω_n	n. Moda Ait Doğal Frekans
Y_i	Genelleştirilmiş Koordinatların Spektral Değerleri
Z_i	Yerel Zemin Sınıfı
$[\phi]$	Modal Matris
ρ	Birim Boy Yoğunluğu
λ_i	Özdeğer
ψ_i	Şekil Fonksiyonları





ŞEKİL LİSTESİ

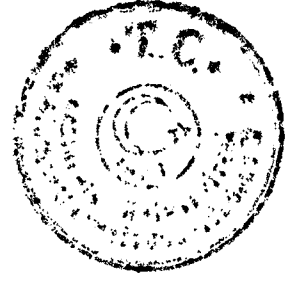
Şekil Numarası	Adı	Sayfa
Şekil 2.1	Kiriş tipi elemanın parçalara ayrılmasını	8
Şekil 2.2	Fleksibilite etki katsayılarının açıklanması	13
Şekil 2.3	Rijitlik etki katsayılarının tanımlanması	14
Şekil 2.4	İki bağımsız yük sistemi ve deplasmanları	17
Şekil 2.5	Kiriş elemanı koordinat sistemi ve uç kuvvetleri	19
Şekil 2.6	Eksenel deformasyona sahip uniform çubuk	19
Şekil 2.7	xy düzlemi içinde çubuk eksenine dik yer değiştirme dönme deformasyonu yapan çubuk	22
Şekil 2.8	Kiriş elemanın xy düzlemindeki eğilme deformasyonu için şekil fonksiyonları	23
Şekil 2.9	xz düzlemi içinde çubuk eksenine dik yer değiştirme dönme deformasyonu yapan çubuk	25
Şekil 2.10	Kiriş elemanın xz düzlemindeki eğilme deformasyonu için şekil fonksiyonları	27
Şekil 2.11	Burulma deformasyonu etkisindeki uniform kesitli doğrusal çubuk	29
Şekil 2.12	Genel bir A vektörünün lokal ve global koordinatları	33
Şekil 2.13	Eksen takımının 2 eksenini etrafında β kadar döndürülmesi	35
Şekil 2.14	Eksen takımının 3' eksenini etrafında θ kadar döndürülmesi	36
Şekil 2.15	Eksen takımının 1''' eksenini etrafında α kadar döndürülmesi	37
Şekil 2.17	Eleman koordinatlarındaki kiriş	39
Şekil 4.1	Üç katlı yapı ve kat hizalarında tanımlanan serbestlik dereceleri	54
Şekil 4.2	j. kata ait kat yerdeğiştirmeleri ve dönmesi	56
Şekil 4.3	Birim kat dönmeleri	57
Şekil 4.4	Kat rijitlik ve kütle merkezleri	58
Şekil 4.6	Özel tasarım ivme spektrum eğrisi	67
Şekil 5.1	Örnek Yapı	79



- Şekil 5.2 Serbestlik Dereceleri
- Şekil 7.1 Yapının I. derece deprem bölgesinde oluşan deprem tasarım yükü
- Şekil 7.2 İki deprem bölgesine ait deprem tasarım yükü

112



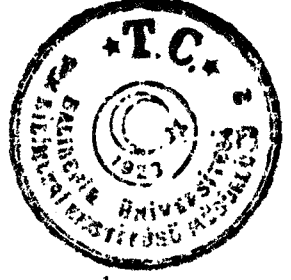


TABLO LİSTESİ

Tablo Numarası	Adı	Sayfa
Tablo 3.1	Genelleştirilmiş Jacobi Metodunun Özeti	52
Tablo 4.1	Spektrum Karakteristik Değerleri	67
Tablo 4.2	Yerel Zemin Sınıfı	68
Tablo 4.3	Erkin Yer İvmesi Katsayısı	69
Tablo 5.1	Genelleştirilmiş Jacobi Metodunun Özeti	77



ÖNSÖZ



Depremler seyrek tekrarlandıkları için sürekli gündemde olmayan ancak meydana geldiklerinde toplumları derinden etkileyen güçlü doğa olaylarıdır. Deprem mühendisliği birçok bilim dalını içeren disiplinler arası bir konudur. Yerin altından doğru jeofizik, jeoloji, sismoloji, geoteknik ve yapı bilimlerinin bir arada kesitini oluşturmaktadır. İnsanlar depremin etkisini zincirin son halkası olan yapılar üzerinde gözlerler ve hissederler. Ancak insanlar için en önemli etkiler ve sonuçlar zincirin bu son halkasında yapılan yanlış uygulamalar ile oluşur. Yapılan bu uygulama hatalarının en aza indirilmesi yönetmeliklere bağlı kalarak elde edilir.

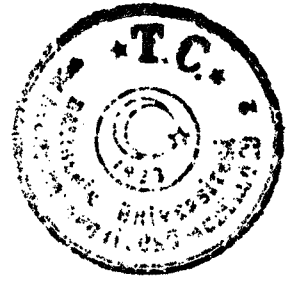
Çalışmamın yönlendirilmesinde ve gerçekleştirilmesinde, çalışma sürecinde ilgi, destek ve katkıları için değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Şerif SAYLAN 'a teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Bilgisayar çalışmalarına katkılarından dolayı araştırma görevlisi arkadaşlarıma teşekkür eder akademik çalışmalarında başarılar dilerim.

Ayrıca, yetişmemde katkıları ve emeği olan aileme teşekkür borcu bile azdır.

Şubat - 1998

Altuğ YAVAŞ



1. GİRİŞ

Deprem doğal afetlerin en önemlilerinden biridir. Depremlerin oluş sebebi iki farklı mekanizma ile ifade edilmektedir. Elastik Geri Sekme Teorisi'ne göre, deprem hareketi yer kabuğunda soğuma veya çeşitli etkilerden meydana gelen şekil değiştirme enerjisinin ani olarak açığa çıkması sonunda meydana gelmektedir. Enerjinin açığa çıkması sırasında yer kabuğunu oluşturan plaklar kendisini sınırlayan çizgiler olan faylar boyunca kaymaktadır. Bu tür depremde ortaya çıkan yer değiştirme dalgaları sönümlenerek yayılmaktadır. Depremlerin oluş sebebinin ikincisi ise volkanik hareketlere, yeraltı mağaralarının çökmesine ve yer altına basılarak uzaklaştırılan kullanılmış suların ortaya çıkardığı gerilmelere bağlı olduğu kabul edilmektedir.

Dünyamızda büyük depremlerin yaklaşık %95'inin uzun ve dar şerit şeklindeki iki kuşakta meydana geldiği görülmektedir. Bu iki kuşaktan biri Pasifik okyanusunu çevreleyen kıtalar kenarındaki kuşak, diğeri ise Atlantik okyanusundaki Azor Adalarından başlayıp Avrupa'nın güneyi, Anadolu Yarımadası ve Himalayalar'dan Güney doğu Asya'ya kadar uzanan Alp-Himalaya deprem kuşağıdır. Ülkemiz Alp-Himalaya deprem kuşağı üzerinde yer almaktadır.

Deprem bölgesinde inşa edilecek yapıların tasarımında yapı öz ağırlığı ve servis yüklerine ilave olarak depremden dolayı yapıya etkiyecek dinamik yüklere de güvenle karşı koyabilmelidir. Depreme dayanıklı yapı tasarımında temel hedef, yapının bölgede sık tekrarlanan hafif sarsıntıları hasarsız geçiştirilmesi, elli yılda bir meydana gelebilecek orta şiddetteki depremleri sadece basit onarım gerektiren küçük hasarlarla atlattırması, birkaç yüzyılda bir beklenen şiddetli depremlerde ise yapıda belli hasarlar oluşsa bile can kayıplarına sebep olacak tam göçme hadisesinin oluşmamasıdır. [1]



Depreme dayanıklı yapıların tasarlanması, bölgenin depremselliğinin bilinmesi, depremde oluşacak tesirlerin büyüklüğünün doğru tahmin edilmesi ve uygun taşıyıcı sistem seçimi ve yapımı ile sağlanabilir. Deprem kuşağındaki ülkelerde, depreme dayanıklı yapı tasarımı ve yapım esasları deprem yönetmelikleri ile düzenlenmiştir. Her ülke bulunduğu bölgenin depremselliğinin daha iyi bilinmesine, yapım teknolojisinin gelişmesine ve hesap yöntemlerindeki gelişmelere bağlı olarak deprem yönetmeliklerini geliştirmekte ve değiştirmektedir.

1.1 Yapıların Deprem Hesabı İle İlgili Yapılmış Çalışmalar ve Hazırlanmış Olan Yönetmelikler.

Deprem etkileri ile yapılarda oluşan kuvvetlerin hesabında deprem sonrası beliren hasarların incelenmesi büyük faydalar sağlamıştır. İlk geleneksel hesap yöntemleri hep bu gözlemlerden çıkarılmış ve depreme dayanan binalardaki konstrüktif esaslar bu yoldan saptanmışlardır. Zamanla görgü ile saptanan hasarların açıklanması geliştikçe hesap esasları da gelişmiştir.

Yanal kuvvet fikrinin doğuşu 1857 senesinde Napoli çevresinde meydana gelen şiddetli bir deprem hasarının “Robert Mallet” tarafından incelenmesi sonrası gerçekleşmiştir. Daha sonra 1886 senesinde ABD (Güney Carolina Eyaletinde)’de “Clarence E. Dutton” tarafından çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Dutton araştırmalarında hasarların birbirini takip eden sadmelerden meydana geldiği, depremin ani sadme kuvvetlerinden dolayı yapıda “Atalet Kuvvetlerini” doğurduğu ilkesini ileri sürmüştür. Sonrasında 1891 yılında Japonya’da meydana gelen Mino-owari depreminden sonra Prof. Fusakichi Omori yaptığı çalışmalar sonucunda deprem hasarlarının yapı elemanlarında deprem hareketinin verdiği ivmelerin yarattığı kuvvetlerden meydana geldiğini ileri sürmüştür. Daha da önemlisi deprem hareketinin tamamen bir titreşim hareketi olduğunu ileri sürmüş ve sarsma tablaları aracılığı ile ilk modeller üzerindeki incelemeleri gerçekleştirmiştir.

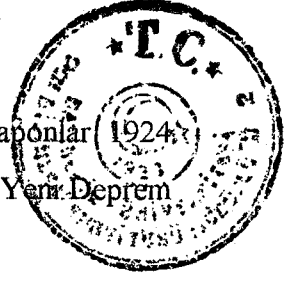


Yanal kuvvet analizinin gelişmesi ve ilk deprem yönetmeliği 1906 San Francisco depremi sonucunda yapılan araştırmalar sonucunda ortaya atılmıştır. Bu araştırmalar sonucu yapının depreme karşı koyduğu ve depremin yapıya aktardığı kuvvetlerin yanal kuvvet olduğu kabul edilmiştir. 1915 senesinde Prof. R. Sano, yanal kuvvet analizlerinin esaslarını ileri sürerek, binanın kütlelerini kat hizalarında toplayıp her kattaki kütleye, değeri zemindeki deprem ivmesine eşit ve sabit olan bir ivme tatbik etmiştir. Deprem ivmesi yer ivmesinin bir k katsayısı ile çarpılması ile bulunmuştur. Bu katsayı $k=0.10$ olarak alınmıştır. Hesaplarda yanal kuvvetler kolonlara rijitlikleri oranında dağıtılmıştır.

Bundan sonraki gelişmelerde; Dr. T. Naito, önce R. Sano'nun koyduğu prensipleri geliştirerek "Maney Metodu"nu basitleştirmiştir. Kısaca binalarda depreme karşı perde kullanılmasını teklif etmiş ve hesap esaslarını sunmuştur. En önemlisi bina yanal kuvvetlerini tayin ederken kabul edilecek ivmenin, gerçek deprem ivmesinden daha küçük olması gerektiğini savunarak $k=1/10-1/15$ alınmasını ileri sürmüştür. Bu yöntemle hesap edilip yapılan binalar 1923 Kanto/Japonya depremine tamamen dayandığı görüldükten sonra yapıların yanal yüke göre hesap edilmesi düşüncesi kabul edilmiştir. Bundan sonra $k=1/10$ katsayısı veya $a=1/10g$ ivmesi uzun yıllar deprem hesaplarında standart bir değer olarak kullanılmıştır.

Tokyo/Kanto depremi sonrası yapılan araştırmalar sonucu, kabul edilen hesap esaslarının doğruluğunu kanıtlar yönde bulunması, bu kabuller çerçevesinde yeni bir deprem yönetmeliğinin yapılabileceğini göstermiştir. İşte bu doğrultudaki teknik komitenin teklifi ile 1924 senesinde ilk Deprem Yönetmeliği hazırlanmıştır.

1926 senesinde ABD'de Pano Alto yönetmeliği ile birlikte 1927'de Üniorm Bina Yönetmeliği yayınlanmıştır. 1933 senesinde deprem araştırmaları ile ilgili büyük ilerlemeler kaydedilmiş ve. aynı yıl Long Beach ve Los Angeles Country depremlerinin incelenmesi sonucu iki yeni yönetmelik önerilmiştir. Daha sonra 1946 yılında Üniorm Bina Yönetmeliği değiştirilmiştir.



Bu tarihlerde Japonya’da da çeşitli gelişmeler yaşanmıştır. Japonlar yönetmeliğini 1948 yılına kadar kullanmışlar ve 1948 yılında “3001 No.lu Yarı Deprem Yönetmeliği”ni yayınlamıştır. [2]

1.3 Türkiye de Deprem Hesabı İle İlgili Yönetmeliklerin Gelişimi

Ülkemiz önemli deprem bölgesinde olmasına rağmen binalar ve genel olarak yapılar üzerinde bilimsel incelemelere başlanması çok yakın tarihe rastlar. Bilimsel çalışmalar önce jeoloji alanında gerçekleşmiştir. Sismolojik incelemeler özellikle depremin yapılar üzerindeki etkilerinin araştırılması 1938 Kandilli Rasathanesinin Kırşehir depremine ait çalışmalarıdır.

Birinci Türk Yapı Kongresi 3-8 Mayıs 1948 tarihinde Bayındırlık Bakanlığı Yapı ve İmar İşleri Genel Müdürlüğüne düzenlenmiştir. Bu kongrede yer sarsıntısı komisyonu ve yer sarsıntıları bölgeleri yapı yönetmeliği komisyonu adlı iki komisyon kurulmuştur. Yönetmelik komisyonunun teklifi ile “ İlk Türkiye Yer Sarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği (1949)” yayınlandı. 1953 yılında Bayındırlık Bakanlığı Yapı ve İmar İşleri Genel Müdürlüğüne “Yer Sarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” 1949’daki yönetmelik gözden geçirilerek yenilendi. Bu yönetmelik gereğinde hesap esaslarında belirgin farklılıklar, deprem katsayılarının 1. ve 2. derece deprem bölgelerindeki değişen değerlerini yalnız zemin cinsine göre tayin etmek, hareketli yük katsayısını, yapıların önemine göre belirlemekten ibarettir.

1961’de İmar ve İskan Bakanlığı Mesken Genel Müdürlüğüne 7269 sayılı kanunun zorunluluğu altında “ Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1961)” yayımlanmıştır.

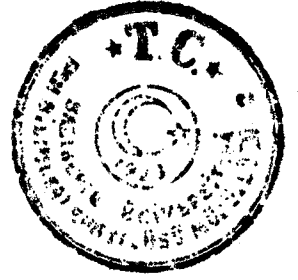
1964 yılına dek deprem yönetmeliğinde bir değişiklik yapılmamıştır. Fakat 1964 yılında değişikliğin gereğini hisseden İmar ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü İnşaat Mühendisleri Odası ile birlikte özellikle hesap esaslarının tamamen değiştirilerek katsayıların tayininde ilk defa “Dinamik Karakteristiklerin” gerekliliğini



zorunlu görmüş ve 1961 yönetmeliğini yürürlükten kaldırarak yeni hesap esasları doğrultusunda 18 Ocak 1968'den itibaren uygulamaya başlanan "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" yani 1968 Deprem Yönetmeliği yayımlanmıştır. Dokuz bölüm ve on sekiz maddeden oluşan bu yönetmeliği önceki yönetmeliklerle karşılaştırıldığında daha önce dikkate alınmayan yapı önem katsayısının bu yönetmelikte ilk defa kullanılmasıdır. Yine bunun yanında ilk defa kolon-kiriş uçlarında etriye sıklaştırılma zorunluluğu ile, en küçük kiriş boyutunun 15x30 ve asmolen döşemeli yapılarda perde duvar zorunluluğunun getirilmesidir. Diğer önemli bir farklılık da; deprem yükünün yapı elemanlarına dağıtım kuralında olmuştur. Önceki 1953 ve 1961 yönetmeliklerindeki kolonlara aksel yükün C katı kadar bir yatay yük dağıtım kuralının yerine ; yatay yük katlara, yapının birinci titreşim moduna göre elemanlara rijitliklerine göre dağıtımını kabul edilmiştir. Bu kural 1975 ve 1996 deprem yönetmeliklerinde de aynen uygulanmıştır.

1975 tarihli Deprem Yönetmeliği zemin ve yapının dinamik özelliği ayrıntıları ile gözönünde tutularak güvenilir bir dinamik çözümleme için yönetmelikte dinamik hesap esaslarına daha çok önem verilmiştir. Deprem bölge katsayısı; 1. bölge için 0.06'dan 0.10'a yükseltilerek ilk defa bu yönetmelikte yapı dinamik katsayısı, yani spektrum katsayısı hesaplarda dikkate alınmaya başlanmıştır.

İlk defa. Mayıs 1996'da Resmi Gazetede yayımlanan "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" 1 Ocak 1998 tarihinde yürürlüğe girmiştir. [2]

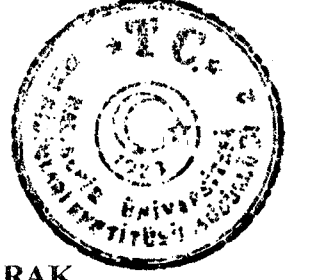


1.3 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

2 Eylül 1997 tarihli ve 23098 mükerrer sayılı Resmi Gazetede yayınlanan “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” 1 Ocak 1998’den itibaren yürürlüğe girmiştir. Ülkemizde uygulanacak olan bu yönetmeliğin III. kısmı Deprem Afetlerinden Korunmayı kapsamaktadır. III. kısmın 6. bölümü Depreme Dayanıklı Binalar İçin Hesap Kuralları başlığını taşımaktadır. Bu bölümde, deprem hesabı için Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri olmak üzere üç farklı hesap yöntemi önerilmektedir.

Bu çalışmada uzay çerçeve taşıyıcı sisteme sahip yapıların mod birleştirme yöntemi ile hesabını yapan bir bilgisayar programının hazırlanması amaçlanmıştır. Ayrıca yönetmelikte yer alan Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemine göre çerçeve tipi taşıyıcı sisteme sahip yapıların üç boyutlu statik hesabını yapan bilgisayar programı hazırlanmıştır.

Örnek olarak seçilen bir yapının deprem hesabı her iki yöntemle göre I. ve II. derece deprem bölgeleri için yapılmıştır. I. ve II. derece deprem bölgesi için kesit tesirlerinde elde edilen fark hesap yöntemi ve deprem bölgesi yönünden karşılaştırılmıştır.



2. YAPILARIN ÇOK SERBESTLİK DERECELİ SİSTEM OLARAK MODELLENMESİ ve HAREKET DENKLEMLERİNİN YAZILMASI

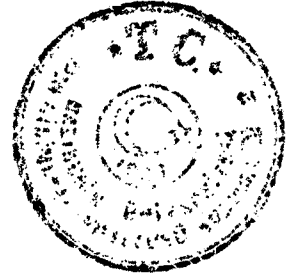
2.1 Giriş

Yapının dinamik analizinin amacı verilen dinamik yükler etkisindeki yapının dinamik yer değiştirme fonksiyonlarının belirlenmesi ve bunların değerlendirilmesidir. Çoğu durumda, belirli sayıda serbestlik derecesinin kullanılması ile elde edilen çözümler yeterli doğruluk sağlar ve problem, bu seçilmiş yer değiştirme bileşenlerinin zamana bağlı fonksiyonlarının belirlenmesine dönüşür. Dinamik yer değiştirmeleri belirleyen matematiksel ifadeler, yapının hareket denklemleri olarak isimlendirilir ve bu hareket denklemlerin çözümünden istenen yer değiştirme fonksiyonları elde edilir [5].

2.2 Serbestlik Derecelerinin Seçimi

Bir yapının dinamik analizinde tüm kütlelerinin başlangıçtaki statik denge konumuna göre rölatif yer değiştirmiş konumunu belirleyebilmek için gerekli birbirinden bağımsız yerdeğiştirme bileşenleri sayısına serbestlik derecesi sayısı denir[9].

Herhangi bir çok serbestlik dereceli sistemin hareket denklemlerini yazmak için Şekil 2.1’de verilen bir kirişi ele alalım. Genel bir kirişin örnek olarak seçilmesinden amaç basit olması ve izlenen yolun her tür yapıya kolayca uygulanabilir olmasıdır.



2.3 Dinamik Denge Denklemlerinin Yazılması

Şekil 2.1’de verilen sistemin hareket denklemini elde edebilmek için her düğüm noktasına etki eden efektif kuvvetlerin dengesini yazmalıyız. Genel olarak i düğüm noktasında dört kuvvet oluşur. Bunlar $P(t)$ dış yüklemesi, hareketten dolayı oluşan Atalet kuvveti F_{i_1} , Sönüm kuvveti F_{D_i} ve Elastik kuvvet F_{S_i} ’dir. Her bir düğüm noktası için dinamik denge denklemi bu kuvvetlerin dengesinden

$$\left. \begin{aligned} F_{1_1} + F_{D_1} + F_{S_1} &= P_1(t) \\ F_{1_2} + F_{D_2} + F_{S_2} &= P_2(t) \\ \dots\dots\dots \\ F_{i_1} + F_{D_i} + F_{S_i} &= P_i(t) \\ \dots\dots\dots \\ F_{1_N} + F_{D_N} + F_{S_N} &= P_N(t) \end{aligned} \right\} \quad (2.1)$$

olarak elde edilir. (2.1) denklemleri matris formunda

$$[F_1] + [F_D] + [F_S] = \{P(t)\} \quad (2.2)$$

olarak yazılır. Tepki kuvvetlerinin her biri çoğunlukla uygun etki katsayılarının toplamı olarak yazılabilir. Yapının 1 numaralı düğüm noktasında oluşan elastik kuvvet bileşeni, yapının tüm düğüm noktalarındaki genel yerdeğiştirme bileşenlerine bağlıdır.

$$F_{S_1} = k_{1,1} u_1 + k_{1,2} u_2 + k_{1,3} u_3 + \dots + k_{1,i} u_i + \dots + k_{1,N} u_N \quad (2.3-a)$$

dır. Benzer olarak u_2 serbestlik derecesi ile bağımlı elastik kuvvet

$$F_{S_2} = k_{2,1} u_1 + k_{2,2} u_2 + k_{2,3} u_3 + \dots + k_{2,i} u_i + \dots + k_{2,N} u_N \quad (2.3-b)$$

dır.



En genel halde ise;

$$F_{s_N} = k_{N,1} u_1 + k_{N,2} u_2 + k_{N,3} u_3 + \dots + k_{N,i} u_i + \dots + k_{N,N} u_N \quad (2.3-c)$$

dır. Bu ifadelerde yapının davranışının lineer olduğu kabul edildiğinden süperpozisyon prensibi uygulanır. Denklemlerdeki k_{ij} katsayıları rijitlik katsayılarıdır. k_{ij} rijitlik katsayısı j düğüm noktasındaki birim deplasmandan dolayı i düğüm noktasında oluşan kuvettir. Tüm elastik kuvvet bağıntılarının matris formunda açık ifadesi

$$\begin{Bmatrix} F_{s_1} \\ F_{s_2} \\ \vdots \\ F_{s_i} \\ \vdots \\ F_{s_N} \end{Bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} k_{1,1} & k_{1,2} & k_{1,3} & \dots & k_{1,i} & \dots & k_{1,N} \\ k_{2,1} & k_{2,2} & k_{2,3} & \dots & k_{2,i} & \dots & k_{2,N} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ k_{i,1} & k_{i,2} & k_{i,3} & \dots & k_{i,i} & \dots & k_{i,N} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ k_{N,1} & k_{N,2} & k_{N,3} & \dots & k_{N,i} & \dots & k_{N,N} \end{bmatrix}}_{[K]} \begin{Bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \cdot \\ u_i \\ \cdot \\ u_N \end{Bmatrix} \quad (2.4)$$

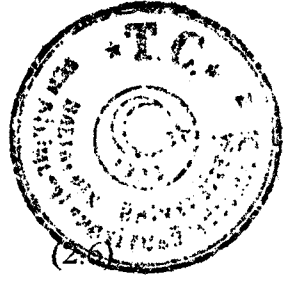
olarak yazılabilir. Denklem (2.4)'ü kapalı formda,

$$\{F_s\} = [K] \{u\} \quad (2.5)$$

olarak ifade edilir.

Bu denklemdeki $[K]$ matrisi sistem rijitlik matrisidir ve tanımlanan sisteme göre oluşturulur. $\{u\}$ ise yapının şekil değiştirmiş halini temsil eden deplasman vektörüdür.

Eğer sönümün hıza bağlı olduğu kabul edilirse (viskoz sönüm) seçilen serbestlik derecelerindeki sönüm kuvvetleri benzer şekilde sönüm etki katsayıları ile ifade edilir. Denklem (2.4)'deki analogi ile sönüm kuvveti aşağıdaki şekilde



$$\begin{Bmatrix} F_{D1} \\ F_{D2} \\ \cdot \\ F_{Di} \\ \cdot \\ F_{DN} \end{Bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} c_{1,1} & c_{1,2} & c_{1,3} & \cdots & c_{1,i} & \cdots & c_{1,N} \\ c_{2,1} & c_{2,2} & c_{2,3} & \cdots & c_{2,i} & \cdots & c_{2,N} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ c_{i,1} & c_{i,2} & c_{i,3} & \cdots & c_{i,i} & \cdots & c_{i,N} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ c_{N,1} & c_{N,2} & c_{N,3} & \cdots & c_{N,i} & \cdots & c_{N,N} \end{bmatrix}}_{[c]} \begin{Bmatrix} \dot{u}_1 \\ \dot{u}_2 \\ \cdot \\ \dot{u}_i \\ \cdot \\ \dot{u}_N \end{Bmatrix}$$

elde edilir. Burada \dot{u}_i , i yerdeğiştirme koordinatındaki yerdeğiştirme hızını ifade eder ve c_{ij} sönüm etki kuvveti olarak tanımlanır. c_{ij} j düğüm noktasındaki birim hızdan dolayı i düğüm noktasında oluşan kuvvettir. Denklem (2.6) kapalı formda

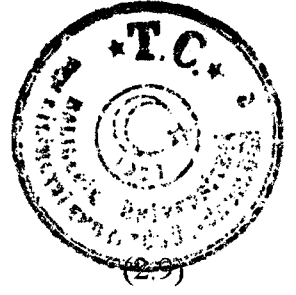
$$\{F_D\} = [c] \{\dot{u}\} \quad (2.7)$$

olarak yazılır. Bu denklemdaki $[c]$ matrisi sistem sönüm matrisidir ve $\{\dot{u}\}$ ise hız vektörüdür.

Atalet kuvvetleri de benzer şekilde kütle etki katsayıları ile hesaplanır. Denklem (2.4)'ün oluşturulmasında kullanılan analogi izlenerek atalet kuvvetleri de

$$\begin{Bmatrix} F_{I1} \\ F_{I2} \\ \cdot \\ F_{Ii} \\ \cdot \\ F_{IN} \end{Bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} m_{1,1} & m_{1,2} & m_{1,3} & \cdots & m_{1,i} & \cdots & m_{1,N} \\ m_{2,1} & m_{2,2} & m_{2,3} & \cdots & m_{2,i} & \cdots & m_{2,N} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ m_{i,1} & m_{i,2} & m_{i,3} & \cdots & m_{i,i} & \cdots & m_{i,N} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ m_{N,1} & m_{N,2} & m_{N,3} & \cdots & m_{N,i} & \cdots & m_{N,N} \end{bmatrix}}_{[M]} \begin{Bmatrix} \ddot{u}_1 \\ \ddot{u}_2 \\ \cdot \\ \ddot{u}_i \\ \cdot \\ \ddot{u}_N \end{Bmatrix} \quad (2.8)$$

olarak elde edilir. Burada \ddot{u}_i , i deplasman koordinatının ivmesidir ve m_{ij} 'ler ise etkili kütle katsayılarıdır. m_{ij} 'yi j noktasındaki birim ivmeden dolayı i noktasında oluşan kuvvet olarak tanımlanır.



Denklem (2.8)'i kapalı formda

$$\{F_i\} = [M] \{\ddot{u}\}$$

olarak ifade edilir. $[M]$ matrisi, kütle katsayılarından oluşan sistem kütle matrisidir.

Denklem (2.5), (2.7) ve (2.9)'u denklem (2.2)'de yerlerine yazarsak, sistemin tüm serbestlik derecelerini göz önünde bulunduran dinamik denge denklemi;

$$[M] \{\ddot{u}\} + [c] \{\dot{u}\} + [K] \{u\} = \{P(t)\} \quad (2.10)$$

olarak elde edilir [3].

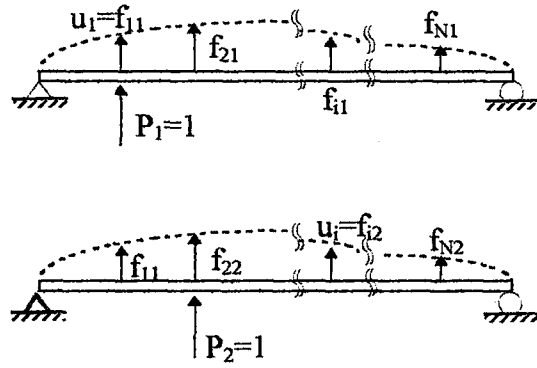
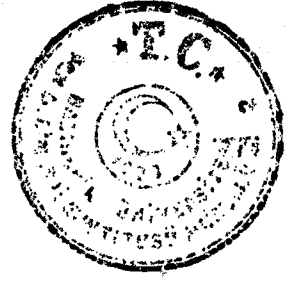
(2.10) denklemindeki matrislerin boyutları yerdeğıştirmelerin belirlenmesinde seçilen serbestlik derecelerinin sayısına eşittir.

2.4 Yapı Sistemi Matrislerinin Elde Edilmesi ve Özellikleri

2.4.1 Sistem Matrislerinin Özellikleri

2.4.1.1 Fleksibilite

Denklem (2.4)'te belirtilen rijitlik matrisini tartışmadan önce bu matrisin fleksibilite matrisinin tersi olduğunu açıklamak yararlı olacaktır. Fleksibilite etki katsayısı f_{ij} 'nin tanımı; j düğüm noktasına etkiyen birim yükten dolayı i düğüm noktasında oluşan deplasmandır. Şekil 2.2'de gösterilen basit bir kiriş için fleksibilite etki katsayılarından bazılarının fiziksel anlamları, serbestlik derecesi ile açıklanabilir.



Şekil 2.2 Fleksibilite etki katsayılarının açıklanması

Verilen herhangi bir sistem için fleksibilite etki katsayılarının hesaplanması statik analizin problemidir. Etkitilen birim yükten dolayı oluşan deplasmanı hesaplamak için istenilen herhangi bir metot kullanılabilir. Bir grup fleksibilite katsayısı hesaplandığında, bu katsayılar etkiyen yüklerin herhangi bir kombinasyonu deplasman vektörünün hesaplanması için kullanılır. Örneğin herhangi bir yük kombinasyonu için 1 noktasındaki deplasman

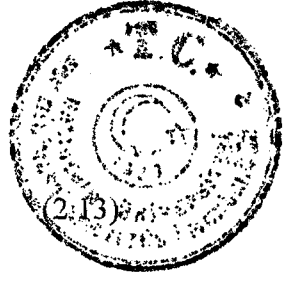
$$u_1 = f_{11} p_1 + f_{12} p_2 + f_{13} p_3 + \dots + f_{1i} p_i + \dots + f_{1N} p_N \quad (2.11)$$

olarak yazılabilir.

Her bir deplasman bileşeni için, deplasmanlar aşağıdaki şekilde

$$\begin{Bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_i \\ \vdots \\ u_N \end{Bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} f_{1,1} & f_{1,2} & f_{1,3} & \dots & f_{1,i} & \dots & f_{1,N} \\ f_{2,1} & f_{2,2} & f_{2,3} & \dots & f_{2,i} & \dots & f_{2,N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{i,1} & f_{i,2} & f_{i,3} & \dots & f_{i,i} & \dots & f_{i,N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{N,1} & f_{N,2} & f_{N,3} & \dots & f_{N,i} & \dots & f_{N,N} \end{bmatrix}}_{[f]} \begin{Bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \vdots \\ P_i \\ \vdots \\ P_N \end{Bmatrix} \quad (2.12)$$

yazılabilir. Denklem (2.12) kapalı formda



$$\{u\} = [f] \{P\}$$

olarak yazılır. Bu denklemdaki $[f]$ matrisi fleksibilite matrisi olarak isimlendirilir.

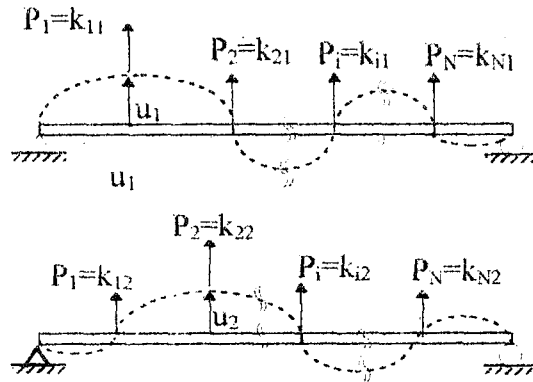
Denklem (2.13)'te deplasmanlar dış yük olarak etkitilen $\{P\}$ yük vektörü cinsinden ifade edilmiştir ve pozitif deplasman doğrultusunda etkidiklerinde pozitif kabul edilmiştir. Deplasmanlar pozitif deplasmana ters yönlü tanımlandığında pozitif kabul edilen ve deplasmana karşı koyan $\{F_s\}$ elastik kuvvetleri cinsinden ifade edilebilir. $\{F_s\} = \{P\}$ ve Denklem (2.13)

$$\{u\} = [f] \{F_s\} \quad (2.14)$$

şeklinde yazılabilir.

2.4.1.2 Rijitlik

Denklem (2.4)'de verilen rijitlik etki katsayılarının fiziksel anlamları Şekil 2.3 de birkaç serbestlik derecesi için ifade edilmiştir. Bunlar serbestlik derecelerinin birinde birim deplasman oluşturulduğunda diğer düğüm noktası deplasmanlarına izin verilmediğinde yapıda oluşan kuvvetleri gösterir



Şekil 2.3 Rijitlik Etki Katsayılarının Tanımlanması



Şekil 2.3'teki rijitlik etki katsayıları, yapıda verilen deplasmanları oluşturmak için uygulanan kuvvetlere eşittir. Uygulanan yük pozitif deplasman ile aynı yönde ise pozitif tersi durumda ise negatiftir.

2.4.1.3 Temel Yapısal Yaklaşımlar;

Şekil Değiştirme Enerjisi; Yapıda depolanan şekil değiştirme enerjisi fleksibilite veya rijitlik matrisi cinsinden ifade edilebilir. Şekil Değiştirme enerjisi U , sistemde şekil değiştirmek için yapılan işe eşittir.

$$U = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N P_i u_i = \frac{1}{2} \{P\}^T \{u\} \quad (2.15)$$

Burada $\frac{1}{2}$ deplasman ile kuvvetlerin lineer olarak artmasından kaynaklanmaktadır. Bu ifadede $\{u\}$ vektörü yerine Denklem (2.14) te verilen değerini yerine yazdığımızda;

$$U = \frac{1}{2} \{P\}^T [f] \{P\} \quad (2.16)$$

olur. Alternatif olarak denklem (2.15)'ü transpoze ederek ve Denklem (2.4)'ü de yerine koyduğumuzda ikinci şekil değiştirme enerjisi,

$$U = \frac{1}{2} \{u\}^T [K] \{u\} \quad (2.17)$$

olur. Sonuç olarak herhangi bir deformasyondan dolayı stabil bir yapıda depolanan şekil değiştirme enerjisi hep pozitif olmalıdır. Bu sebepten

$$\{u\}^T [K] \{u\} > 0 \quad \text{ve} \quad \{P\}^T [f] \{P\} > 0 \quad (2.18)$$



olmalıdır. Bu şartları sağlayan matrisler (2.18) denklemindeki $[K]$ ve $[f]$ matrisleri keyfi vektörler olduğuna göre $\{u\}$ ve $\{P\}$ vektörleri sıfırdan farklıdır ve pozitif tanımlı olarak isimlendirilir. Pozitif tanımlı matrisler (ve bu nedenle stabil bir yapıya ait fleksibilite ve rijitlik matrisleri) tekil değildir ve tersleri alınabilir.

Rijitlik matrisinin tersini alarak denklem (2.4)'ü bu matrisin iki tarafından çarparsak

$$[K]^{-1} \{F_s\} = \{u\} \quad (2.19)$$

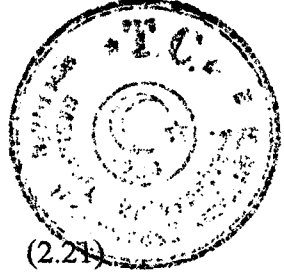
olur. Bu denklem Denklem (2.14) ile karşılaştırıldığında fleksibilite matrisinin rijitlik matrisinin tersi

$$[K]^{-1} = [f] \quad (2.20)$$

olduğu görülür.

Pratikte, Şekil 2.3'te verildiği gibi rijitlik katsayılarının tanımlamalarının direkt uygulanması usandırıcı bir bilgisayar problemidir. Çoğu durumda rijitlik matrisi fleksibilite katsayıları ve fleksibilite matrisinin tersinin direkt hesaplanması ile elde edilir.

Betti Kanunu; Yapı dinamiği analizinde çok önemli olan bu özellik yapıya ait iki grup yükün ters sıra ile uygulanması ile ve her iki durum için yapılan işlerin karşılaştırılması ile belirlenir. Örneğin Şekil 2.4'te iki farklı yük sistemi ve bunlar sonucu oluşan deplasmanlar gösterilmiştir. Eğer önce a yükü uygulanır ve daha sonra b yükü uygulanırsa yapılan iş aşağıdaki şekilde hesaplanır.



Durum 1:

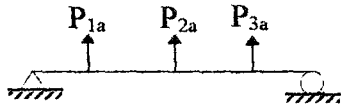
$$\text{Yükler a: } W_{aa} = \frac{1}{2} \sum P_{ia} u_{ia} = \frac{1}{2} [P_a]^T \{u_a\}$$

$$\text{Yükler b: } W_{bb} + W_{ab} = \frac{1}{2} [P_b]^T \{u_b\} + [P_a]^T \{u_b\} \quad (2.21)$$

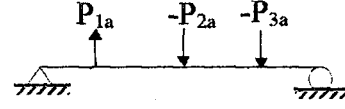
$$\text{Toplam : } W_1 = W_{aa} + W_{ab} + W_{bb} = \frac{1}{2} [P_a]^T \{u_a\} + [P_a]^T \{u_b\} + \frac{1}{2} [P_b]^T \{u_b\}$$

b yükü uygulandığında a yükü tarafından oluşan iş $\frac{1}{2}$ ile çarpılmamıştır. Bütün değerleri u_b deplasmanına etkimiştir. Eğer yükler ters sıra ile etkilirse;

Yük sistemi a:



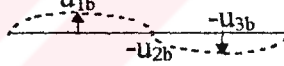
Yük sistemi b:



a deplasmanları:



b deplasmanları:



Şekil 2.4 İki bağımsız yük sistemi ve deplasmanları

Durum 2:

$$\text{Yükler b: } W_{bb} = \frac{1}{2} [P_b]^T \{u_b\}$$

$$\text{Yükler a: } W_{aa} + W_{ba} = \frac{1}{2} [P_a]^T \{u_a\} + [P_b]^T \{u_a\} \quad (2.22)$$

$$\text{Toplam : } W_2 = W_{aa} + W_{ab} + W_{bb} = \frac{1}{2} [P_a]^T \{u_a\} + [P_a]^T \{u_b\} + \frac{1}{2} [P_b]^T \{u_b\}$$

Yapının deplasmanı yük sırasından bağımsızdır. Yinede iki durum için yapılan iş birbirine eşittir. $W_1=W_2$ Denklem (2.21)ve (2.22) karşılaştırıldığında $W_{ab}=W_{ba}$ olduğu görülür böylece;

$$\{P_a\}^T \{u_b\} = \{P_b\}^T \{u_a\} \quad (2.23)$$



olur. Eğer Denklem (2.14) iki grup kuvvet ve deplasman için tekrar yazılıp ve Denklem (2.23)'in her iki tarafına yerleştirilirse;

$$\{P_a\}^T [f] \{P_b\} = \{P_b\}^T [f] \{P_a\} \quad (2.24)$$

dır. Açıkça bellidir ki;

$$[f] = [f]^T \quad (2.25)$$

dır. Böylece fleksibilite matrisi simetrik olmalıdır. $f_{ij}=f_{ji}$. Benzer olarak (2.4) denkleminde de yerine yazıldığında

$$[K] = [K]^T \quad (2.26)$$

olur. Bu rijitlik matrisinin de simetrik olduğunu gösterir.

2.4.2. Sistem Matrislerinin Elde Edilmesi

2.4.2.1 Kütle ve Rijitlik Matrisleri

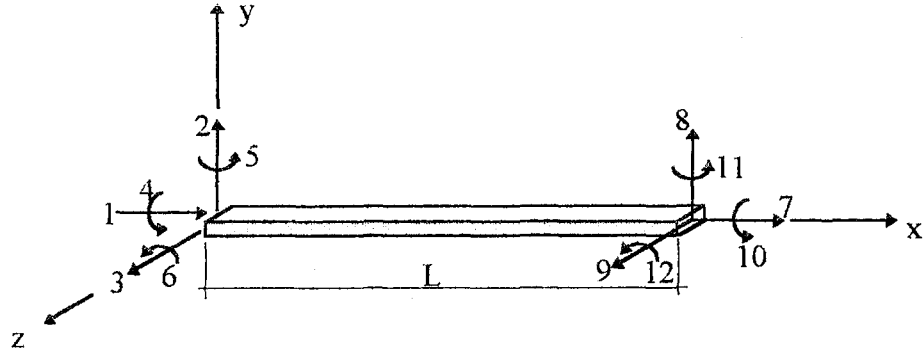
Temelde bir sistemin rijitlik matrisi katsayıları sistemin belirlenmiş düğüm noktası deplasmanlarına bağlı olarak rijitlik katsayısını tanımına göre doğrudan elde edilebilir. Sonlu elemanlar metodu ile sistemi oluşturan elemanlara ait matrisler daha kolay elde edilir.

Tüm yapıya ait sistem matrisleri eleman matrislerinin uygun şekilde toplanması ile elde edilir.

Sonlu elemanlar metodu ile her bir eleman için kütle katsayılarının hesaplanması, rijitlik matrisi katsayılarının hesaplanmasında kullanılan yöntem ile aynıdır.

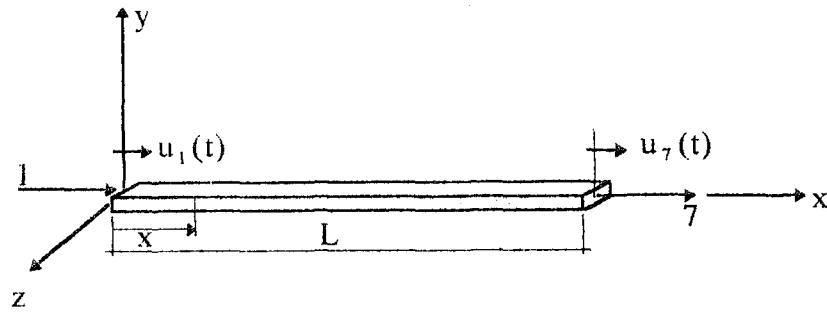


Çubuk elemanın yayılı kütle matrisi ve rijitlik matrisini elde etmek için Şekil 2.5'te verilen uzunluğu L , kütle yoğunluğu ρ , elastisite modülü E , kesit alanı A olan doğrusal üniform bir çubuk ele alalım.



Şekil 2.5 Kiriş elemanı koordinat sistemi ve uç kuvvetleri

Yayıllı kütle matrisi ve rijitlik matrisi katsayılarını hesaplayabilmek için ilk olarak düğüm koordinatlarında eleman yer değiştirme fonksiyonunu belirlemek gerekir.



Şekil 2.6 Eksenel deformasyona sahip üniform çubuk



Eleman içindeki aksenal yer değıştirme en basit şekilde eleman uç yer değıştirmeleri cinsinden

$$u(x, t) = \psi_1(x) u_1(t) + \psi_7(x) u_7(t) \quad (2.27)$$

şeklinde yazılabilir.

Çubukta $u(0, t) = u_1(t)$ ve $u(L, t) = u_7(t)$ olduğuna göre şekil fonksiyonları olan ψ_1 ve ψ_7 'nin

$$\begin{aligned} \psi_1(0) &= 0 & \psi_1(L) &= 1 \\ \psi_7(0) &= 0 & \psi_7(L) &= 1 \end{aligned} \quad (2.28)$$

sınır şartlarını sağlaması gerekir. Böylece şekil fonksiyonları, statik yükler altındaki aksenal yer değıştirmeleri ele alarak çubuğun diferansiyel denklemini;

$$A E u''(x) = 0 \quad (2.29)$$

dır. Bu denklemden

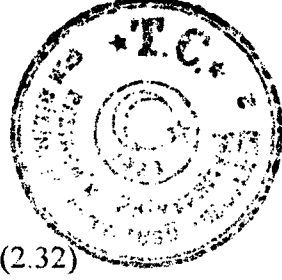
$$u(x) = c_1 + c_2 \frac{x}{L} \quad (2.30)$$

olarak bulunur. Lineer terimi normalleştirerek yazalım. Böylece c_1 ve c_2 , denklem (2.28) ve (2.29)'dan faydalanılarak;

$$\psi_1(x) = 1 - \frac{x}{L} \quad \psi_7(x) = \frac{x}{L} \quad (2.31)$$

şeklinde elde edilir.

Eksenel hareket için kütle katsayıları m_{ij} ve rijitlik katsayıları k_{ij} ifadeleri;



$$m_{ij} = \int_0^L \rho A \psi_i(x) \psi_j(x) dx \quad (2.32)$$

$$k_{ij} = \int_0^L E A \psi_i(x) \psi_j(x) dx \quad (2.33)$$

dir [6].

Denklem (2.31), denklem (2.32)'de yerine konulduğunda kütle matrisinin terimleri;

$$m_{11} = \frac{\rho AL}{3} \quad m_{17} = m_{71} = \frac{\rho AL}{6} \quad m_{77} = \frac{\rho AL}{3} \quad (2.34)$$

olarak elde edilir

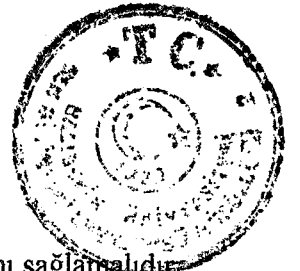
Aynı hesap adımları izlenerek Denklem (2.31) denklem (2.33)'de yerine konulduğunda rijitlik matrisinin terimleri; [5]

$$k_{11} = \frac{E A}{L} \quad k_{17} = k_{71} = -\frac{E A}{L} \quad k_{77} = \frac{E A}{L} \quad (2.35)$$

olarak elde edilir.

Şekil 2.5'de verilen elemanın genelleştirilmiş koordinatlarını düzlemdeki çubuğun xy düzlemi içinde çubuk eksenine dik hareketi, uçlarının yer değiştirmeleri ve Şekil 2.7'de gösterilen uç dönmeleri olarak alınırsa genelleştirilmiş koordinatlara bağlı şekil fonksiyonları :

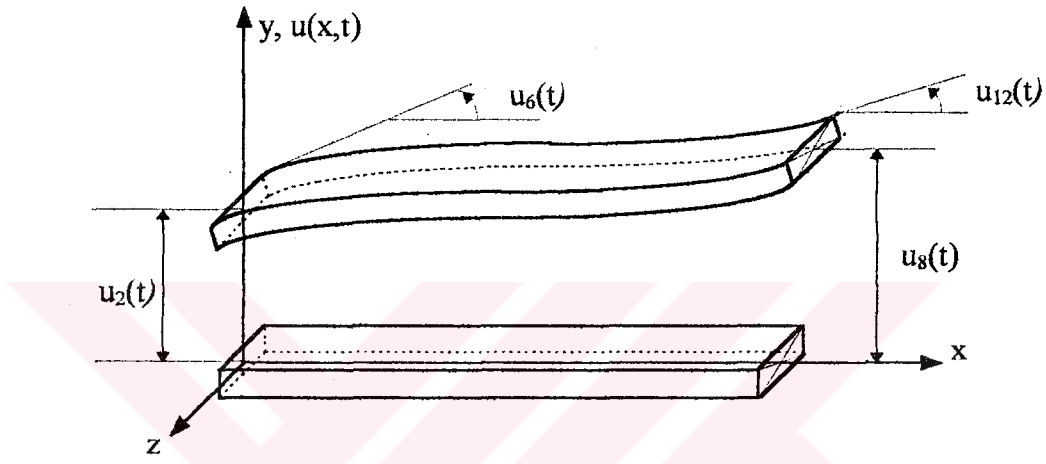
$$u(x,t) = \psi_2(x) u_2(t) + \psi_6(x) u_6(t) + \psi_8(x) u_8(t) + \psi_{12}(x) u_{12}(t) \quad (2.36)$$



şeklinde ifade edilir

Denklem (2.36)'daki $\psi_i(x)$ fonksiyonları aşağıdaki sınır şartlarını sağlamalıdır

$$\begin{aligned} \psi_2(0) = 1 & \quad \psi_2'(0) = \psi_2(L) = \psi_2'(L) = 0 \\ \psi_6'(0) = 1 & \quad \psi_6(0) = \psi_6(L) = \psi_6'(L) = 0 \\ \psi_8(L) = 1 & \quad \psi_8'(0) = \psi_8(0) = \psi_8'(L) = 0 \\ \psi_{12}'(L) = 1 & \quad \psi_{12}(0) = \psi_{12}'(0) = \psi_{12}(L) = 0 \end{aligned} \quad (2.37)$$



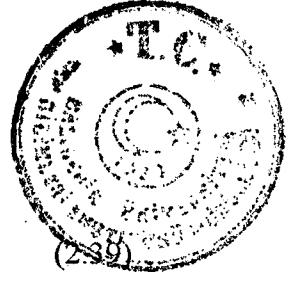
Şekil 2.7 xy düzlemi içinde çubuk eksenine dik yer değiştirme ve dönme deformasyonu yapan çubuk

Uygun şekil fonksiyonları, Şekil 2.7'deki kiriş elemanının kesme kuvvetleri ve momentleri ile yüklenmesinden oluşan ve denklem (2.37) sınır şartlarını sağlayan deformasyon şekilleri olarak elde edilir.

Sadece uçlarından yüklenmiş, atalet momenti eksen boyunca sabit kiriş elemanının diferansiyel denklemi;

$$E I u^{IV}(x) = 0 \quad (2.38)$$

dır.



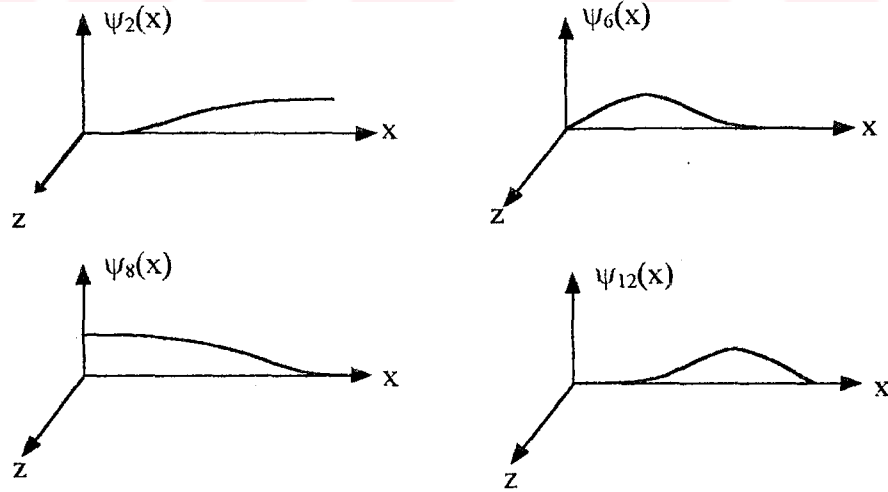
Bu denklemin genel çözümü;

$$u_e(x) = c_1 + c_2 \frac{x}{L} + c_3 \left(\frac{x}{L}\right)^2 + c_4 \left(\frac{x}{L}\right)^3$$

dır. Burada yine lineer terimleri normalleştirmek için x yerine x/L kullanılır. Denklem (2.37)'de verilen dört grup sınır şartının denklem (2.39)'de yerlerine konulursa her bir grup sınır şartlarından aşağıdaki şekil fonksiyonları;

$$\begin{aligned}\psi_2(x) &= 1 - 3\left(\frac{x}{L}\right)^2 + 2\left(\frac{x}{L}\right)^3 \\ \psi_6(x) &= x - 2L\left(\frac{x}{L}\right)^2 + L\left(\frac{x}{L}\right)^3 \\ \psi_8(x) &= 3\left(\frac{x}{L}\right)^2 - 2\left(\frac{x}{L}\right)^3 \\ \psi_{12}(x) &= -L\left(\frac{x}{L}\right)^2 + L\left(\frac{x}{L}\right)^3\end{aligned}\tag{2.40}$$

elde edilir. Bu şekil fonksiyonları Şekil 2.8'de gösterilmiştir.



Şekil 2.8 Kiriş elemanın xy düzlemindeki eğilme deformasyonu için şekil fonksiyonları



Eğilme deformasyonu yapan kiriş için kütle ve rijitlik matrisi terimlerinin ifadesi

$$m_{ij} = \int_0^L \rho A \psi_i(x) \psi_j(x) dx \quad (2.41)$$

$$k_{ij} = \int_0^L E I \psi_i''(x) \psi_j''(x) dx \quad (2.42)$$

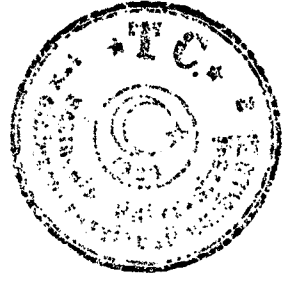
dir.

Denklem (2.40)'daki ifadeleri denklem (2.41)'de yerine koyarsak kütle matrisinin terimleri

$$\begin{aligned} m_{2,2} &= 156 \frac{\rho AL}{420} & m_{2,6} &= m_{6,2} = 22L \frac{\rho AL}{420} & m_{2,8} &= m_{8,2} = 54 \frac{\rho AL}{420} \\ m_{6,6} &= 4L^2 \frac{\rho AL}{420} & m_{2,12} &= m_{12,2} = -13L \frac{\rho AL}{420} & m_{6,8} &= m_{8,6} = 13L \frac{\rho AL}{420} \\ m_{8,8} &= 156 \frac{\rho AL}{420} & m_{6,12} &= m_{12,6} = -3L^2 \frac{\rho AL}{420} & m_{8,12} &= m_{12,8} = -22L \frac{\rho AL}{420} \\ & & m_{6,6} &= 4L^2 \frac{\rho AL}{420} & & \end{aligned} \quad (2.43)$$

olarak elde edilir.

Aynı hesap adımları izlenerek Denklem (2.40)'daki ifadeleri denklem (2.42)'de yerine koyarsak eleman rijitlik matrisi katsayıları



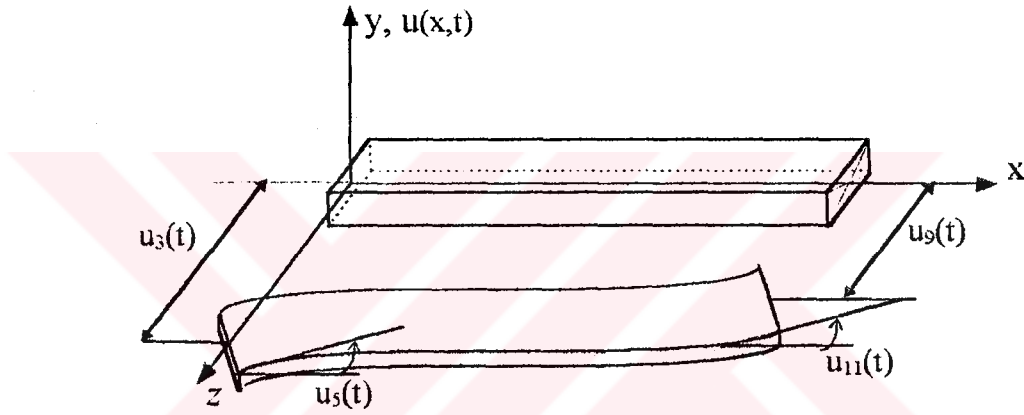
$$k_{2,2} = \frac{12 EI_z}{L^3} \quad k_{2,6} = k_{6,2} = \frac{6 EI_z}{L^2} \quad k_{2,8} = k_{8,2} = -\frac{12 EI_z}{L^3}$$

$$k_{6,6} = \frac{4 EI_z}{L} \quad k_{2,12} = k_{12,2} = \frac{6 EI_z}{L^2} \quad k_{6,8} = k_{8,6} = -\frac{6 EI_z}{L^2}$$

$$k_{8,8} = \frac{12 EI_z}{L^3} \quad k_{6,12} = k_{12,6} = \frac{12 EI_z}{L^3} \quad k_{8,12} = k_{12,8} = -\frac{6 EI_z}{L^2}$$

$$k_{6,6} = \frac{4 EI_z}{L}$$

(2.44)



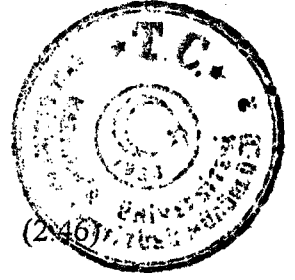
Şekil 2.9 xz düzlemi içinde çubuk eksenine dik yer değiştirme ve dönme deformasyonu yapan çubuk

Şekil 2.5'deki elemanın xz düzlemi içindeki yer değiştirmeleri ve Şekil 2.9'da gösterilen uç dönmeleri alınırsa

$$u(x,t) = \psi_3(x) u_3(t) + \psi_5(x) u_5(t) + \psi_9(x) u_9(t) + \psi_{11}(x) u_{11}(t) \quad (2.45)$$

şeklinde ifade edilir

Denklem (2.45)'teki $\psi_i(x)$ fonksiyonları aşağıdaki sınır şartlarını sağlamalıdır.



$$\begin{aligned}\psi_3(0) = 1 & \quad \psi'_3(0) = \psi_3(L) = \psi'_3(L) = 0 \\ \psi'_5(0) = 1 & \quad \psi_5(0) = \psi_5(L) = \psi'_5(L) = 0 \\ \psi_9(L) = 1 & \quad \psi'_9(0) = \psi_9(0) = \psi'_9(L) = 0 \\ \psi'_{11}(L) = 1 & \quad \psi_{11}(0) = \psi_{11}(L) = \psi'_{11}(L) = 0\end{aligned}$$

Uygun şekil fonksiyonları, Şekil 2.9'deki kiriş elemanının kesme kuvvetleri ve momentleri ile yüklenmesinden oluşan ve denklem (2.46) sınır şartlarını sağlayan deformasyon şekilleri elde edilir.

Sadece uçlarından yüklenmiş, atalet momenti eksen boyunca sabit kiriş elemanının diferansiyel denklemi;

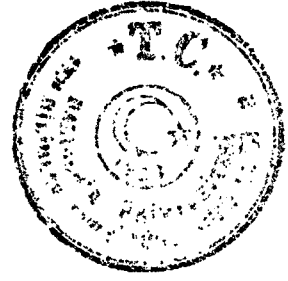
$$E I u^{IV}(x) = 0 \quad (2.47)$$

dır.

Bu denklemin genel çözümü;

$$u_c(x) = c_1 + c_2 \frac{x}{L} + c_3 \left(\frac{x}{L}\right)^2 + c_4 \left(\frac{x}{L}\right)^3 \quad (2.48)$$

dır. Burada yine lineer terimleri normalleştirmek için x yerine x/L kullanılır. Denklem (2.46)'da verilen dört grup sınır şartını denklem (2.48)'de yerlerine koyarsak her bir grup için sınır şartlarından aşağıdaki şekil fonksiyonları



(2.49)

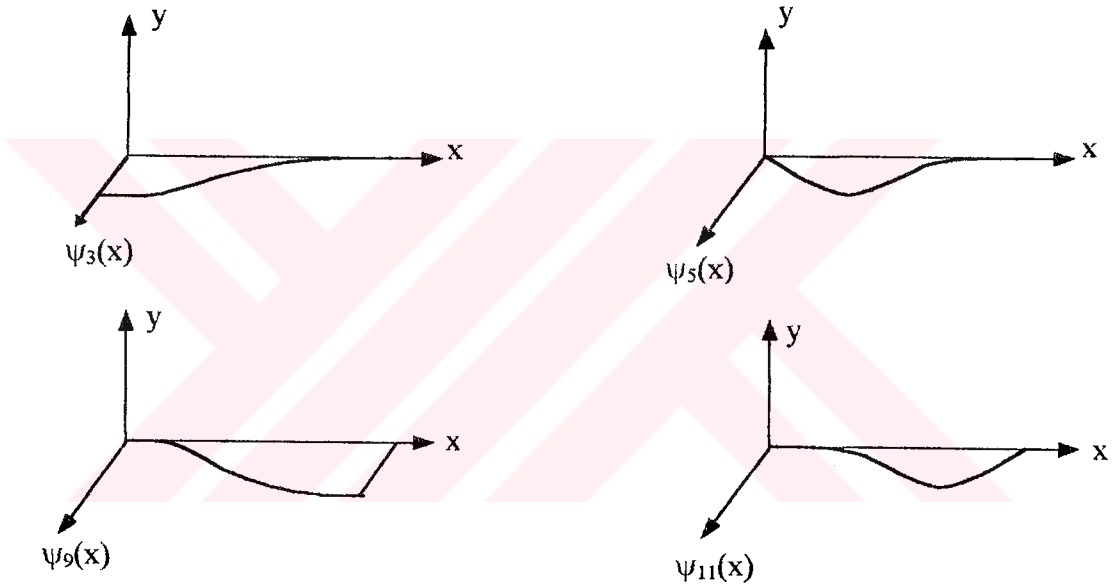
$$\psi_3(x) = 1 - 3\left(\frac{x}{L}\right)^2 + 2\left(\frac{x}{L}\right)^3$$

$$\psi_5(x) = x - 2L\left(\frac{x}{L}\right)^2 + L\left(\frac{x}{L}\right)^3$$

$$\psi_9(x) = 3\left(\frac{x}{L}\right)^2 - 2\left(\frac{x}{L}\right)^3$$

$$\psi_{11}(x) = -L\left(\frac{x}{L}\right)^2 + L\left(\frac{x}{L}\right)^3$$

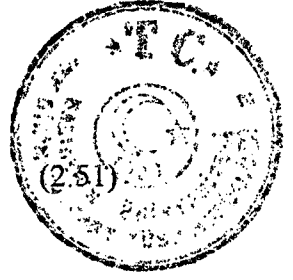
elde edilir. Bu fonksiyonlar Şekil 2.10'da grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.10 Kiriş elemanının xz düzlemindeki eğilme deformasyonu için şekil fonksiyonları

Eğilme deformasyonu yapan kirişe ait kütle ve rijitlik terimlerinin ifadesi

$$m_{ij} = \int_0^L \rho A \psi_i(x) \psi_j(x) dx \quad (2.50)$$



$$k_{ij} = \int_0^L E I_y \psi_i(x) \psi_j(x) dx$$

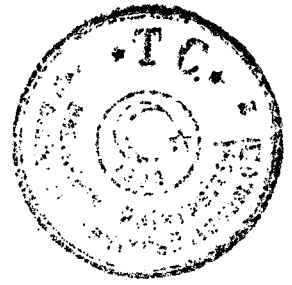
dir.

Denklem (2.49)'daki ifadeleri denklem (2.50)'de yerine koyarsak kütle matrisi elemanları aşağıdaki gibi hesaplanır.

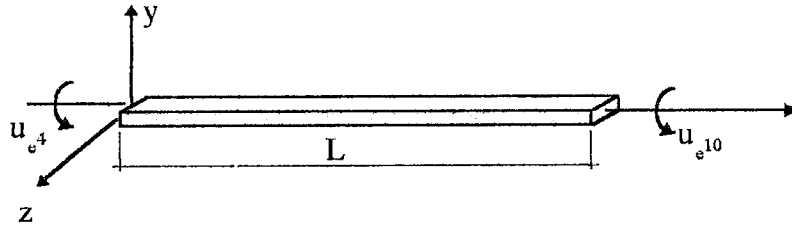
$$\begin{aligned} m_{3,3} &= 156 \frac{\rho AL}{420} & m_{3,5} &= m_{5,3} = -22L \frac{\rho AL}{420} & m_{3,8} &= m_{3,8} = 54 \frac{\rho AL}{420} \\ m_{5,5} &= 4L^2 \frac{\rho AL}{420} & m_{3,11} &= m_{11,3} = 13L \frac{\rho AL}{420} & m_{5,9} &= m_{9,5} = -13L \frac{\rho AL}{420} \\ m_{9,9} &= 156 \frac{\rho AL}{420} & m_{5,11} &= m_{11,5} = -3L^2 \frac{\rho AL}{420} & m_{9,11} &= m_{11,9} = 22L \frac{\rho AL}{420} \\ & & m_{11,11} &= 4L^2 \frac{\rho AL}{420} & & \end{aligned} \quad (2.52)$$

Aynı hesap adımları kullanılarak Denklem (2.49)'daki ifadeleri denklem (2.51)'de yerine koyarsak rijitlik matrisinin elemanları

$$\begin{aligned} k_{3,3} &= \frac{12 EI_y}{L^3} & k_{3,5} &= k_{5,3} = -\frac{6 EI_y}{L^2} & k_{3,9} &= k_{9,3} = -\frac{12 EI_y}{L^3} \\ k_{5,5} &= \frac{4 EI_y}{L} & k_{5,9} &= k_{9,5} = \frac{6 EI_y}{L^2} & k_{3,11} &= k_{3,11} = -\frac{6 EI_y}{L^2} \\ k_{9,9} &= \frac{12 EI_y}{L^3} & k_{5,11} &= k_{11,5} = \frac{12 EI_y}{L^3} & k_{9,11} &= k_{11,9} = -\frac{6 EI_y}{L^2} \\ & & k_{11,11} &= \frac{4 EI_y}{L} & & \end{aligned} \quad (2.53)$$



olarak hesaplanır.



Şekil 2.11 Burulma deformasyonu etkisinde üniform kesitli doğrusal çubuk

Şekil 2.11'de boyu L olan doğrusal çubuk uçlarında $u_4(t)$ ve $u_{10}(t)$ uç dönmeleri genelleştirilmiş deplasman olarak alınabilir.

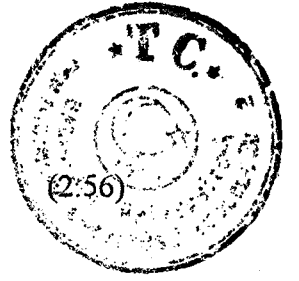
Elemana ait kinetik ve potansiyel enerji

$$V = \frac{1}{2} \int_0^L GJ (u_1'(x,t))^2 dx$$
$$T = \frac{1}{2} \int_0^L \rho I_p (u_1''(x,t))^2 dx$$
(2.54)

Eleman boyunca kesit dönmesini belirten şekil fonksiyonu ;

$$u(x,t) = \psi_4(x) u_4(t) + \psi_{10}(x) u_{10}(t)$$
(2.55)

olarak yazılabilir. Bu şekil fonksiyonu için sağlanması gereken sınır şartları denklem (2.28)'de verilen şartlar ile aynı olup;



$$\begin{aligned}\psi_4(0) &= 0 & \psi_4(1) &= 1 \\ \psi_{10}(0) &= 0 & \psi_{10}(1) &= 1\end{aligned}$$

şeklindedir. Burulma elemanının uçlarına uygulanan statik burulma momenti etkisi altındaki diferansiyel denge denklemi

$$GI_p u''(x) = 0 \quad (2.57)$$

olarak elde edilir. Burulma deformasyonu etkisindeki elemanın diferansiyel denge denklemi ve sınır şartları aksenal deformasyon yapan çubuk elemanın diferansiyel denklemi ile aynı formda ve sınır şartlarında aynı olduğuna göre, şekil fonksiyonları da denklem (2.31)'de verilen şekil fonksiyonları ile aynı olur.

$$\psi_4(x) = 1 - \frac{x}{L} \quad \psi_{10}(x) = \frac{x}{L} \quad (2.58)$$

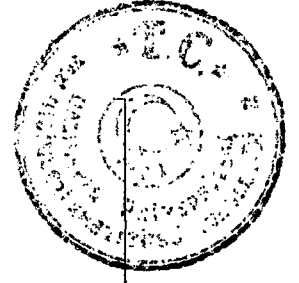
Eksenal deformasyon yapan çubuk halindeki benzer adımlarla eleman matrisi ifadeleri;

$$m_{ij} = \int_0^L \rho I_p \psi_i(x) \psi_j(x) dx \quad (2.59)$$

$$k_{ij} = \int_0^L G J \psi_i(x) \psi_j(x) dx \quad (2.60)$$

olarak bulunur.

Üniform yüklü basit kesitli çubuk elemanı için (2.58) denklemleri, denklem (2.59)'da yerlerine konulursa m_{ij} katsayıları;



$$[K] = \begin{bmatrix} \frac{EA}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EI_z}{L^3} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{12EI_y}{L^3} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{GJ}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{6EI_y}{L^2} & 0 & \frac{4EI_y}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{6EI_z}{L^2} & 0 & 0 & 0 & \frac{4EI_z}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{EA}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{EA}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12EI_z}{L^3} & 0 & 0 & 0 & -\frac{6EI_z}{L^2} & 0 & \frac{12EI_z}{L^3} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{12EI_y}{L^3} & 0 & -\frac{6EI_y}{L^2} & 0 & 0 & 0 & \frac{12EI_y}{L^3} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\frac{GJ}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{GJ}{L} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{6EI_y}{L^2} & 0 & \frac{2EI_y}{L} & 0 & 0 & 0 & \frac{6EI_y}{L^2} & 0 & \frac{4EI_y}{L} \\ 0 & \frac{6EI_z}{L^2} & 0 & 0 & 0 & \frac{2EI_z}{L} & 0 & -\frac{6EI_z}{L^2} & 0 & 0 & \frac{4EI_z}{L} \end{bmatrix}_{12 \times 12} \quad (2.64)$$

olarak elde edilir. [6]

2.4.2.2 Sönüm Özellikleri

Eğer yapıya etkiyen sönüm kuvvetleri nicel olarak belirleyebiliyorsak sonlu eleman yaklaşımı sönüm katsayılarının belirlenmesi için kullanılabilir. Örneğin herhangi bir eleman için sönüm katsayılarını

$$c_{ij} = \int_0^l c(x) \psi_i(x) \psi_j(x) dx \quad (2.63)$$

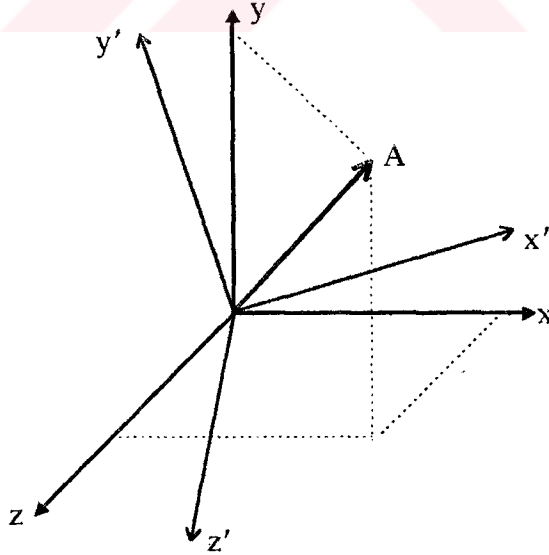
olarak elde edilir.

Burada $c(x)$ dağıtılmış viskoz sönüm özelliğini gösterir. Eleman sönüm etki katsayıları belirlendikten sonra tüm yapının toplam sönümü direkt rijitlik metodunda olduğu gibi süperpozisyon ile elde edilir.

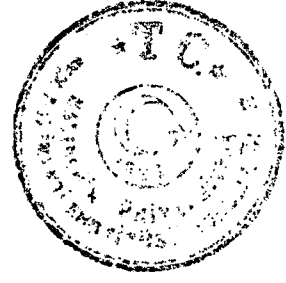


2.5 Eleman Matrislerinin Sistem Koordinatlarında Yazılması

Teşkil edilen eleman rijitlik ve kütle matrisleri kiriş eksenlerine sabitlenmiş eleman koordinatlarındadır. Sistem rijitlik ve kütle matrislerini oluşturacak olan eleman rijitlik ve kütle matrislerinin çoğu sistem koordinatları ile aynı koordinat eksenlerine sahip olabilirler. Yinede ilk olarak bu matrislerin tümünü sistem global koordinatlarına dönüştürmek gerekir. Şekil 2.9 bu iki referans sistemini göstermektedir. x, y, z global sistem koordinatlarını, x', y', z' ise eleman koordinatlarını göstermektedir. Ayrıca burada global koordinatlarda x, y, z , lokal koordinatlarda x', y', z' bileşenlerine sahip bir A vektörü gösterilmiştir. Bu vektör yapının düğüm noktalarındaki bir deplasmanı veya kuvveti gösteriyor olabilir. A vektörünün x', y' veya z' lokal akslarından birinde, bileşenlerini elde etmek için x, y, z eksenlerindeki izdüşümlerini toplamak gerekir.



Şekil 2.12 Genel bir A vektörünün lokal ve global koordinatları



Örneğin A vektörünün x' eksenindeki x bileşeni:

$$x' = x \cos x'x + y \cos x'y + z \cos x'z \quad (2.66-a)$$

dir. Buradaki $\cos x'y$, x ve y aksları arasındaki açılarının kosinüsünü gösterir. Benzer şekilde;

$$\begin{aligned} y' &= x \cos y'x + y \cos y'y + z \cos y'z \\ z' &= x \cos z'x + y \cos z'y + z \cos z'z \end{aligned} \quad (2.66-b)$$

olur. Bu denklemleri matris formunda yazarsak;

$$\begin{Bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos x'x & \cos x'y & \cos x'z \\ \cos y'x & \cos y'y & \cos y'z \\ \cos z'x & \cos z'y & \cos z'z \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x \\ y \\ z \end{Bmatrix} \quad (2.67)$$

ve en genel halde;

$$\begin{Bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{Bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} a_{1'1} & a_{1'2} & a_{1'3} \\ a_{2'1} & a_{2'2} & a_{2'3} \\ a_{3'1} & a_{3'2} & a_{3'3} \end{bmatrix}}_{a_{i'j}} \begin{Bmatrix} x \\ y \\ z \end{Bmatrix} \quad (2.68)$$

şeklinde yazılabilir.

Şekil 2.13'de belirtilen eksen takımını seçelim. Bu eksen takımını 2 eksenini etrafında β açısı kadar döndürelim. Bu durumda denklem (2.67)

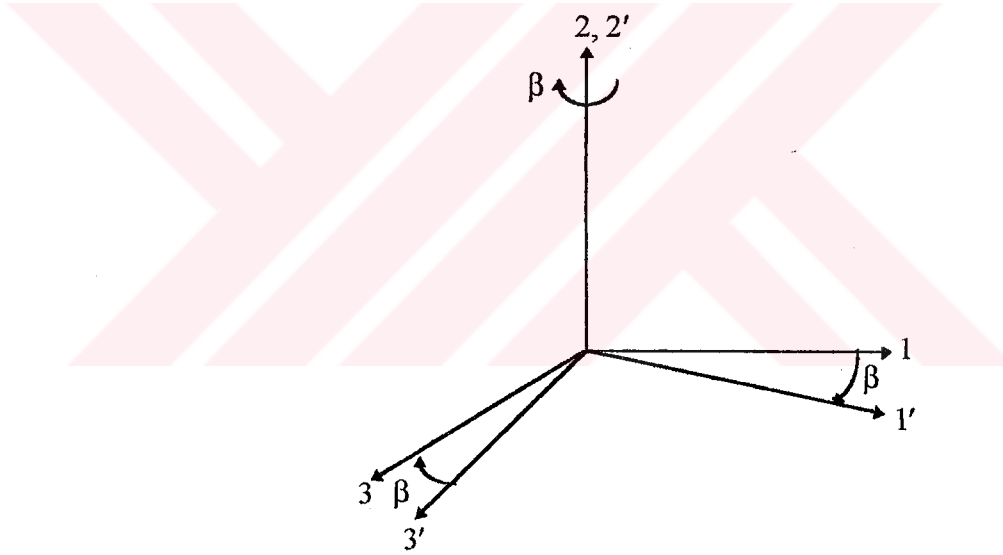


$$\begin{cases} x' \\ y' \\ z' \end{cases} = \underbrace{\begin{bmatrix} \cos\beta & 0 & \sin\beta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\beta & 0 & \cos\beta \end{bmatrix}}_{R_\beta} \begin{cases} x \\ y \\ z \end{cases}$$

olur. Burada $[R_\beta]$, β dönmesinden oluşan $[R]$ matrisidir ve elemanları

$$[R_\beta] = \begin{bmatrix} \cos\beta & 0 & \sin\beta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\beta & 0 & \cos\beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} CB & 0 & SB \\ 0 & 1 & 0 \\ -SB & 0 & CB \end{bmatrix} \quad (2.70)$$

olarak ifade edilir.



Şekil 2.13 Eksen takımının 2 eksenini etrafında β kadar döndürülmesi

Daha sonra ikinci döndürme işlemini ilk döndürülmüş sistemin $3'$ eksenini etrafında θ kadar Şekil 2.14'te gösterildiği gibi döndürelim.



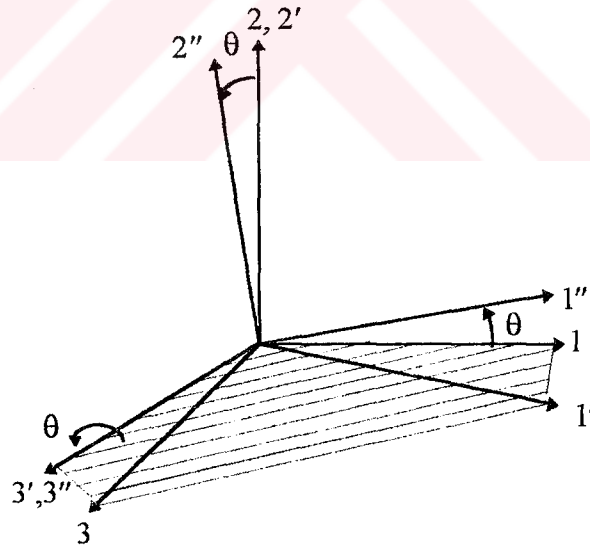
Şekil 2.14'te döndürülmüş sistem çift indis ile gösterilmiştir. Buradaki θ açısı $1''$ aksı ile $1'$, $3'$ (aynı zamanda $1,3$) düzlemi arasındaki açıdır. Bu işlemden sonra denklem (2.67)

$$\begin{Bmatrix} x'' \\ y'' \\ z'' \end{Bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}}_{R_\theta} \begin{Bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{Bmatrix} \quad (2.71)$$

şeklini alır. ve buradaki R_θ matrisi

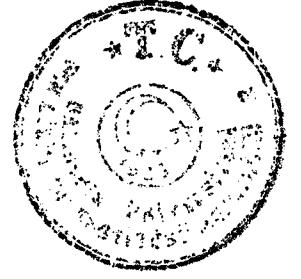
$$[R_\theta] = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} CT & ST & 0 \\ -ST & CT & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.72)$$

olarak ifade edilir.



Şekil 2.14 Eksen takımının $3'$ eksenini etrafında θ kadar döndürülmesi

Son olarak ta 2. döndürme işlemini uyguladığımız eksen takımını $1''$ eksenini etrafında Şekil 2.15'de gösterildiği gibi α kadar döndürelim.



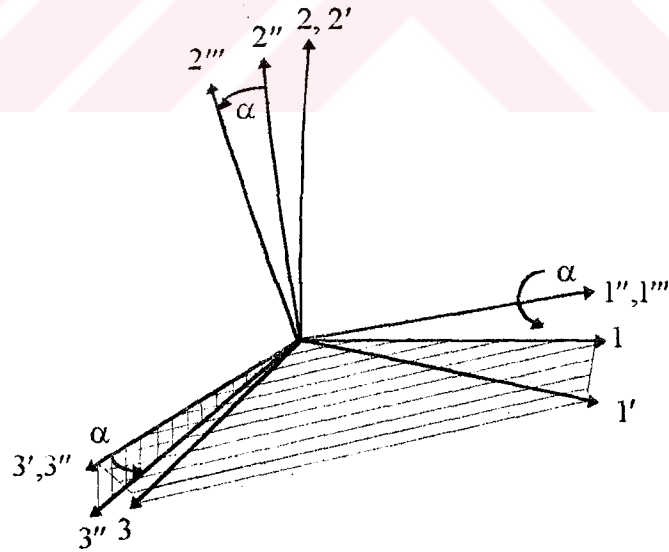
Bu durumda Denklem (2.67)

$$\begin{Bmatrix} x''' \\ y''' \\ z''' \end{Bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha & \sin\alpha \\ 0 & -\sin\alpha & \cos\alpha \end{bmatrix}}_{R_\alpha} \begin{Bmatrix} x'' \\ y'' \\ z'' \end{Bmatrix} \quad (2.73)$$

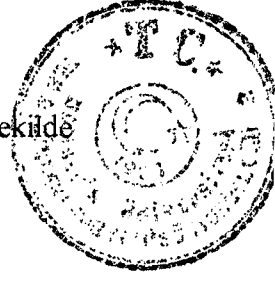
olarak yazılır. Burada R_α

$$[R_\alpha] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha & \sin\alpha \\ 0 & -\sin\alpha & \cos\alpha \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & CA & SA \\ 0 & -SA & CA \end{bmatrix} \quad (2.74)$$

olarak ifade edilir.



Şekil 2.16 Eksen takımının $1'''$ eksenini etrafında α kadar döndürülmesi



En genel hal için Denklem (2.68) de verilen $a_{i'j}$ aşağıdaki şekilde hesaplanabilir.

$$\begin{Bmatrix} x''' \\ y''' \\ z''' \end{Bmatrix} = V_{i'''} \quad \begin{Bmatrix} x'' \\ y'' \\ z'' \end{Bmatrix} = V_{i''} \quad \begin{Bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{Bmatrix} = V_{i'} \quad \begin{Bmatrix} x \\ y \\ z \end{Bmatrix} = V_i \quad (2.75)$$

$$V_{i'''} = a_{i'''} V_{i''} \quad V_{i''} = a_{i''} (a_{i'} V_i) = a_{i''} a_{i'} (a_i V_i) \quad (2.76)$$

Bu durumda $R_\alpha = a_{i'''} V_{i''}$, $R_\beta = a_{i''} V_{i'}$ ve $R_\theta = a_{i'} V_i$ dir.

Böylece

$$V_{i'''} = R_\alpha R_\beta R_\theta V_i \quad (2.77)$$

dir.

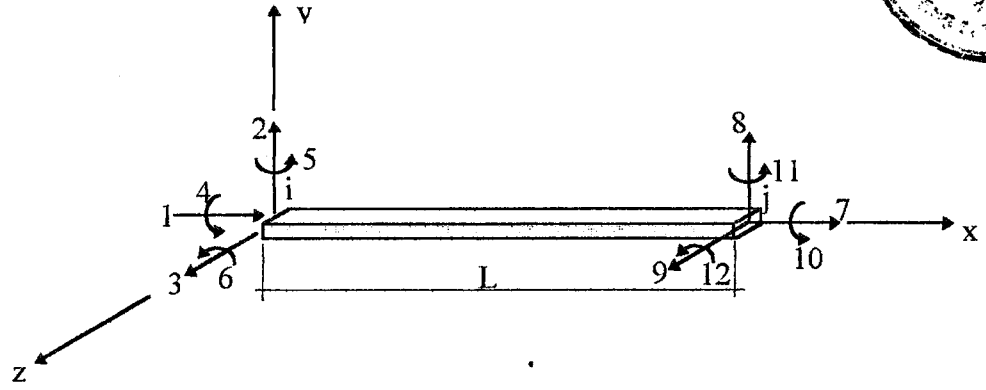
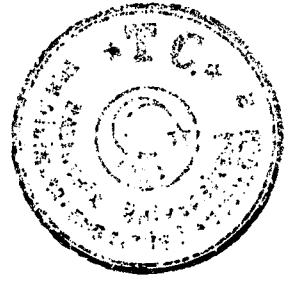
Bu durumda;

$$R = R_\alpha R_\beta R_\theta \quad (2.78)$$

O halde [R] matrisi

$$R = \begin{bmatrix} CB * CT & ST & SB * CT \\ -CA * CB * ST - SA * SB & CA * CT & -CA * SB * ST + SA * CB \\ SA * CB * ST - CA * SB & -SA * CT & SA * SB * ST + CA * CB \end{bmatrix} \quad (2.79)$$

olarak ifade edilir.



Şekil 2.17 Eleman koordinatlarındaki kiriş

Elemanın i ucunda düğüm noktası ötelemelerini göstermek için bir vektör gerekmektedir. Bu ötelemeler 1,2,3 referansları ile Şekil 2.17’de gösterilmiştir. İkinci bir vektörde dönmelere karşılık gelen 4,5,6 referanslarına karşılık gelmektedir. Aynı şekilde elemanın j ucunda da 7,8,9 ötelemelerine karşılık gelen bir vektör ve 10,11,12 dönmelerine karşılık gelen başka bir vektör daha vardır. Böylece eleman için dört tane farklı deplasman vektörü vardır.

Yukarıda verilen vektör dönüşümü kurallarından $[R]$ matrisi ile sadece bir vektörün dönüştürülebileceği açıktır. Uzay çubuk eleman için dört deplasman vektörünün dönüşümüne ihtiyaç vardır. Bu şekilde aşağıdaki formda verilen $[RT]$ matrisi oluşturulur.

Uzay çubuk eleman için dönüştürme matrisi [7]

$$[RT] = \begin{bmatrix} [R] & & & \\ & [R] & & \\ & & [R] & \\ & & & [R] \end{bmatrix}_{12 \times 12} \quad (2.80)$$

dir. Şekil 2.17’de verilen uzay çubuk elemanın global koordinatlardaki 12 adet düğüm noktası deplasmanlarını $\{\bar{u}\}$, lokal koordinatlardaki $\{u\}$ deplasmanlarına



dönüştürebilmek için $[T]$ matrisinden faydalanarak eleman ve koordinatlarındaki deplasmanlar arasındaki bağıntı

$$\{u\} = [T] \{\bar{u}\} \quad (2.81)$$

olarak elde edilir. Benzer şekilde global koordinatlardaki $\{\bar{P}\}$ düğüm noktası kuvvetlerini, lokal koordinatlardaki $\{P\}$ düğüm noktası kuvvetlerine dönüştürebilmek için dönüşüm

$$\{P\} = [T] \{\bar{P}\} \quad (2.82)$$

bağıntısı ile sağlanır.

Sonuç olarak $[\bar{K}]$ rijitlik ve $[\bar{M}]$ kütle matrislerini global sistem koordinatlarında elde edebilmek için

$$\{P\} = [K] \{u\} \quad (2.83)$$

yazılır. Bu durumda

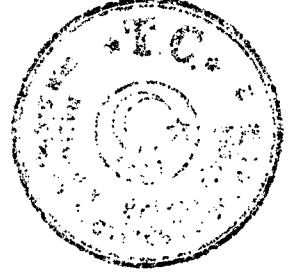
$$[RT] \{\bar{P}\} = [K] [RT] \{\bar{u}\} \quad (2.84)$$

veya

$$\{\bar{P}\} = [RT]^T [K] [RT] \{\bar{u}\} \quad (2.85)$$

olur. Yukarıdaki denklemden verilen $[RT]$ matrisi ortogonal bir matristir. Denklem (2.85)'den;

$$\{\bar{P}\} = [\bar{K}] \{\bar{u}\} \quad (2.86)$$



olarak yazılabilir. Denklem (2.86)'daki $[\bar{K}]$ matrisi

$$[\bar{K}] = [RT]^T [K] [RT]$$

(2.87)

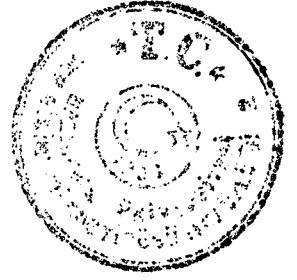
olarak yazılabilir. Benzer şekilde kütle matrisini de,

$$[\bar{M}] = [RT]^T [M] [RT]$$

(2.88)

olarak yazabiliriz. [8]

Koordinat dönüşümü uyguladığımız matrisler daha sonra sistem rijitlik ve kütle matrislerine verilen kurallara ve esaslara bağlı kalınarak yerleştirilir.



3 DİNAMİK DENGE DENKLEMLERİNİN ÇÖZÜMÜ

3.1 Giriş

Dinamik denge denklemlerinin çözümü için kullanılan çeşitli yöntemler mevcuttur. Her bir yöntem yapı ve yükleme tipine bağlı olarak avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Kullanılan yöntemler dört başlıkta toplanabilir. Bunlar sırası ile ;

- a) Adım Adım Çözüm Metodu
- b) Frekans Tanım Alanında Çözüm
- c) Davranış Spektrumu Analizi
- d) Mod Birleştirme Yöntemi

dür. Bu yöntemleri kısaca özetleyecek olursak:

3.1.1 Adım Adım Çözüm Metodu

Bu metot bir artım metodudur. Artım metodu dinamik analiz için en genel yöntemdir. Denge denklemlerinin Δt , $2\Delta t$, $3\Delta t$ vb. zamanlarda çözüldüğü bir metottur. Çok fazla sayıda farklı artım metodu mevcuttur. Genelde bu metot her zaman artımında denge denklemlerinin sonuçlarını içeren gruplar oluşturur. Nonlineer analizde, her zaman adımında tüm yapı sistemi için rijitlik matrisini tekrar oluşturmak gerekir. Ayrıca dengeyi sağlayabilmek için her adımda iterasyona ihtiyaç vardır. Sonuç olarak yüzlerce serbestlik derecesine sahip yapıları çözmek zaman alır.

Ek olarak stabil bir sonuç için nümerik veya hayali bir sönüm çözümleri artım metoduna ilave edilmelidir. Bundan dolayı mühendisler sonuçların yorumlanmasında

çok dikkatli olmalıdır. Sismik harekete maruz nonlinear yapılar için artım metotları uygulanır.



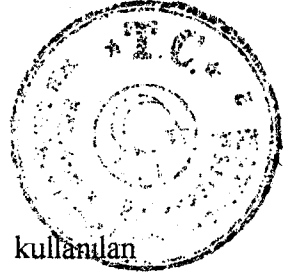
3.1.2 Frekans Tanım Alanında Çözüm

Dinamik denge denklemlerini zaman tanım alanında çözmek için kullanılan temel yaklaşım dış yük $F(t)$ 'lerin Fourier Serilerine veya Fourier İntegrallerine açılmasıdır. Çözüm $-\infty$ 'dan $+\infty$ 'a kadar olan zaman dilimini içeren kompleks sayılardır. Bundan dolayı rüzgar, deniz dalgaları, akustik ve mekanik titreşim gibi periyodik yüklemeler için etkili bir yöntemdir[3].

3.1.3 Davranış Spektrumu Analizi

Lineer elastik analizle sınırlı temel Mod Birleştirme metodu toplam zaman artımı davranışını zemin hareketi yüklerinden dolayı düğüm noktaları deplasmanları ve eleman kuvvetlerini hesaplar.

Yapısal sistemlerde deplasmanların ve eleman kuvvetlerinin davranış spektrumu metodu kullanılarak sismik analizinde önemli hesaplama avantajları vardır. Metot çeşitli deprem hareketlerinin ortalamalarını içeren dizayn spektrumu kullanılarak her bir moddaki deplasmanların ve eleman kuvvetlerinin maksimum değerlerinin hesaplanmasını içerir.



3.1.4 Mod Birleştirme Yöntemi

Lineer yapısal sistemlerin sismik analizi için en etkili ve en çok kullanılan yaklaşım Mod Birleştirme Yöntemidir [3,9,10]. Bu metot bir grup ortogonal vektörler elde edildikten sonra büyük global denge denklemlerini nispeten küçük sayıda bağımsız ikinci dereceden diferansiyel denklemlere dönüştürür. Bu nümerik çözüm çok küçük hesaplama zamanı gerektirir.

Sismik hareketlerin yapının sadece düşük frekanslarını etkilediği gösterilmiştir [11]. Deprem zemin ivmeleri saniyede 200 noktalık bir artışla kaydedilir. Bu yüzden temel yükleme datası 50 devir/s'den yüksek bilgileri içermez. Bundan dolayı yüksek modların mod şekillerinin ihmalı hata oluşturmaz.

Mod Birleştirme Metodunun esası yapının davranışını dinamik serbestlik derecesi kadar sayıda birbirinden bağımsız tek serbestlik dereceli sistemlerin davranışının lineer kombinasyonu ile tayin etmektedir[12].

Bu yöntemde maksimum iç kuvvetler ve yer değiştirmeler, binada yeterli sayıda doğal titreşim modunun her biri için hesaplanan maksimum katkıların istatikselsel olarak birleştirilmesi ile elde edilir[15].

Bir yapının serbest titreşimi sistem üzerine etki eden bir kuvvet olmadığı halde sadece başlangıç şartlarına bağlı yapmış olduğu harekettir. Uygulamada, yapının serbest titreşiminden dolayı hareketi ile çok az karşılaşılır. Böyle olmakla beraber, serbest titreşim hareketinden yapının doğal frekansı ve mod şekilleri gibi dinamik özelliklerinin belirlenmesi için önem taşır.

Çok serbestlik dereceli serbest titreşim yapan bir sistem için hareket denklemi

$$[M]\{\ddot{u}\} + [K]\{u\} = 0 \quad (3.1)$$



şeklindedir. Bu denkleminin çözülmesi sonucunda yapının her moduna ait periyodu ve şekil değiştirmiş hali belirlenir.

Denklem (3.1)'de hareket denklemi verilen sistemin serbestlik derecesi doğrultusundaki yer değiştirmeleri

$$u_i(t) = \phi_i e^{i\omega t} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3.2)$$

veya

$$\{u(t)\} = \{\phi\} e^{i\omega t} \quad (3.3)$$

şeklinde ifade edilir. (3.3) denklemi ile verilen yer değiştirme fonksiyonu ve türevleri (3.1) denkleminde yerine konursa;

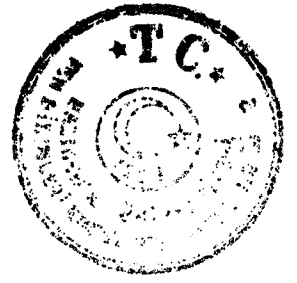
$$-\omega^2 [M] \{\phi\} e^{i\omega t} + [K] \{\phi\} e^{i\omega t} = 0 \quad (3.4)$$

elde edilir. (3.3) denklemini yeniden düzenlersek;

$$([K] \{\phi\} - \omega^2 [M]) \{\phi\} = 0 \quad (3.5)$$

olarak yazılabilir.

(3.3) veya (3.4) denklem takımının çözümü matematikte özdeğer ve özvektör problemleri olarak bilinir.



3.2.1 Özdeğer Ve Özvektörlerin Hesabı

Denklem (3.5) deki $[M]$, diagonal kütle matrisidir. Bu matrisin tersinin karekökü ile Denklem (3.5)'i çarparsak

$$[M]^{-\frac{1}{2}} [K] [M]^{-\frac{1}{2}} [M]^{\frac{1}{2}} \{a\} - \omega^2 [M]^{-\frac{1}{2}} [M] \{a\} = 0 \quad (3.6)$$

elde edilir. Burada;

$$[A] = [M]^{-\frac{1}{2}} [K] [M]^{-\frac{1}{2}} \quad (3.7)$$

$$\{X\} = [M]^{\frac{1}{2}} \{a\} \quad (3.8)$$

olarak ifade edilirse (3.5) denklemi;

$$[A] \{X\} - \omega^2 \{X\} = 0 \quad (3.9)$$

şeklinde elde edilen matematikte bilinen standart öz değerler probleminin karakteristik denklemi elde edilmiş olur. (3.9) denkleminde ω^2 ve X değerlerini bulma problemine özdeğerler problemi denir. Sistemin aranan öteleme vektörleri ise (3.8) denkleminde bulunacak öz vektörler yardımı ile;

$$\{a\} = [M]^{-\frac{1}{2}} \{X\} \quad (3.10)$$

bağıntısından hesaplanır. Denklem (3.9) açık olarak yazılır ve $\omega^2 = \lambda$ olarak ifade edilir;



d- Birbirinden farklı λ_j ve λ_k gibi iki öz değer için bulunan iki öz vektörün çarpımı;

$$\{X\}_j^T \{X\}_k = 0 \quad (3.15)$$

dir. Bu özelliğe ortagonallik özelliği denir ve sadece simetrik matrisler için geçerlidir. Farklı iki öz vektörün skaler çarpımının sıfır olması bu iki vektörün birbirine dik olmasını gerektirir. Eğer, $j=k$ ise, yani özel vektörler aynı ise, yani öz vektörler birbirine eşit ise, bu iki vektörün skaler çarpımı bire eşit olmalıdır.

$$\{X\}_j^T \{X\}_k = 1 \quad (3.16)$$

Bu özelliğe normallik şartı denir. Bir öz vektörün kendi transpozu ile çarpımı bire eşit değilse, B gibi bir sayıya eşit çıkıyorsa bu vektörün her terimini \sqrt{B} 'ye bölerek o vektörü normal hale getirmek mümkündür. Bu işleme normalleştirme denir.

Böylece gösterilebilir ki, n serbestlik dereceli sistemin serbest titreşimi için bulunacak n adet özdeğer ve özvektör vardır. Öz vektörlerin oluşturduğu matris;

$$[\phi] = \{a\}_1 + \{a\}_2 + \dots + \{a\}_n \quad (3.17)$$

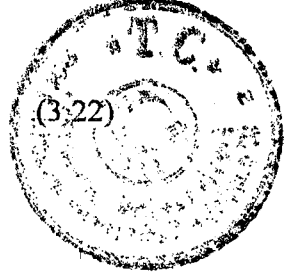
olarak gösterilirse yukarıda belirtilen özelliklerden faydalanarak;

$$[\phi]_{n \times n}^T [K]_{n \times n} [\phi]_{n \times n} = [K_n] \quad (3.18)$$

$$[\phi]_{n \times n}^T [M]_{n \times n} [\phi]_{n \times n} = [M_n] \quad (3.19)$$

elde edilir [5,13]

$$\alpha m_{ii}^{(k)} + (1 + \gamma \alpha) m_{ij}^{(k)} + \gamma m_{jj}^{(k)} = 0$$



Eğer

$$\frac{k_{ii}^{(k)}}{m_{ii}^{(k)}} = \frac{k_{jj}^{(k)}}{m_{jj}^{(k)}} = \frac{k_{ij}^{(k)}}{m_{ij}^{(k)}} \quad (3.23)$$

ise $\alpha = 0$, $\gamma = -\frac{k_{ij}^{(k)}}{m_{ij}^{(k)}}$ olarak kullanırız. Genelde (3.21) ve (3.22) denklemlerini

kullanarak α ve γ 'yı bulmak için;

$$\begin{aligned} \bar{k}_{ii}^{(k)} &= k_{ii}^{(k)} m_{ij}^{(k)} - m_{ii}^{(k)} k_{ij}^{(k)} \\ \bar{k}_{jj}^{(k)} &= k_{jj}^{(k)} m_{ij}^{(k)} - m_{jj}^{(k)} k_{ij}^{(k)} \\ \bar{k}_{ij}^{(k)} &= k_{ii}^{(k)} m_{jj}^{(k)} - m_{ij}^{(k)} k_{ii}^{(k)} \end{aligned} \quad (3.24)$$

şeklinde tanımlarız ve

$$\gamma = -\frac{\bar{k}_{ii}^{(k)}}{X} ; \quad \alpha = \frac{\bar{k}_{jj}^{(k)}}{X} \quad (3.25)$$

α ve γ 'yı belirlemek için kullanılan X 'in değeri aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$X = \frac{\bar{k}^{(k)}}{2} + \text{sign}(\bar{k}^{(k)}) \sqrt{\left(\frac{\bar{k}^{(k)}}{2}\right)^2 + \bar{k}_{ii}^{(k)} \bar{k}_{jj}^{(k)}} \quad (3.26)$$

α ve γ arasındaki ilişkiler kullanılır. Bu ilişkiler $[M]$ matrisin dolu pozitif bir matris veya bant matris için geliştirilmiştir. Bu durumda:

$$\left(\frac{\bar{k}^{(k)}}{2}\right)^2 + \bar{k}_{ii}^{(k)} \bar{k}_{jj}^{(k)} > 0 \quad (3.27)$$



ve bundan dolayı X her zaman sıfırdan farklıdır. Ek olarak algoritmanın doğru çalışabilmesi için $|P_k| \neq 0$ 'dır.

$[M]$ kütle matrisinin diyagonal olmadığı durumlarda kütle katılım oranı

$$\left(\frac{(m_{ij}^{(k)})^2}{m_{ii}^{(k)} m_{jj}^{(k)}} \right)^{1/2} \text{ hesaplanmalıdır ve dönüşüm } [K] \text{ ve } [M] \text{ matrislerine uygulanmalıdır.}$$

Yakınsaklık, özdeğerlerin birbirine yakınlığı ve köşegen üzerindeki elemanların yeterince küçük olması ile ölçülür.

l son iterasyonu gösterdiğinde, yakınsaklık;

$$\frac{|\lambda_i^{(\ell+1)} - \lambda_i^{(\ell)}|}{\lambda_i^{(\ell+1)}} \leq 10^s \quad ; i = 1, 2, \dots, n \quad (3.28)$$

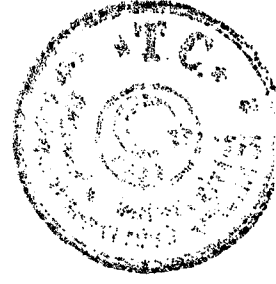
burada

$$\lambda_i^{(\ell)} = \frac{k_{ii}^{(\ell)}}{m_{ii}^{(\ell)}} \quad ; \quad \lambda_i^{(\ell+1)} = \frac{k_{ii}^{(\ell+1)}}{m_{ii}^{(\ell+1)}} \quad (3.29)$$

ve

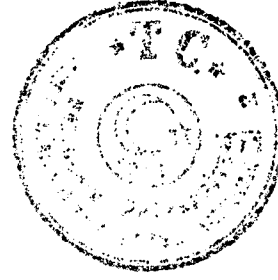
$$\left[\frac{(k_{ij}^{(\ell+1)})^2}{k_{ii}^{(\ell+1)} k_{jj}^{(\ell+1)}} \right]^{1/2} \leq 10^s \quad ; \quad \left[\frac{(m_{ij}^{(\ell+1)})^2}{m_{ii}^{(\ell+1)} m_{jj}^{(\ell+1)}} \right]^{1/2} \leq 10^s \quad \text{tüm } i, j \text{ ler için } i < j \quad (3.30)$$

Buradaki 10^s yakınsaklık için verilen toleranstır [10].



Tablo 3-1 Genelleştirilmiş Jacobi Metodunun Özeti

İŞLEM	HESAPLAMA
Katılım oranlarının hesaplanması	$\frac{(k_{ij}^{(k)})^2}{k_{ii}^{(k)} k_{jj}^{(k)}}, \quad \frac{(m_{ij}^{(k)})^2}{m_{ii}^{(k)} m_{jj}^{(k)}}$ $\bar{k}_{ii}^{(k)} = k_{ii}^{(k)} m_{ij}^{(k)} - m_{ii}^{(k)} k_{ij}^{(k)}$ $\bar{k}_{jj}^{(k)} = k_{jj}^{(k)} m_{ij}^{(k)} - m_{jj}^{(k)} k_{ij}^{(k)}$ $\bar{k}_{ji}^{(k)} = k_{ii}^{(k)} m_{ij}^{(k)} - m_{jj}^{(k)} k_{ij}^{(k)}$
Sıfır elemanlara transformasyon	$X = \frac{\bar{k}^{(k)}}{2} + \text{sign}(\bar{k}^{(k)}) \sqrt{\left(\frac{\bar{k}^{(k)}}{2}\right)^2 + \bar{k}_{ii}^{(k)} \bar{k}_{jj}^{(k)}}$ $\gamma = -\frac{\bar{k}_{ii}^{(k)}}{X}; \quad \alpha = \frac{\bar{k}_{jj}^{(k)}}{X}$
Özvektörlerin hesaplanması	$[K_{k+1}] = [P_k]^T [K_k] [P_k] \quad [K_{k+1}] = [P_k]^T [M_k] [P_k]$ $(P_1, P_2, \dots, P_{k-1}) P$
Her bir iterasyon adımı için yapılan işlemler	



4. DİNAMİK DAVRANIŞ SPEKTRUMU İLE DEPREM KUVVETLERİNİN HESABI

4.1 Kat Döşemeleri Yatayda Rijit Diyafram Olarak Kabul Edilen Yapıların Hareket Denklemlerinin Yazılması

Yapıları modellemek için kullanılan serbestlik derecesi sayısı sadece yapının konfigürasyonunu belirtmez ayrıca gerçek şekil değiştirme dağılımını uygun olarak elde etmek için sonlu eleman ağ sayısının geliştirilmesi de önemli bir düşüncedir. Her bir sonlu elemanın rijitlik özelliklerini kontrol eden temel faktör, kabul edilen yerdeğiştirme interpolasyon fonksiyonları ile eleman deplasmanlarındaki değişimdir. Elemanda oluşan şekil değiştirme dağılımı kabul edilen deplasman fonksiyonlarına bağlıdır.

Dinamik analizde atalet kuvvetlerini kontrol eden düğüm noktaları deplasmanları gerilme dağılımında olduğu gibi hassas değildir. Sonuç olarak dinamik deplasmanlar için yeterli yaklaşıklığa sahip bir analiz yapabilmek için daha küçük serbestlik derecesi sayısına ihtiyaç vardır ve bu deplasmanlardan dolayı oluşan gerilme dağılımı gerekli olduğu kadar sonlu eleman ağı kullanılarak statik analiz ile belirlenir.

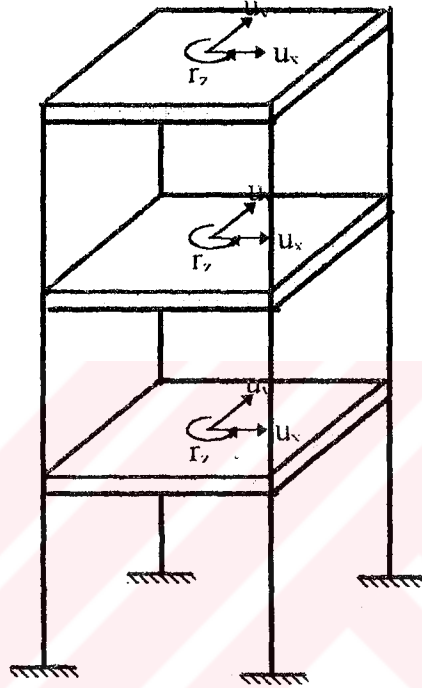
Serbestlik derecesini matematik modelde azaltmak için en basit yöntem birçok serbestlik derecesini daha küçük deplasman değişkenleri olarak ifade etmektir. Deplasman olarak ifade edilen zorlamalar tek (veya birkaç) serbestlik derecesi olarak ifade edilir.

Çok katlı bir yapının katlarının düşey yönde fleksible ve genellikle kendi düzlemlerinde oldukça rijit oldukları kabul edilir. Bu kabul ile kattaki bütün düğüm noktalarının yatay deplasmanları, kendi düzlemindeki iki yatay deplasman bileşeni ile



düŖey eksen etrafında dönme olarak verilen üç rijit diyafram serbestlik derecesine bağlanır.

Ŗekil 4.1'de verilen üç katlı çerçevenin deprem etkisi altında hareket denklemini kat döŖemelerinin rijit diyafram gibi davrandığını kabul ederek yazalım.



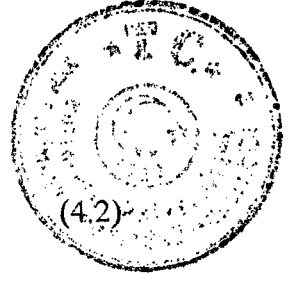
Ŗekil 4.1 Üç katlı yapı ve kat hizalarında tanımlanan serbestlik dereceleri

Kolon rijiliklerinin hesabı:

Lineer bir sistem için yatay kuvvet f_s ile oluşan deformasyon u arasındaki bağıntı lineerdir.

$$f_s = k u \quad (4.1)$$

Bu denklemde verilen k sisteme ait yatay rijitlik katsayısıdır ve birimi kuvvet/uzunluktur. Yapının küçük deplasmanları için belirlenen f_s - u bağıntısı yapının büyük deplasmanları içinde geçerlidir. Bir kolona ait yatay rijitlik değeri



$$k = \frac{12EI}{h^3}$$

olarak hesaplanır. Bu denklemdaki h kat yüksekliğidir.

Tüm kolon rijitliklerini hesaplayabilmek için ilave bir parametreye ihtiyacımız vardır, buda kiriş-kolon rijitlik oranı ρ olarak isimlendirilir. Bu oran kattaki kolon-kiriş özelliklerine bağlıdır.

$$\rho = \frac{\sum_{\text{kirişler}} EI_b / L_b}{\sum_{\text{kolonlar}} EI_c / L_c} \quad (4.3)$$

Bu denklemden verilen L_b ve L_c kolon ve kiriş uzunluklarıdır. Kolona yatay rijitlik katsayıları herhangi bir I_b , I_c değeri için elemanlardaki kesme deformasyonları ihmal edilerek j . kattaki i nolu kolona ait yatay rijitlik katsayısı,

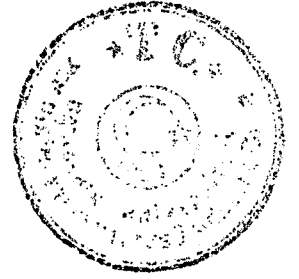
$$k_{ji} = \frac{12EI}{h^3} \frac{12\rho + 1}{12\rho + 4} \quad (4.4)$$

olarak elde edilir.

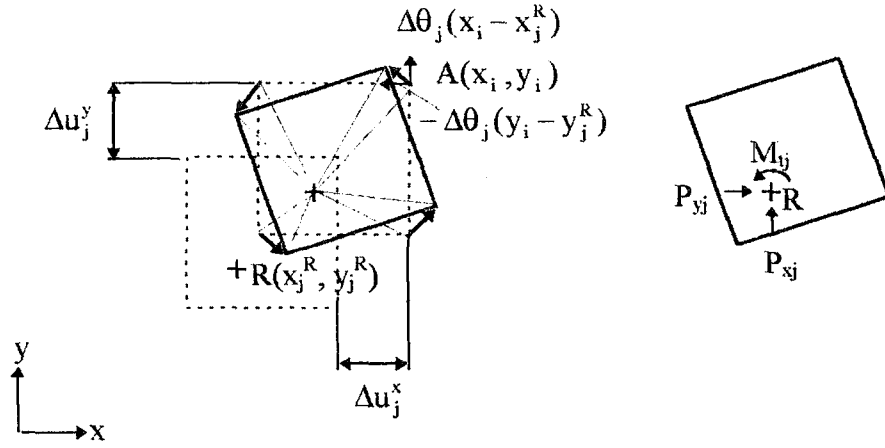
Herhangi bir j 'inci katın Δu_j^x ve Δu_j^y yer değiştirmeleri ve $\Delta \theta_j$ dönmesi yapıldığını kabul edelim. Verilen bu kat yer değiştirmelerinin, koordinatları daha sonra hesaplanacak bir kat rijitlik merkezine göre belirlendiği kabul edilecektir. Böylece j 'inci kattaki bir kolonun üst ucunun toplam yer değiştirmesi,

$$\Delta u_{ji}^x = \Delta u_j^x - \Delta \theta_j (y_i - y_j) \quad (4.5)$$

$$\Delta u_{ji}^y = \Delta u_j^y - \Delta \theta_j (x_i - x_j) \quad (4.6)$$



olarak yazılabilir.



Şekil 4.2 j'inci kata ait kat yerdeğiştirmeleri ve dönmesi

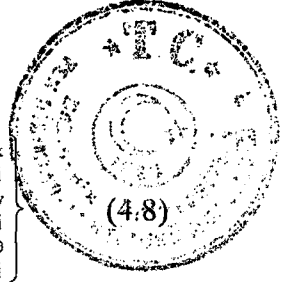
Bu yerdeğiştirmeleri meydana getirebilmek için R noktasına uygulanması gereken iki doğrultudaki kuvvetler ve burulma momenti kolon rijitlikleri kullanılarak bulunacak K_j^x ve K_j^y toplam kat öteleme ve K_j^0 kat burulma rijitlikleri

$$K_j^x = \sum_i k_{ji}^x$$

$$K_j^y = \sum_i k_{ji}^y \quad (4.7)$$

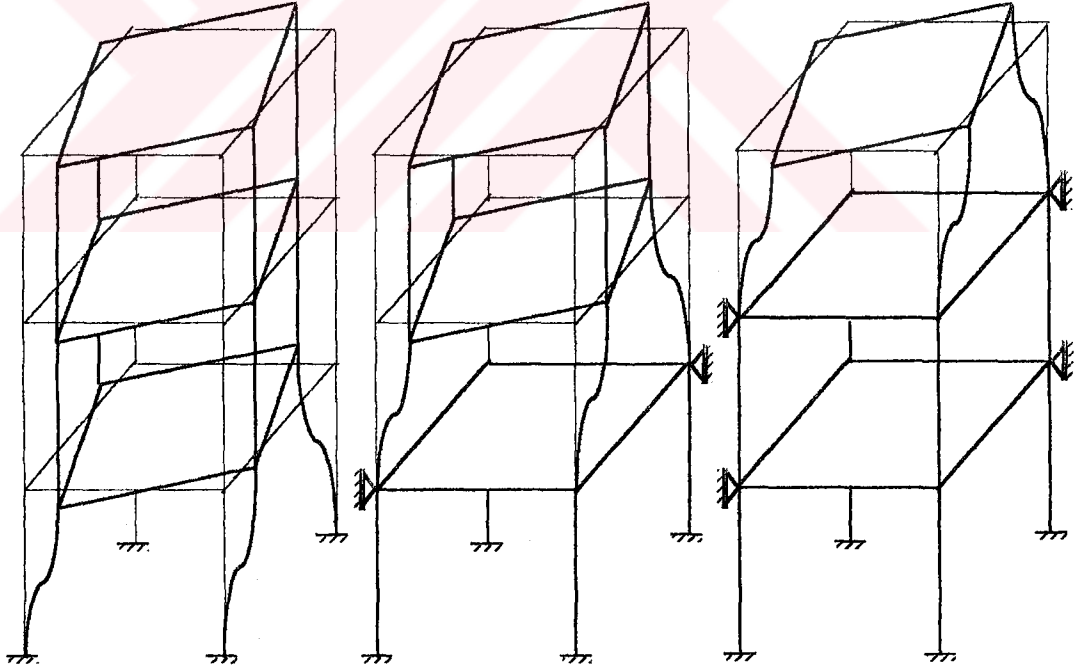
$$K_j^0 = \sum_i [k_{ji}^y (x_i - x_j^R)^2 + k_{ji}^x (y_i - y_j^R)^2]$$

olmak üzere aşağıdaki şekilde hesaplanır.

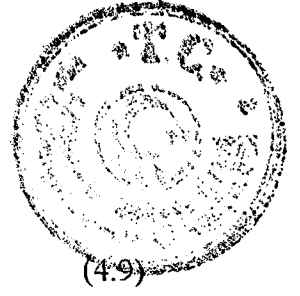


$$\begin{Bmatrix} P_{xj} \\ P_{yj} \\ P_{\phi j} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} K_j^x & 0 & y_j^R K_j^x - \sum_i k_{ji}^x y_i \\ 0 & K_j^y & -x_j^R K_j^y + \sum_i k_{ji}^y x_i \\ \text{simetrik} & & K_j^\theta \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \Delta u_j^x \\ \Delta u_j^y \\ \Delta u_j^\theta \end{Bmatrix} \quad (4.8)$$

Bir katta bulunan kolonların rijitlik merkezi, söz konusu kolonların üst döşemesine uygulanacak kuvvetlerin, alt döşemenin yerdeğiştirmeleri önlenmesi koşulu ile, yalnız kendi doğrultularında yerdeğiştirme ve burulma momentinin de sadece dönme meydana getireceği nokta olarak tarif edilebilir. Her kat rijitlik merkezinin belirlenmesi için gözönüne alınması gereken yer değiştirme durumları Şekil4.2'de gösterilmiştir. Verilen bu koşul ancak yukarıdaki katsayılar matrisinin köşegen dışı elemanlarının sıfır olması ile gerçekenir. Bu sonuç rijitlik merkezinin koordinatlarını tarif eder;



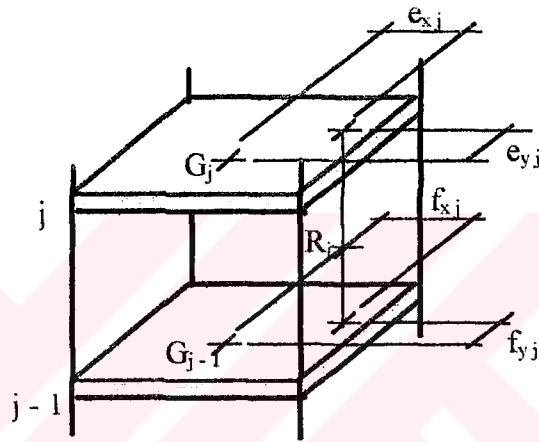
Şekil 4.3 Birim kat dönmeleri



$$x_j^R = \sum_i \frac{k_{ji}^y x_i}{K_j^y}$$

$$y_j^R = \sum_i \frac{k_{ji}^x y_i}{K_j^x}$$

Rijitlik merkezinin üst ve alt döşemelere göre olan dış merkezliği



Şekil 4.4 Kat rijitlik ve kütle merkezleri

$$\begin{aligned} e_{xj} &= x_j^R - x_j^G & e_{yj} &= y_j^R - y_j^G \\ f_{xj} &= x_j^R - x_{j-1}^G & f_{yj} &= y_j^R - y_{j-1}^G \end{aligned} \quad (4.10)$$

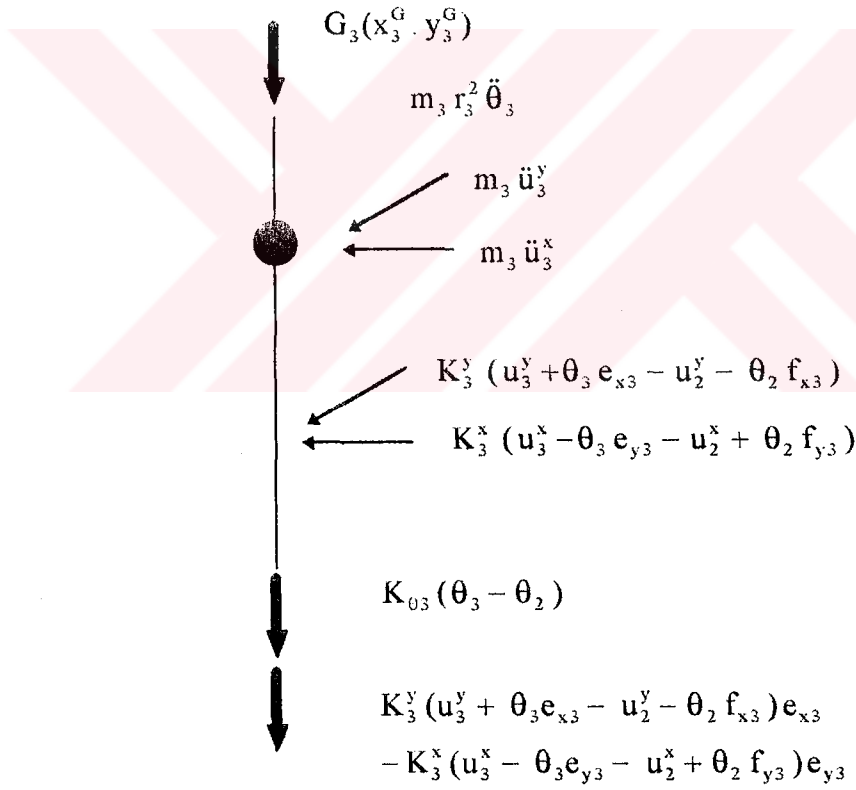
olarak tarif edilir. Rijitlik merkezi ve kütle merkezi yerdeğiştirmeleri arasında

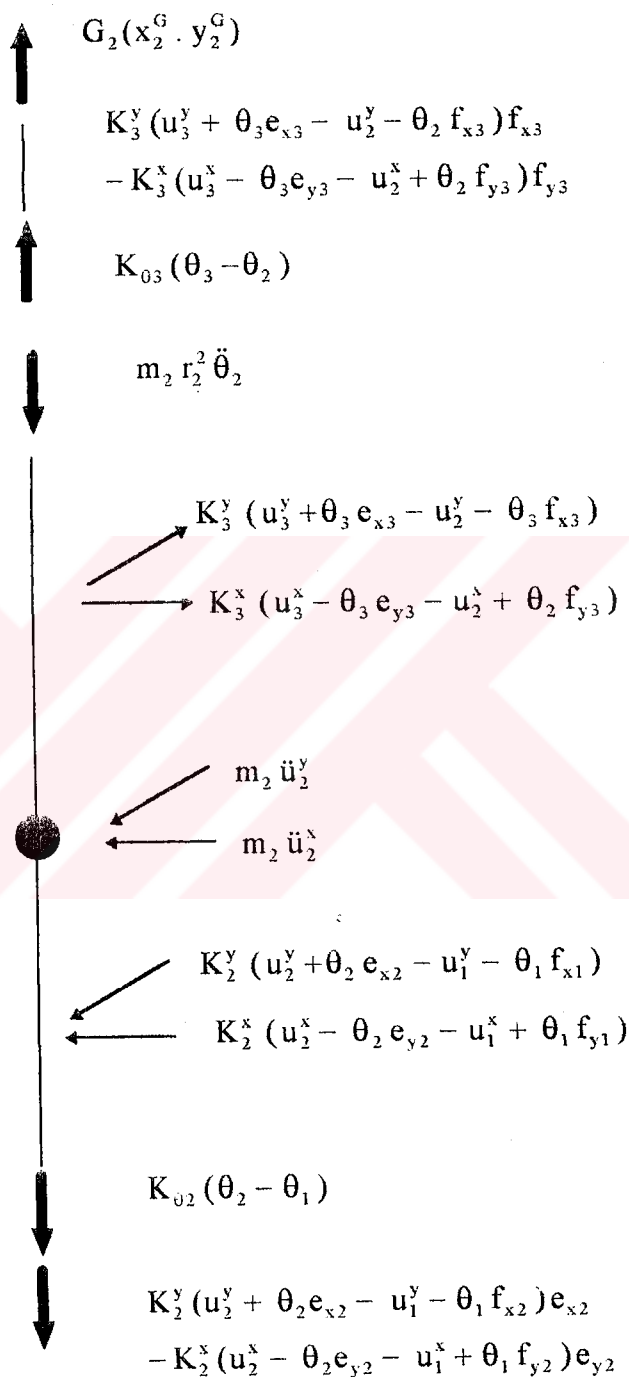
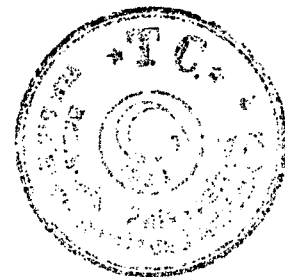
$$\begin{aligned} u_j^x &= u_j^y - \theta_j e_{iy} \\ u_j^y &= u_j^x - \theta_j e_{ix} \end{aligned} \quad (4.11)$$

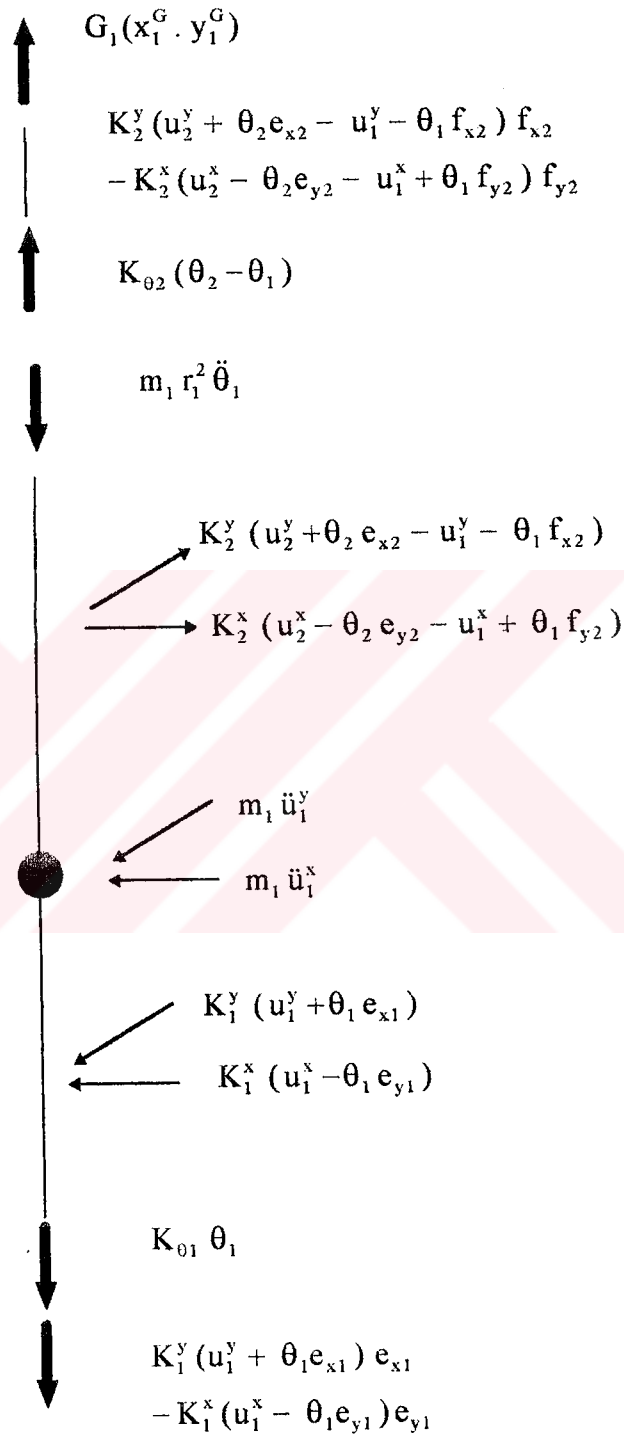
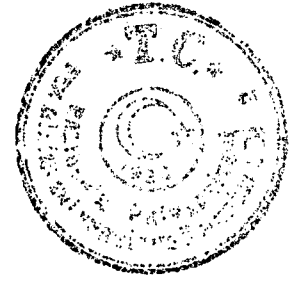
bağıntısı vardır. Kat döşemelerinde meydana gelen etkiler, D'Alembert kuvvet ve momentleri de dahil olmak üzere, kütle merkezlerine taşınarak şekildeki gibi gösterilebilir.



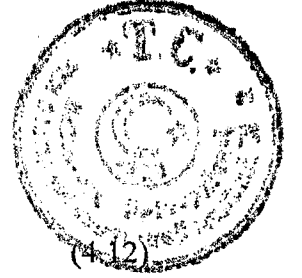
Burada kütle merkezinin yerdeğiştirmeleri esas alınmış ve rijitlik merkezinde meydana gelen kuvvetler kütle merkezine taşınırken, gerekli moment etkileri de eklenmiştir.







Sistemin hareket denklemi



$$\begin{bmatrix} m & 0 & 0 \\ 0 & m & 0 \\ 0 & 0 & m \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{u}_x \\ \ddot{u}_y \\ \ddot{u}_\theta \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} K_{xx} & K_{xt} & 0 \\ K_{xt}^T & K_{tt} & K_{yt}^T \\ 0 & K_{yt} & K_{yy} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_x \\ u_y \\ u_\theta \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (4.12)$$

Burada kütle matrisi $[m]$ toplu kütle matrisidir.

$$[m] = \begin{bmatrix} m_1 & & \\ & m_2 & \\ & & m_3 \end{bmatrix} \quad (4.13)$$

Bu kütle matrisindeki m_1 , m_2 , ve m_3 kütleleri yapının her kat hizasında toplanmış kat kütleleridir.

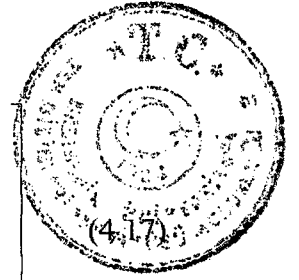
Deplasman ifadeleri ise;

$$\begin{aligned} u_x^T &= \{u_1^x \quad u_2^x \quad u_3^x\} \\ u_y^T &= \{u_1^y \quad u_2^y \quad u_3^y\} \\ u_\theta^T &= \{r_1 \theta_1 \quad r_2 \theta_2 \quad r_3 \theta_3\} \end{aligned} \quad (4.14)$$

olarak verilir. Rijitlik matrisi 7 alt matristen oluşmaktadır. Bu alt matrisleri açık olarak;

$$[K_{xx}] = \begin{bmatrix} K_1^x + K_2^x & -K_2^x & 0 \\ & K_2^x + K_3^x & -K_3^x \\ & \text{simetrik} & K_3^x \end{bmatrix} \quad (4.15)$$

$$[K_{yy}] = \begin{bmatrix} K_1^y + K_2^y & -K_2^y & 0 \\ & K_2^y + K_3^y & -K_3^y \\ & \text{simetrik} & K_3^y \end{bmatrix} \quad (4.16)$$



$$[K_{xt}] = \begin{bmatrix} -\frac{1}{r_1}(K_1^x e_{y1} + K_2^x f_{y2}) & \frac{1}{r_2} K_2^x e_{y2} & 0 \\ \text{simetrik} & -\frac{1}{r_2}(K_2^x e_{y2} + K_3^x f_{y3}) & \frac{1}{r_3} K_3^x e_{y3} \\ & & -\frac{1}{r_3} K_3^x e_{y3} \end{bmatrix}$$

$$[K_{yt}] = \begin{bmatrix} \frac{1}{r_1}(K_1^y e_{x1} + K_2^y f_{x2}) & -\frac{1}{r_2} K_2^y e_{x2} & 0 \\ \text{simetrik} & \frac{1}{r_2}(K_2^y e_{x2} + K_3^y f_{x3}) & -\frac{1}{r_3} K_3^y e_{x3} \\ & & \frac{1}{r_3} K_3^y e_{x3} \end{bmatrix} \quad (4.18)$$

$$[K_{tt}] = \begin{bmatrix} \frac{1}{r_1^2} (K_1^0 + K_2^0 + K_1^x e_{y1}^2 + K_1^y e_{x1}^2 + K_2^x f_{y2}^2 + K_2^y f_{x2}^2) \\ -\frac{1}{r_1 r_2} (K_2^0 + K_2^x e_{y2} f_{y2} + K_2^y e_{x2} f_{x2}) \\ 0 \\ -\frac{1}{r_1 r_2} (K_2^0 + K_2^x e_{y2} f_{y2} + K_2^y e_{x2} f_{x2}) \\ \frac{1}{r_2^2} (K_2^0 + K_3^0 + K_2^x e_{y2}^2 + K_2^y e_{x2}^2 + K_3^x f_{y3}^2 + K_3^y f_{x3}^2) \\ -\frac{1}{r_2 r_3} (K_2^0 + K_3^x e_{y3} f_{y3} + K_3^y e_{x3} f_{x3}) \\ 0 \\ -\frac{1}{r_2 r_3} (K_2^0 + K_3^x e_{y3} f_{y3} + K_3^y e_{x3} f_{x3}) \\ \frac{1}{r_3^2} (K_3^0 + K_3^x e_{y3}^2 + K_3^y e_{x3}^2) \end{bmatrix} \quad (4.19)$$

şeklinde yazabiliriz.



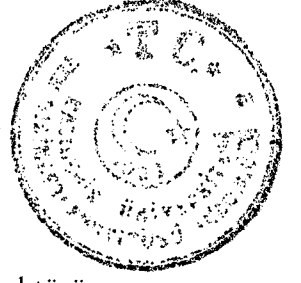
Sistemin serbest titreşim frekansları ve bunlara karşılık gelen mod şekilleri için

$$\begin{bmatrix} K_{xx} - \omega^2 m & K_{xt} & 0 \\ K_{xt}^T & K_{tt} - \omega^2 m & K_{yt}^T \\ 0 & K_{yt} & K_{yy} - \omega^2 m \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_x \\ u_y \\ u_\theta \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (4.20)$$

denkleminin çözülmesi gerekir. [19]



4.2 Her Bir Titreşim Modunun Maksimum Yerdeğiştirmelerinin Spektral Analiz İle Bulunması



Denklem (4.21)'de verilen hareket denklemindeki yerdeğiştirme vektörüne zaman tanım alanında modal koordinat değişimi uygulanırsa

$$\{u(t)\} = [\phi]\{Z(t)\} = \sum_{n=1}^Y \{\phi_n\} Z_n(t) \quad (4.22)$$

Burada $[\phi]$, serbest titreşim mod şekillerini, $\{Z(t)\}$ modal (normal) koordinat vektörünü, Y , hesapta gözönüne alınan titreşim modu sayısını, $\{\phi_n\}$ ve $Z_n(t)$ ise n 'inci moda ait mod şekil vektörünü ve modal koordinatı göstermektedir.

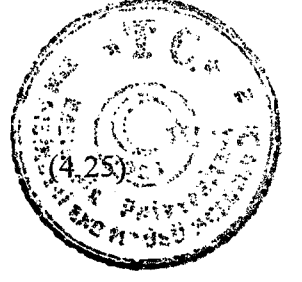
Serbest titreşim modlarına ilişkin ortogonalite koşullarından yararlanarak denklem (4.22)'de ki koordinat dönüşümünün denklem (4.21)'e uygulanması ile x doğrultusundaki deprem için r 'inci moda ait bağımsız hareket denklemi aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$\ddot{Z}_r(t) + 2\xi_r \omega_r \dot{Z}_r(t) + \omega_r^2 Z_r(t) = -(L_{xr} / M_r) \ddot{u}_{gx}(t) \quad (4.23)$$

Burada ω_r r 'inci moda ait doğal açısal frekansı, $\omega_r = 2\pi / T_r$ (T_r : r 'inci moda ait doğal titreşim periyodu), ξ_r ise aynı moddaki sönüm oranını göstermektedir.

Denklem (4.23)'ün sağ tarafında yer alan L_{xr} ve M_r büyüklükleri, aşağıda denklem (4.24) ve (4.25)'de tanımlanmıştır. Bu büyüklüklere bağlı olarak ifade edilen boyutsuz (L_{xr} / M_r) oranı x doğrultusundaki deprem için r 'inci moda ait katkı çarpanı olarak adlandırılır.

$$L_{xr} = \{\phi_r\}^T [m] \{T_x\} = \sum_{i=1}^N (m_{Ni} \phi_{xir}) \quad (4.24)$$



$$M_r = \{\phi_r\}^T [m] \{\phi_r\} = \sum_{i=1}^N (m_{xi} \phi_{xir}^2 + m_{yi} \phi_{yir}^2 + m_{\theta i} \phi_{\theta ir}^2)$$

Denklem (4.25)'de verilen yapı etkin modal kütlesi mod şekilleri modal kütlelere göre normalize edilmiş olduğundan tüm modal kütleler 1.0 değerine sahiptir.

Spektral analizde Denklem (4.23)'ün maksimum r'inci modal koordinat için çözümü;

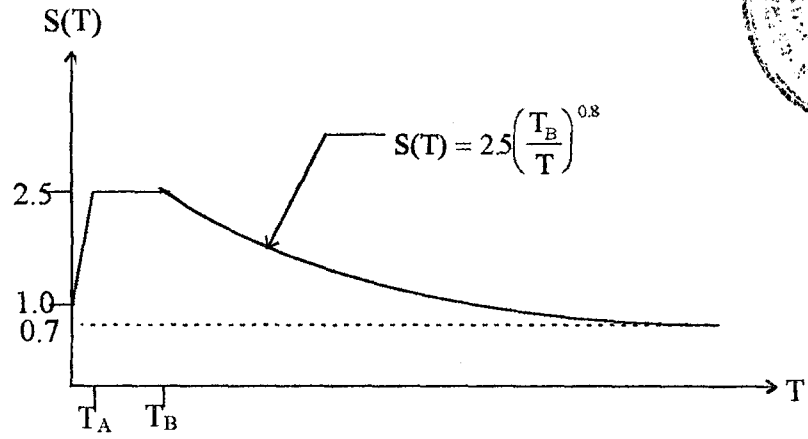
$$Z_r = \frac{L_{xr} S_a(T_r)}{M_r \omega_r^2} \quad (4.26)$$

Burada $S_a(T_r)$, r'inci moda ait spektral ivme değerini göstermektedir.

13 Mayıs 1996 da Resmi gazete yayınlanan ve 1 Ocak 1998 tarihinde yürürlüğe giren Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik'te Tablo 6-3'te verilen ivme spektrumu eğrisi kullanılarak her bir moddaki periyoda karşılık gelen özel tasarım ivme spektrumları elde edilir.

$$S(T_1) S(T_2) S(T_3), \dots, S(T_n) \quad (4.27)$$

Şekil 4.6'da verilen ivme spektrumu eğrisi Prof. Dr. Mustafa Erdik Tarafından yapılan çalışmalarla büyük ölçüde Anadolu'ya benzeyen California'da Amerikalıların çok sayıda deprem kaydı kullanılarak yaptığı regresyon analizlerinden elde edilmiştir. [14]



Şekil 4.6 Özel Tasarım İvme Spektrumu Eğrisi

$$\begin{aligned} S(T) &= 1 + 1.5 \frac{T}{T_A} & (0 \leq T < T_A) \\ S(T) &= 2.5 & (T_A \leq T \leq T_B) \\ S(T) &= 2.5 \left(\frac{T_B}{T} \right)^{0.8} & (T > T_B) \end{aligned} \quad (4.28)$$

Grafikte T_A ve T_B olarak verilen Spektrum Karakteristik Periyotları aşağıdaki tabloda verilen Yerel Zemin Sınıfına göre değişim gösterir.

Tablo 4-1 Spektrum Karakteristik Periyotları

Yerel Zemin Sınıfı	T_A (s)	T_B (s)
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.50
Z4	0.20	0.90

Yerel zemin sınıflarını belirlemek için Tablo 4-2 kullanılır. Tablo 4-2’de verilen A,B,C ve D grubu zemin cinsleri Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılara Ait Yönetmelikte Tablo 12.1 ve 12.2’de verilmiştir.



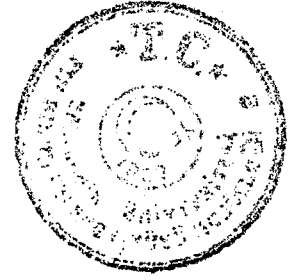
Tablo 4-2 Yerel Zemin Sınıfı

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Grubu ve En Üst Tabaka Genişliği
Z1	(A) grubu zeminler, en üst tabaka kalınlığı 15 m’ye eşit veya daha az olan (B) grubu zeminler
Z2	En üst tabaka kalınlığı 15 m’den fazla (B) grubu zeminler ve en üst tabaka kalınlığı 15 m’den az olan (C) grubu zeminler
Z3	En üst tabaka kalınlığı 15-50 m (dahil) arasında olan (C) grubu zeminler ve en üst tabaka kalınlığı 10 m’ye eşit veya daha az olan (D) grubu zeminler.
Z4	En üst tabaka kalınlığı 50 m’den fazla (c) grubu zeminler ve en üst tabaka kalınlığı 10 m’den fazla (d) grubu zeminler.

Deprem yükleri bir yapı tabanına etki eden toplam yatay kuvvet katsayısı (kuvvet/bina ağırlığı) önce elastik davranış gözönüne alınarak ve binanın bulunduğu deprem bölgesinde 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan ortalama bir deprem yer hareketi için tanımlanmıştır. Daha sonra yapıların tipine göre süneklilik, enerji tüketme ve yapı tasarımında hesaba katılmayan taşıyıcı olmayan elemanların yatay dayanıma yapacağı katkılar göz önüne alınarak elastik tasarım kuvvetleri belirli katsayılarla azaltılmıştır. Sonuçta yapı tasarımı azaltılmış deprem kuvvetleri kullanılarak yapılmaktadır.[16]

Grafikten elde edilen özel tasarım ivme spektrumları Deprem Bölgesi, Bina Önem Katsayısı ve Süneklilik Oranına bağlı olarak azaltılır.

$$A(T_r)=A_0 I S(T_r) \quad (4.29)$$



$A(T)$: Spektral ivme katsayısı

I : Bina Önem Katsayısı

A_0 ise etkin yer ivmesi katsayısı olarak tanımlanmıştır.

Tablo 4.3 Etkin yer ivmesi katsayısı

Deprem Bölgesi	A_0
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

Herhangi bir r 'inci titreşim modunda gözönüne alınacak ivme spektrumu ordinatı aşağıdaki denklem ile belirlenecektir.

$$S_{pa}(T_r) = A(T_r) g / R_a(T_r) \quad (4.30)$$

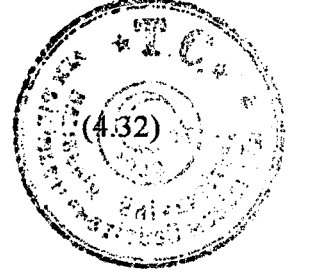
Buradaki $R_a(T_r)$ Deprem yükü azaltma katsayısıdır. Bu katsayıda Taşıyıcı sistem davranış katsayısı R ve doğal titreşim periyoduna bağlı olarak belirlenecektir.

Taşıyıcı sistemin davranış katsayısı R yönetmelikte Tablo 6.5'de verilmiştir.

$$\begin{aligned} R_a(T) &= 1.5 + (R - 1.5)T / T_A & (0 \leq T \leq T_A) \\ R_a(T) &= R & (T > T_A) \end{aligned} \quad (4.31)$$

Denklem (4.22)'ye göre x doğrultusundaki deprem için r 'inci modda yerdeğiştirme vektörünün maksimum değeri ;

$$\{u_r\}_{\max} = \{\phi_r\} Z_{r,\max} = \{\phi_r\} \frac{L_{xr}}{M_r} \frac{S_a(T_r)}{\omega^2}$$



4.3 Her Bir Titreşim Modunda Maksimum Tasarım Deprem Yüklerinin Bulunması

x doğrultusundaki deprem için r'inci modda eşdeğer anlamda katlara etkileyen tasarım deprem yüklerinden oluşan tasarım deprem yükü vektörü;

$$\{F_r\}_{\max} = [k] \{u_r\}_{\max} \quad (4.33)$$

veya serbest titreşim özelliklerinde yararlanarak

$$\{F_r\}_{\max} = \omega_r^2 [m] \{u_r\}_{\max} = [m] \{\phi_r\} \frac{L_{xr}}{M_r} S_a(T_r) \quad (4.34)$$

şeklinde ifade edilebilir. Denklem (4.34)'e göre, binanın herhangi bir i'inci katında x deprem doğrultusu ile buna dik y doğrultusundaki tasarım deprem yükleri ve z eksenine etrafındaki tasarım burulma momenti açık olarak aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$F_{xir,\max} = m_{xi} \phi_{xir} \frac{L_{xr}}{M_r} S_a(T_r)$$

$$F_{yir,\max} = m_{yi} \phi_{yir} \frac{L_{xr}}{M_r} S_a(T_r) \quad (4.35)$$

$$F_{\theta ir,\max} = m_{\theta i} \phi_{\theta ir} \frac{L_{xr}}{M_r} S_a(T_r)$$

Denklem (4.35) ile belirlenen kat yüklerinin etkisi altında her bir mod için yapılan statik çözüm ile yerdeğiştirmeler ve iç kuvvetler elde edilebilir. Ancak uygulamada ve

deprem yönetmeliklerinde önce binanın tümüne etkiyen toplam tasarım deprem yükleri x ve y yönlerindeki taban kesme kuvvetleri ve taban burulma momenti tanımlanır ve daha sonra katlara etkiyen tasarım deprem yükleri, tabandaki toplam değerlere oranlanarak veya diğer bir deyişle, bunların katlara dağıtılmış değerleri olarak ifade edilir.



4.3.1 Maksimum Taban Kesme Kuvvetleri ve Taban Burulma Momenti

x doğrultusundaki deprem için verilen maksimum kat yüklerinin bina katları boyunca toplanması ile r'inci modda maksimum taban kesme kuvvetleri ve taban burulma momenti aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$\begin{aligned}
 V_{x r, \max} &= \sum_{i=1}^N F_{x i r, \max} = \frac{L_{x r}}{M_r} S_a(T_r) \sum_i (m_{x i} \phi_{x i r}) = \frac{L_{x r}^2}{M_r} S_a(T_r) \\
 V_{y r, \max} &= \sum_{i=1}^N F_{y i r, \max} = \frac{L_{x r}}{M_r} S_a(T_r) \sum_i (m_{y i} \phi_{y i r}) = \frac{L_{x r} L_{y r}}{M_r} S_a(T_r) = \frac{L_{y r}}{L_{x r}} V_{x r} \quad (4.36) \\
 V_{\theta r, \max} &= \sum_{i=1}^N F_{\theta i r, \max} = \frac{L_{x r}}{M_r} S_a(T_r) \sum_i (m_{\theta i} \phi_{y i r}) = \frac{L_{x r} L_{\theta r}}{M_r} S_a(T_r) = \frac{L_{\theta r}}{L_{x r}} V_{x r}
 \end{aligned}$$

Denklem (4.36)'da yer alan $L_{y r}$ ve $L_{\theta r}$ büyüklükleri denklem (4.24)'deki $m_{x i}$ ve $\phi_{x i r}$ büyüklükleri yerine ilgili serbestlik derecelerine ait kütle ve titreşim modu genlikleri konularak benzer şekilde elde edilir.

Denklem (4.36) ile verilen ve r'inci modda x doğrultusundaki depremden ötürü yine aynı doğrultudaki taban kesme kuvvetini veren bağıntıda yer alan $\frac{L_{x r}^2}{M_r}$ büyüklüğü kütle biriminde olup deprem doğrultusundaki Etkin Kütle olarak adlandırılır. Bu büyüklüğün tüm titreşim modları (sistemdeki toplam serbestlik



derecesi N'e eşit sayıda titreşim modu) için toplamı, yapının deprem doğrultusundaki toplam kütlelerine eşittir.

$$\sum_{n=1}^N \left(\frac{L_{xn}^2}{M_n} \right) = \sum_{i=1}^N m_{xi} \quad (4.37)$$

Denklem (4.38) ile verilen özellik uygulamada ve deprem yönetmeliğimizde x doğrultusu için yapılan hesapta, gözönüne alınması gereken titreşim modu sayısının tanımlanmasında kriter olarak kullanılır.

$$\sum_{n=1}^Y \left(\frac{L_{xn}^2}{M_n} \right) \geq 0.9 \sum_{i=1}^Y m_{xi} \quad (4.38)$$

Burada Y, hesapta gözönüne alınması gerekli titreşim modu sayısıdır.

4.3.2 Maksimum Kat Tasarım Deprem Yüklerinin Maksimum Taban Kesme Kuvvetleri ve Taban Burulma Momentinin Katlara Dağıtılması İle Bulunması

x doğrultusundaki deprem için Denklem (4.35) ile verilen eşdeğer kat yükleri, alternatif olarak Denklem (4.36) ile verilen taban değerlerinin katlara dağıtılması ile de bulunabilir. Denklem (4.35) ve Denklem (4.36)'dan

$$\begin{aligned} F_{xir,max} &= \frac{m_{xi} \phi_{xir}}{L_{xr}} V_{xr,max} \\ F_{yir,max} &= \frac{m_{yi} \phi_{yir}}{L_{yr}} V_{yr,max} = \frac{m_{yi} \phi_{yir}}{L_{xr}} V_{xr,max} \\ F_{\theta ir,max} &= \frac{m_{\phi i} \phi_{\theta ir}}{L_{\theta r}} V_{\theta r,max} = \frac{m_{\phi i} \phi_{\theta ir}}{L_{xr}} V_{xr,max} \end{aligned} \quad (4.39)$$



4.4 Modal Katkıların Birleştirilmesi

Her bir titreşim modunda elde edilen, ancak eşzamanlı olmayan maksimum büyüklüklerin istatistiksel olarak birleştirilmesi için çeşitli kurallar uygulanmaktadır. Uygulamada en çok kullanılan ve yeni deprem yönetmeliğinde öngörülen birleştirilme kuralları aşağıda tanımlanmıştır. Özellikle dikkat edilmesi gereken nokta eleman eğilme momenti, eleman kesme kuvveti, eleman eksenel kuvveti vb. büyüklüklerle ilgili olarak “ayrı ayrı” uygulanmasının zorunlu olduğudur.

Yeni deprem yönetmeliğine göre, $T_s < T_r$ olmak üzere herhangi iki titreşim modu için hesaplanan $\rho_s = \frac{T_s}{T_r}$ oranı daima $\rho_s = 0.8$ koşulunu sağlar ise, maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için aşağıda tanımlanan “Karelerin Toplamının Karekökü” uygulanabilir. Aksi durumda, maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için yine aşağıda tanımlanan “Tam Karesel Birleştirme Kuralı” uygulanacaktır. Tam Karesel Birleştirme Kuralının uygulanmasında modal sönüm oranları, bütün modlarda %5 olarak alınacaktır. Özellikle yatay öteleme ve burulma modlarının birbirine yakın olduğu durumlarda Tam Karesel Birleştirme Kuralının daha doğru sonuçlar verdiği bilinmektedir.

4.4.1 Karelerin Toplamının Karekökü Kuralı

Bu kurala göre birleştirme işlemi aşağıdaki şekilde yapılır.

$$\begin{aligned} \{VRMS\} &= \left[\sum_{r=1}^n \{V_r\}^2 \right]^{\frac{1}{2}} \\ \{FRMS\} &= \left[\sum_{r=1}^n \{F_r\}^2 \right]^{\frac{1}{2}} \end{aligned} \quad (4.40)$$

Burada $\{V_r\}$ herhangi bir n'inci titreşim modunda taban kesme kuvveti için hesaplanan maksimum katkısı, $\{VRMS\}$ ise ilgili büyüklüğün birleştirilmiş değerini göstermektedir.



4.5.2 Tam Karesel Birleştirme Kuralı

Bu kural

$$\begin{aligned} \{VCQC\} &= \left[\sum_{r=1}^n \sum_{s=1}^n a_{sr} \{V_r\} \{V_s\} \right]^{\frac{1}{2}} \\ \{FCQC\} &= \left[\sum_{r=1}^n \sum_{s=1}^n a_{sr} \{F_r\} \{F_s\} \right]^{\frac{1}{2}} \end{aligned} \quad (4.41)$$

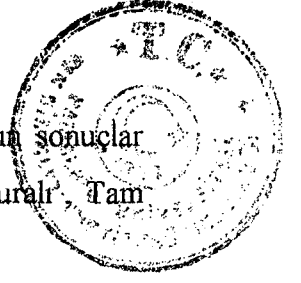
olarak tanımlanmıştır.

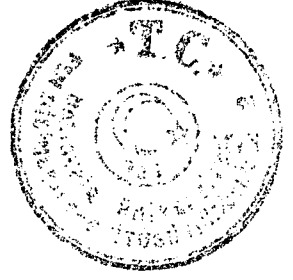
Burada $\{F_r\}$ ve $\{F_s\}$, r'inci ve s'inci titreşim modlarında kuvvet için hesaplanan maksimum katkıları göstermektedir. Denklem (4.41)'deki çapraz korelasyon katsayısı, a_{rs} , yukarıda tanımlanan ρ_{rs} oranına ve aynı zamanda titreşim modlarının birbirinden farklı olarak seçilebilen sönüm oranına bağlı olarak belirlenebilir. Yeni deprem yönetmeliği bütün modlar için kullanılan ivme spektrumu %5 sönüm oranı için tanımlandığından, bu duruma karşı gelen çapraz korelasyon katsayısı

$$a_{rs} = \frac{0.02 \rho_{rs}^{3/2}}{(1 + \rho_{rs})[(1 - \rho_{rs})^2 + 0.01 \rho_{rs}]} \quad (4.38)$$

olarak verilmiştir. Denklem (4.37)'deki çift toplama işleminde, $r=s$ veya diğer bir deyişle $\rho_{rs}=1$ için hesap yapıldığında, Denklem (4.38)'den çapraz korelasyon katsayısı olarak $a_{rs}=1$ elde edilmektedir. Öte yandan birleştirilen modların birbirinden uzak olması, diğer bir deyişle ρ_{rs} oranının küçük olması durumunda a_{rs} çapraz korelasyon

katsayısının değeri de küçölmekte ve böylece her iki kural birbirine yakın sonuçlar vermektedir. Bu bakımdan Karelerin Toplamını Karekökü Birleştirme Kuralı, Tam Karesel Birleştirme Kuralının özel bir haline karşılık gelmektedir.[18]





5. BİLGİSAYAR PROGRAMININ TANITILMASI

Bu çalışmada 1. Ocak 1998 tarihinde yürürlüğe giren “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” de belirtilen Mod Birleştirme Yöntemi kullanılarak kat kesme kuvvetleri ve kat burulma momenti hesaplayan bilgisayar programı hazırlanmıştır. Bilgisayar programı iki ana programdan oluşmaktadır. Bu programlardan ilki Mod Birleştirme Yöntemini kullanarak kat kesme kuvvetlerini ve kat burulma momentini hesaplamaktadır. Hesaplanan her kata ait kat kesme kuvvetleri ve kat burulma momenti statik çözüm yapan diğer programın datasını oluşturmaktadır. Dinamik hesap sonucu elde edilen kuvvetlere göre yapılan statik çözümle taşıyıcı sistemin düğüm noktası kesit tesirleri elde edilir.

Dinamik hesap yapan program fortran dilinde hazırlanmıştır. Çözümü yapılacak yapının döşemelerinin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı kabul edilmiştir ve her katta birbirine dik doğrultuda iki yatay serbestlik derecesi ile düşey eksen etrafındaki dönme serbestlik derecesi tanımlanmıştır. Yapının toplam serbestlik derecesi kat sayısı x 3'tür

Programın ilk aşamada veri olarak serbestlik derecesi girilir. İkinci aşamada ise sistem rijitlik matrisi ve kütle matrisi girilir. Kütlelerin kat hizalarında toplandığı kabul edildiği için kütle matrisinin sadece köşegeni üzerinde eleman vardır ve bunlarda kat kütleleridir.



Programa data olarak girilen rijitlik ve kütle matrisleri kullanılarak oluşturulan sönümsüz serbest titreşim yapan sistemlere ait hareket denklemi;

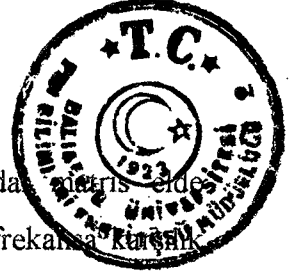
$$[M]\{\ddot{u}\} + [K]\{u\} = 0 \quad (5.1)$$

dir. Bu denklem takımının çözümü tipik bir özdeğer, özvektör problemidir. Bilgisayar programında bu problemin çözümü JACOBI alt programı kullanılarak yapılmıştır. JACOBI alt programında Genelleştirilmiş Jacobi Metodu kullanılmıştır. Bu metod uygulanarak sönümsüz sistemin doğal frekansları ve modal matrisi elde edilir. Genelleştirilmiş Jacobi Metodu bir iterasyon metodudur. Bu metottaki her bir iterasyon da Tablo 5.1 de verilen işlemler tekrar edilir.

Tablo 5.1 Genelleştirilmiş Jacobi Metodunun Özeti

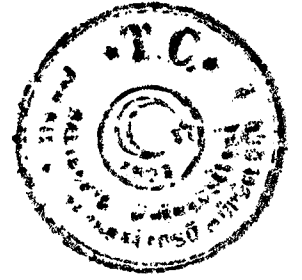
İŞLEM	HESAPLAMA
Katılım oranlarının hesaplanması	$\frac{(k_{ij}^{(k)})^2}{k_{ii}^{(k)} k_{jj}^{(k)}}, \quad \frac{(m_{ij}^{(k)})^2}{m_{ii}^{(k)} m_{jj}^{(k)}}$
Sıfır elemanlara transformasyon	$\bar{k}_{ii}^{(k)} = k_{ii}^{(k)} m_{jj}^{(k)} - m_{ii}^{(k)} k_{jj}^{(k)}$ $\bar{k}_{jj}^{(k)} = k_{jj}^{(k)} m_{ii}^{(k)} - m_{jj}^{(k)} k_{ii}^{(k)}$ $\bar{k}_{ij}^{(k)} = k_{ij}^{(k)} m_{ij}^{(k)} - m_{ij}^{(k)} k_{ij}^{(k)}$ $X = \frac{\bar{k}^{(k)}}{2} + \text{sign}(\bar{k}^{(k)}) \sqrt{\left(\frac{\bar{k}^{(k)}}{2}\right)^2 + \bar{k}_{ii}^{(k)} \bar{k}_{jj}^{(k)}}$ $\gamma = -\frac{\bar{k}_{ii}^{(k)}}{X} ; \quad \alpha = \frac{\bar{k}_{jj}^{(k)}}{X}$
Özvektörlerin hesaplanması	$[K_{K+1}] = [P_K]^T [K_K] [P_K] \quad [K_{K+1}] = [P_K]^T [M_K] [P_K]$ $(P_1, P_2, \dots, P_{k-1}) P$

Her bir iterasyon adımı için yapılan işlemler



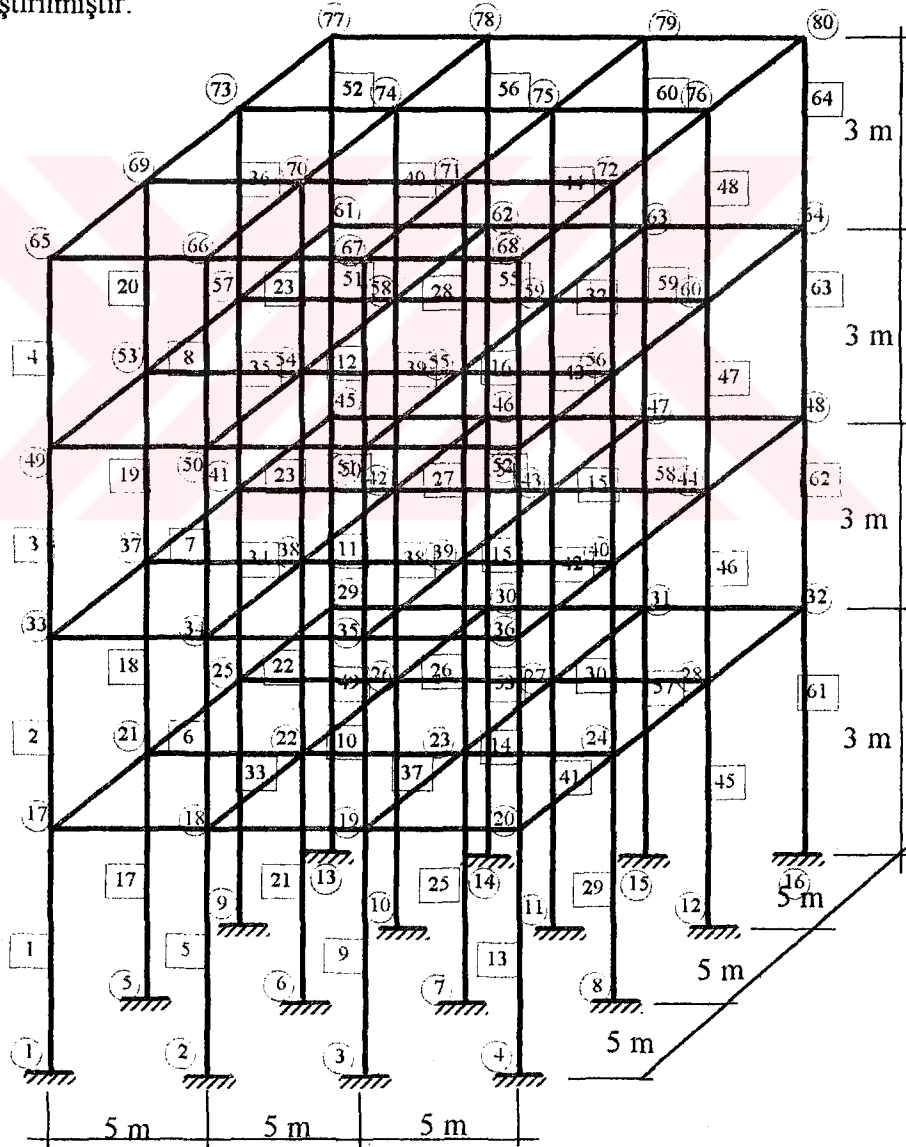
Jacobi alt programı kullanılarak doğal frekanslar ve moda değerleri elde edildikten sonra HESAP alt programında hesaplanan her bir doğal frekansa karşılık gelen Özel Tasarım İvme Spektrumları yönetmelikte (6.2-a), (6.2-b) ve (6.2-c) bağıntıları kullanılarak hesaplanır. Hesaplanan bu ivme spektrumları Bina önem katsayısı I , Taşıyıcı sistem davranış katsayısı R ve Etkin yer ivmesi katsayısı A_0 kullanılarak azaltılır. Bu işlemden sonra her bir titreşim modunda maksimum yerdeğiştirmeler spektral analiz ile bulunur. Daha sonra maksimum tasarım deprem yükleri hesaplanır. Maksimum tasarım deprem yükleri taban kesme kuvvetleri ve taban burulma momentidir. Maksimum kat tasarım yükleri Taban kesme kuvvetlerinin ve burulma momentinin katlara dağıtılması ile bulunur.

Bir sonraki adım ise modların katkılarının birleştirilmesidir. Bu işlem için iki farklı metot kullanılır. Eğer hesaplanan herhangi iki titreşim periyodu T_s ve T_r için $T_s < T_r$ olmak üzere $T_s/T_r < 0.80$ koşulunun sağlanması durumunda mod katkılarının birleştirilmesi için Karelerinin Karekökü Kuralı uygulanır. Eğer bu koşul sağlanmıyor ise Tam Karesel Birleştirme kuralı uygulanacaktır.

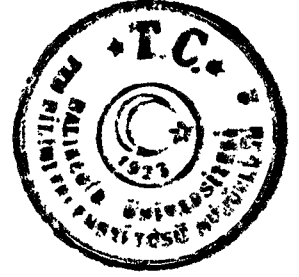


6. BİR YAPININ I. ve II DERECE DEPREM BÖLGELERİNDE MOD BİRLEŞTİRME VE EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİNE GÖRE ÇÖZÜMÜ

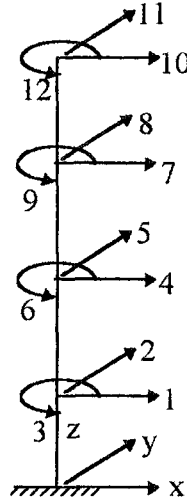
Şekilde verilen betonarme yapıya ait kesit özellikleri aşağıda verilmiştir. Hazırlanan bilgisayar programı ile yapı I. ve II. derece deprem bölgelerine göre çözülmüştür ve aynı yapı eşdeğer deprem yükü yöntemi ile de çözümlenmiş sonuçlar karşılaştırılmıştır.



Şekil 6.1 Örnek yapı



1 Serbestlik dereceleri



Şekil 5.2 Serbestlik dereceleri

2- Elastisite Modülü : $E=3000000 \text{ t/m}^2$

3- Kat Kütleleri : $m=25 \text{ tsn}^2 / \text{m}$

4- Kirişler: (25 x 50) cm

Kesit Alanları : $A=0.15 \text{ m}^2$

Atalet Momentleri : $I_x=0.0096 \text{ m}^4$ $I_y=0.000781 \text{ m}^4$ $I_z=0.0045 \text{ m}^4$

5- Kolonlar (50 x 50) cm

Kesit Alanları : $A=0.125 \text{ m}^2$

Atalet Momentleri : $I_x=0.008787 \text{ m}^4$ $I_y=0.005208 \text{ m}^4$ $I_z=0.005208 \text{ m}^4$

Bu veriler her iki deprem bölgesi içinde aynıdır.

I. Derece Deprem Bölgesinde Mod Birleştirme Yöntemi ile Çözüm;

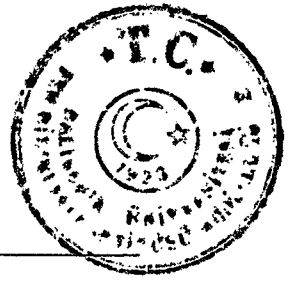
Yapı +%5 eksantrisite göz önüne alınarak çözülmüştür. Kütle merkezinin yeri 0.75 m aşağıya kaydırılmıştır.

Karakteristik ivme spektrumları : $T_A=0.10$ $T_B=0.30$

Etkin Yer İvmesi : $A_0=0.4$

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı: $R=8$

olarak girildiğinde;



JACOBI DE BULUNAN OZDEGERLER

JACOBI ADIM SAYISI 1

JACOBI ADIM SAYISI 2

JACOBI ADIM SAYISI 3

JACOBI ADIM SAYISI 4

JACOBI ADIM SAYISI 5

JACOBI ADIM SAYISI 6

JACOBI ADIM SAYISI 7

W(1)= 22.99289959 W(2)= 24.43703119 W(3)= 25.98767073
W(4)= 66.20541573 W(5)= 70.36362697 W(6)= 74.82851555
W(7)= 101.43258165 W(8)= 107.80333087 W(9)= 114.64393705
W(10)= 124.42548124 W(11)= 132.24036207 W(12)= 140.63160777

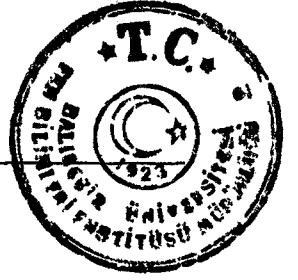
HER MODA AIT PERIYOT

T(1)= 0.27337621 T(2)= 0.25722076 T(3)= 0.24187284
T(4)= 0.09494256 T(5)= 0.08933183 T(6)= 0.08400156
T(7)= 0.06196936 T(8)= 0.05830721 T(9)= 0.05482812
T(10)= 0.05051788 T(11)= 0.04753248 T(12)= 0.04469629

OZEL SPEKTRUM IVME KATSAYILARI

ST(1)= 2.500000 ST(2)= 2.500000 ST(3)= 2.500000
ST(4)= 2.424138 ST(5)= 2.339977 ST(6)= 2.260023
ST(7)= 1.929540 ST(8)= 1.874608 ST(9)= 1.822422
ST(10)= 1.757768 ST(11)= 1.712987 ST(12)= 1.670444

SPA(1)= 2.452500 SPA(2)= 2.452500 SPA(3)= 2.452500
SPA(4)= 2.526920 SPA(5)= 2.609482 SPA(6)= 2.687917
SPA(7)= 3.012121 SPA(8)= 3.066009 SPA(9)= 3.117204
SPA(10)= 3.180630 SPA(11)= 3.224560 SPA(12)= 3.266294



TABAN KESME KUVVETLERİ VE BURULMA MOMENTİ

VXCQC(1)= 240.1143351
VYCQC(2)= 240.1143351
MZCQC(3)= 167.6971492

KAT KESME KUVVETLERİ X YONU

FXCQC(1)= 37.35282936
FXCQC(2)= 54.83091260
FXCQC(3)= 68.26835479
FXCQC(4)= 79.66225472

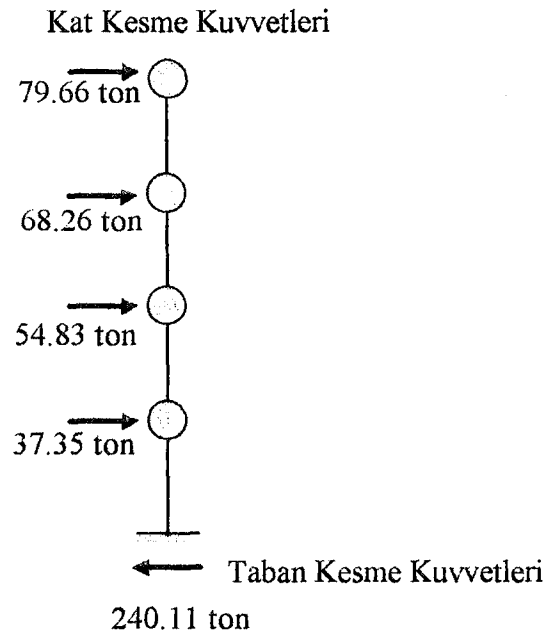
KAT KESME KUVVETLERİ Y YONU

FYCQC(1)= 37.35282936
FYCQC(2)= 54.83091260
FYCQC(3)= 68.26835479
FYCQC(4)= 79.66225472

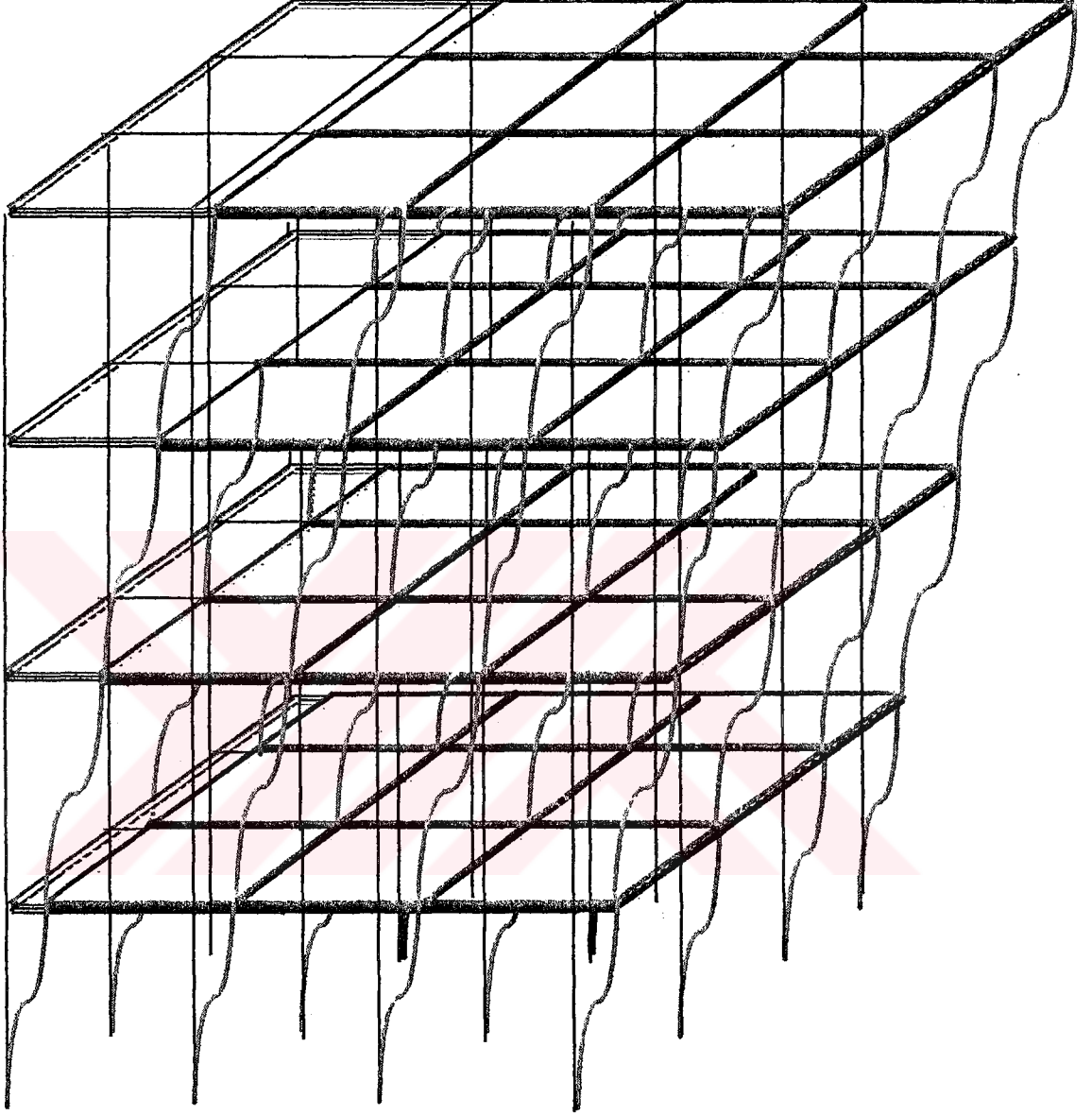
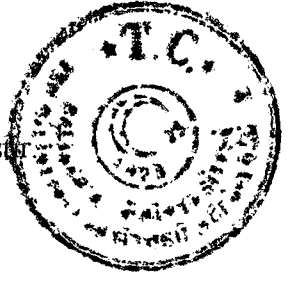
KAT BURULMA MOMENTLERİ

MZCQC(1)= 26.00447245
MZCQC(2)= 38.29397605
MZCQC(3)= 47.71237619
MZCQC(4)= 55.68632449

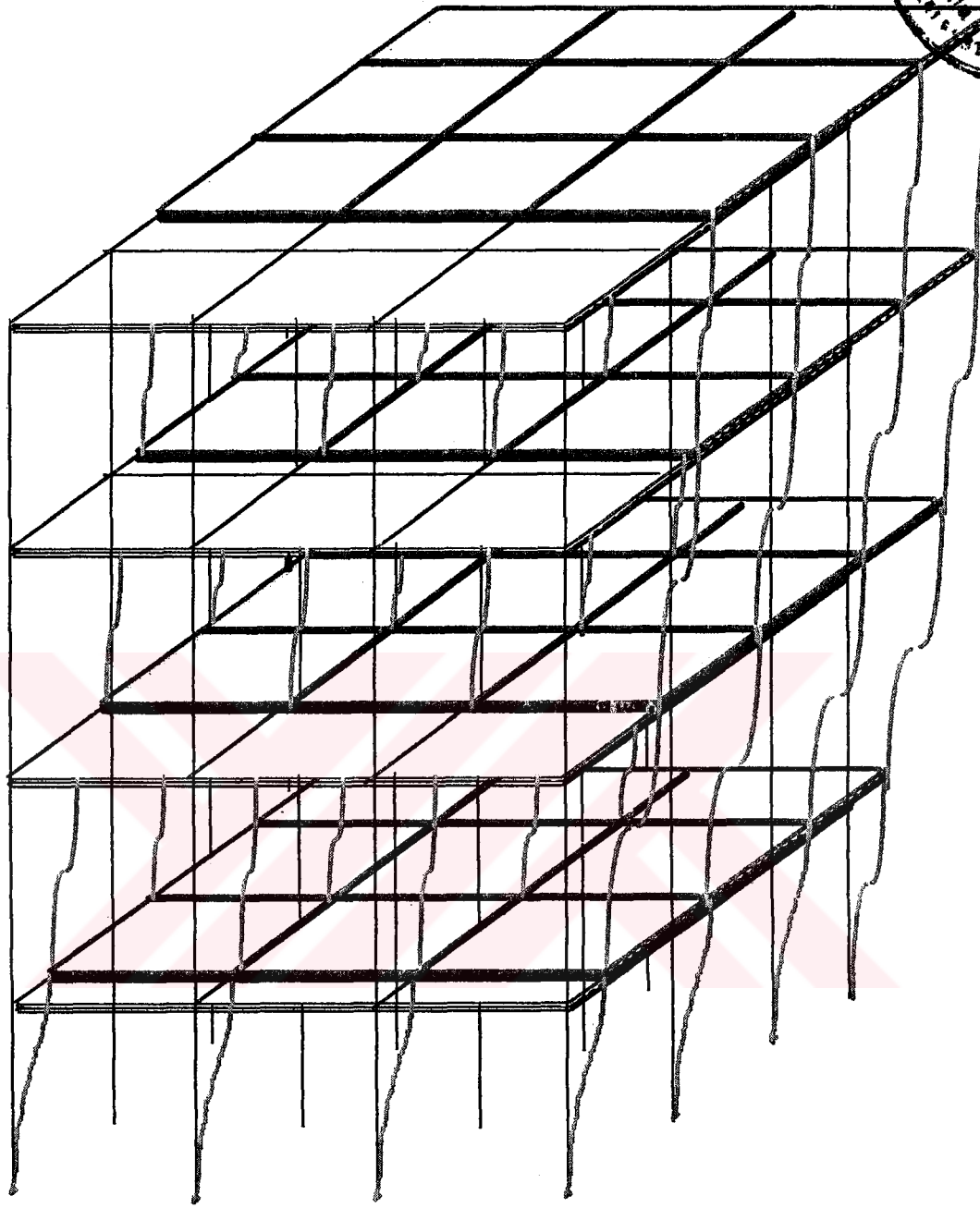
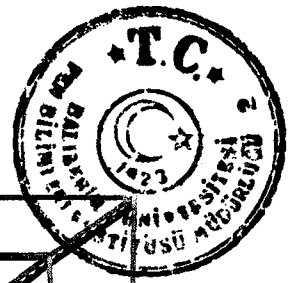
olarak bulunur.



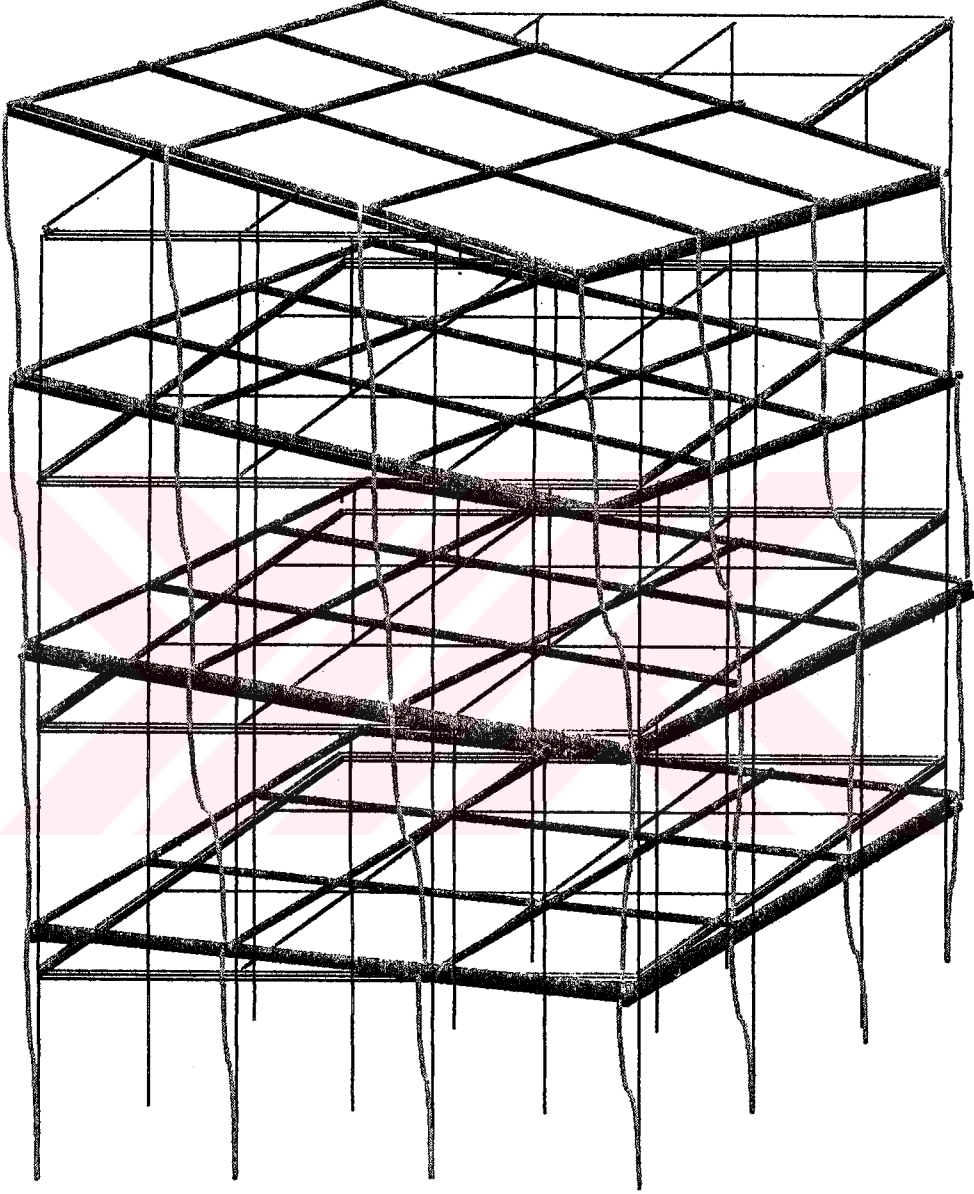
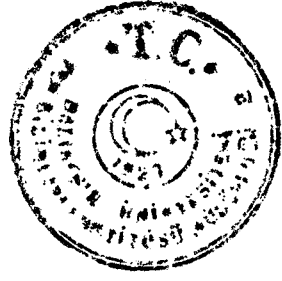
Yapının ilk üç moduna ait mod şekilleri sırası ile aşağıda verilmiştir



Şekil 6-2 Yapının birinci mod şekli



Şekil 6-3 Yapının ikinci mod şekli



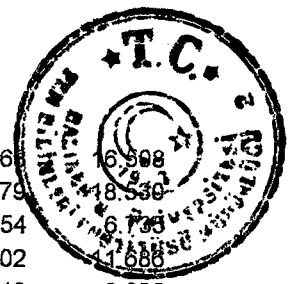
Şekil 6-4 Yapının üçüncü mod şekli



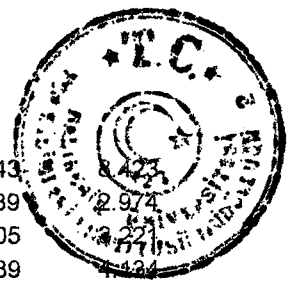
Kat hizalarına etkiyen kuvvetler bulunduktan sonra bu deprem yükleri sisteme statik yük olarak etkililmiş ve taşıyıcı sistemi teşkil eden elemanların kesit tesirleri aşağıda verilmiştir.

ELEMAN KOORDİNATLARINDA KESİT TESİRLERİ

				EKSENEL	YKESME	ZKESME	BURULMA	YMOMENT	ZMOMENT	
ELEMAN	1	DUG.	NO	1	-29.540	13.616	8.259	-1.130	-17.842	29.119
ELEMAN	1	DUG.	NO	17	29.540	-13.616	-8.259	1.130	-6.936	11.730
ELEMAN	2	DUG.	NO	17	-15.775	8.626	5.212	-1.074	-6.701	11.080
ELEMAN	2	DUG.	NO	33	15.775	-8.626	-5.212	1.074	-8.934	14.797
ELEMAN	3	DUG.	NO	33	-4.946	4.624	2.788	-0.781	-1.751	3.026
ELEMAN	3	DUG.	NO	49	4.946	-4.624	-2.788	0.781	-6.614	10.846
ELEMAN	4	DUG.	NO	49	-0.558	-0.903	-0.578	-0.369	2.297	-3.641
ELEMAN	4	DUG.	NO	65	0.558	0.903	0.578	0.369	-0.562	0.933
ELEMAN	5	DUG.	NO	2	-11.259	17.323	8.704	-0.811	-18.754	32.827
ELEMAN	5	DUG.	NO	18	11.259	-17.323	-8.704	0.811	-7.357	19.143
ELEMAN	6	DUG.	NO	18	-6.530	14.786	5.537	-0.795	-7.152	20.945
ELEMAN	6	DUG.	NO	34	6.530	-14.786	-5.537	0.795	-9.458	23.413
ELEMAN	7	DUG.	NO	34	-2.487	8.018	3.024	-0.577	-2.017	8.878
ELEMAN	7	DUG.	NO	50	2.487	-8.018	-3.024	0.577	-7.054	15.177
ELEMAN	8	DUG.	NO	50	-0.558	0.262	-0.475	-0.264	2.223	-1.540
ELEMAN	8	DUG.	NO	66	0.558	-0.262	0.475	0.264	-0.798	2.325
ELEMAN	9	DUG.	NO	3	-13.282	17.324	8.798	-0.829	-19.002	32.827
ELEMAN	9	DUG.	NO	19	13.282	-17.324	-8.798	0.829	-7.392	19.144
ELEMAN	10	DUG.	NO	19	-6.805	14.787	5.604	-0.813	-7.247	20.946
ELEMAN	10	DUG.	NO	35	6.805	-14.787	-5.604	0.813	-9.564	23.414
ELEMAN	11	DUG.	NO	35	-1.914	8.019	3.072	-0.592	-2.052	8.879
ELEMAN	11	DUG.	NO	51	1.914	-8.019	-3.072	0.592	-7.164	15.178
ELEMAN	12	DUG.	NO	51	-0.061	0.263	-0.466	-0.272	2.241	-1.538
ELEMAN	12	DUG.	NO	67	0.061	-0.263	0.466	0.272	-0.845	2.327
ELEMAN	13	DUG.	NO	4	4.922	13.617	9.291	-1.152	-20.018	29.120
ELEMAN	13	DUG.	NO	20	-4.922	-13.617	-9.291	1.152	-7.854	11.731
ELEMAN	14	DUG.	NO	20	2.392	8.626	5.973	-1.096	-7.763	11.081
ELEMAN	14	DUG.	NO	36	-2.392	-8.626	-5.973	1.096	-10.156	14.798
ELEMAN	15	DUG.	NO	36	0.524	4.625	3.336	-0.799	-2.350	3.028
ELEMAN	15	DUG.	NO	52	-0.524	-4.625	-3.336	0.799	-7.658	10.847
ELEMAN	16	DUG.	NO	52	-0.066	-0.901	-0.351	-0.379	2.160	-3.639
ELEMAN	16	DUG.	NO	68	0.066	0.901	0.351	0.379	-1.107	0.935
ELEMAN	17	DUG.	NO	5	-13.869	10.786	10.582	-2.094	-20.165	23.105
ELEMAN	17	DUG.	NO	21	13.869	-10.786	-10.582	2.094	-11.580	9.254
ELEMAN	18	DUG.	NO	21	-7.643	6.775	9.077	-1.980	-12.887	8.644
ELEMAN	18	DUG.	NO	37	7.643	-6.775	-9.077	1.980	-14.344	11.683
ELEMAN	19	DUG.	NO	37	-2.633	3.451	4.924	-1.384	-5.432	2.101
ELEMAN	19	DUG.	NO	53	2.633	-3.451	-4.924	1.384	-9.339	8.252
ELEMAN	20	DUG.	NO	53	-0.464	-0.626	0.155	-0.622	0.974	-2.704
ELEMAN	20	DUG.	NO	69	0.464	0.626	-0.155	0.622	-1.440	0.827
ELEMAN	21	DUG.	NO	6	1.252	13.749	11.143	-1.574	-21.193	26.068
ELEMAN	21	DUG.	NO	22	-1.252	-13.749	-11.143	1.574	-12.235	15.178

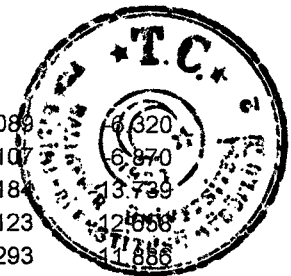


ELEMAN	22	DUG.	NO	22	0.059	11.679	9.616	-1.522	-13.668	16.998
ELEMAN	22	DUG.	NO	38	-0.059	-11.679	-9.616	1.522	-15.179	18.530
ELEMAN	23	DUG.	NO	38	-0.478	6.140	5.319	-1.054	-5.954	6.793
ELEMAN	23	DUG.	NO	54	0.478	-6.140	-5.319	1.054	-10.002	11.688
ELEMAN	24	DUG.	NO	54	-0.372	0.338	0.383	-0.455	0.713	-0.996
ELEMAN	24	DUG.	NO	70	0.372	-0.338	-0.383	0.455	-1.861	2.010
ELEMAN	25	DUG.	NO	7	-0.100	13.749	11.284	-1.587	-21.489	26.068
ELEMAN	25	DUG.	NO	23	0.100	-13.749	-11.284	1.587	-12.364	15.178
ELEMAN	26	DUG.	NO	23	0.008	11.679	9.769	-1.535	-13.898	16.508
ELEMAN	26	DUG.	NO	39	-0.008	-11.679	-9.769	1.535	-15.410	18.530
ELEMAN	27	DUG.	NO	39	0.048	6.140	5.429	-1.064	-6.091	6.735
ELEMAN	27	DUG.	NO	55	-0.048	-6.140	-5.429	1.064	-10.196	11.686
ELEMAN	28	DUG.	NO	55	0.034	0.338	0.436	-0.461	0.665	-0.996
ELEMAN	28	DUG.	NO	71	-0.034	-0.338	-0.436	0.461	-1.973	2.010
ELEMAN	29	DUG.	NO	8	15.024	10.786	11.906	-2.108	-22.634	23.105
ELEMAN	29	DUG.	NO	24	-15.024	-10.786	-11.906	2.108	-13.085	9.254
ELEMAN	30	DUG.	NO	24	7.711	6.775	10.375	-1.994	-14.779	8.643
ELEMAN	30	DUG.	NO	40	-7.711	-6.775	-10.375	1.994	-16.346	11.682
ELEMAN	31	DUG.	NO	40	2.202	3.451	5.869	-1.396	-6.672	2.101
ELEMAN	31	DUG.	NO	56	-2.202	-3.451	-5.869	1.396	-10.935	8.252
ELEMAN	32	DUG.	NO	56	0.126	-0.626	0.685	-0.628	0.380	-2.704
ELEMAN	32	DUG.	NO	72	-0.126	0.626	-0.685	0.628	-2.435	0.827
ELEMAN	33	DUG.	NO	9	-10.094	6.438	10.583	-2.011	-20.166	14.015
ELEMAN	33	DUG.	NO	25	10.094	-6.438	-10.583	2.011	-11.582	5.299
ELEMAN	34	DUG.	NO	25	-5.326	4.122	9.080	-1.893	-12.891	5.352
ELEMAN	34	DUG.	NO	41	5.326	-4.122	-9.080	1.893	-14.349	7.014
ELEMAN	35	DUG.	NO	41	-1.650	2.309	4.927	-1.313	-5.437	1.586
ELEMAN	35	DUG.	NO	57	1.650	-2.309	-4.927	1.313	-9.344	5.339
ELEMAN	36	DUG.	NO	57	-0.159	-0.219	0.160	-0.592	0.968	-1.488
ELEMAN	36	DUG.	NO	73	0.159	0.219	-0.160	0.592	-1.448	0.831
ELEMAN	37	DUG.	NO	10	-0.123	8.314	11.143	-1.516	-21.193	15.891
ELEMAN	37	DUG.	NO	26	0.123	-8.314	-11.143	1.516	-12.235	9.051
ELEMAN	38	DUG.	NO	26	0.002	7.278	9.616	-1.459	-13.668	10.383
ELEMAN	38	DUG.	NO	42	-0.002	-7.278	-9.616	1.459	-15.179	11.450
ELEMAN	39	DUG.	NO	42	0.059	4.125	5.319	-1.001	-5.954	4.684
ELEMAN	39	DUG.	NO	58	-0.059	-4.125	-5.319	1.001	-10.002	7.691
ELEMAN	40	DUG.	NO	58	0.047	0.534	0.383	-0.435	0.712	-0.200
ELEMAN	40	DUG.	NO	74	-0.047	-0.534	-0.383	0.435	-1.861	1.802
ELEMAN	41	DUG.	NO	11	-1.028	8.314	11.284	-1.529	-21.489	15.891
ELEMAN	41	DUG.	NO	27	1.028	-8.314	-11.284	1.529	-12.364	9.051
ELEMAN	42	DUG.	NO	27	-0.069	7.278	9.769	-1.472	-13.898	10.383
ELEMAN	42	DUG.	NO	43	0.069	-7.278	-9.769	1.472	-15.410	11.450
ELEMAN	43	DUG.	NO	43	0.371	4.125	5.429	-1.011	-6.090	4.684
ELEMAN	43	DUG.	NO	59	-0.371	-4.125	-5.429	1.011	-10.196	7.691
ELEMAN	44	DUG.	NO	59	0.292	0.534	0.436	-0.440	0.665	-0.200
ELEMAN	44	DUG.	NO	75	-0.292	-0.534	-0.436	0.440	-1.972	1.802
ELEMAN	45	DUG.	NO	12	8.939	6.438	11.905	-2.025	-22.633	14.015
ELEMAN	45	DUG.	NO	28	-8.939	-6.438	-11.905	2.025	-13.083	5.299
ELEMAN	46	DUG.	NO	28	5.258	4.122	10.372	-1.907	-14.775	5.352
ELEMAN	46	DUG.	NO	44	-5.258	-4.122	-10.372	1.907	-16.341	7.014
ELEMAN	47	DUG.	NO	44	2.080	2.309	5.865	-1.324	-6.666	1.586
ELEMAN	47	DUG.	NO	60	-2.080	-2.309	-5.865	1.324	-10.930	5.339
ELEMAN	48	DUG.	NO	60	0.498	-0.219	0.680	-0.598	0.386	-1.488
ELEMAN	48	DUG.	NO	76	-0.498	0.219	-0.680	0.598	-2.427	0.831

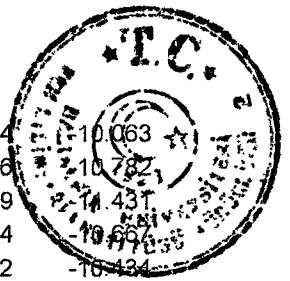


ELEMAN	49	DUG.	NO	13	5.251	3.799	8.261	-1.029	-17.843	
ELEMAN	49	DUG.	NO	29	-5.251	-3.799	-8.261	1.029	-6.939	2.974
ELEMAN	50	DUG.	NO	29	2.608	2.452	5.215	-0.971	-6.705	
ELEMAN	50	DUG.	NO	45	-2.608	-2.452	-5.215	0.971	-8.939	4.974
ELEMAN	51	DUG.	NO	45	0.624	1.423	2.792	-0.698	-1.756	1.002
ELEMAN	51	DUG.	NO	61	-0.624	-1.423	-2.792	0.698	-6.619	3.267
ELEMAN	52	DUG.	NO	61	-0.039	-0.050	-0.573	-0.333	2.291	-0.809
ELEMAN	52	DUG.	NO	77	0.039	0.050	0.573	0.333	-0.571	0.660
ELEMAN	53	DUG.	NO	14	12.401	4.981	8.704	-0.747	-18.754	9.605
ELEMAN	53	DUG.	NO	30	-12.401	-4.981	-8.704	0.747	-7.357	5.338
ELEMAN	54	DUG.	NO	30	6.594	4.464	5.537	-0.726	-7.152	6.415
ELEMAN	54	DUG.	NO	46	-6.594	-4.464	-5.537	0.726	-9.458	6.978
ELEMAN	55	DUG.	NO	46	2.059	2.626	3.023	-0.520	-2.017	3.037
ELEMAN	55	DUG.	NO	62	-2.059	-2.626	-3.023	0.520	-7.054	4.842
ELEMAN	56	DUG.	NO	62	0.223	0.514	-0.475	-0.242	2.223	0.126
ELEMAN	56	DUG.	NO	78	-0.223	-0.514	0.475	0.242	-0.798	1.416
ELEMAN	57	DUG.	NO	15	12.141	4.981	8.798	-0.766	-19.002	9.605
ELEMAN	57	DUG.	NO	31	-12.141	-4.981	-8.798	0.766	-7.392	5.338
ELEMAN	58	DUG.	NO	31	6.741	4.464	5.604	-0.745	-7.248	6.414
ELEMAN	58	DUG.	NO	47	-6.741	-4.464	-5.604	0.745	-9.564	6.977
ELEMAN	59	DUG.	NO	47	2.342	2.625	3.072	-0.535	-2.052	3.036
ELEMAN	59	DUG.	NO	63	-2.342	-2.625	-3.072	0.535	-7.164	4.840
ELEMAN	60	DUG.	NO	63	0.397	0.513	-0.466	-0.250	2.241	0.124
ELEMAN	60	DUG.	NO	79	-0.397	-0.513	0.466	0.250	-0.844	1.414
ELEMAN	61	DUG.	NO	16	19.367	3.799	9.290	-1.051	-20.017	8.423
ELEMAN	61	DUG.	NO	32	-19.367	-3.799	-9.290	1.051	-7.852	2.974
ELEMAN	62	DUG.	NO	32	10.774	2.451	5.970	-0.993	-7.759	3.220
ELEMAN	62	DUG.	NO	48	-10.774	-2.451	-5.970	0.993	-10.151	4.132
ELEMAN	63	DUG.	NO	48	3.798	1.422	3.333	-0.715	-2.345	1.001
ELEMAN	63	DUG.	NO	64	-3.798	-1.422	-3.333	0.715	-7.653	3.266
ELEMAN	64	DUG.	NO	64	0.663	-0.051	-0.356	-0.342	2.166	-0.811
ELEMAN	64	DUG.	NO	80	-0.663	0.051	0.356	0.342	-1.098	0.657
ELEMAN	65	DUG.	NO	17	-1.520	-8.487	-0.047	0.102	0.128	-22.078
ELEMAN	65	DUG.	NO	18	1.520	8.487	0.047	-0.102	0.108	-20.354
ELEMAN	66	DUG.	NO	18	0.000	-7.662	-0.054	0.044	0.134	-19.156
ELEMAN	66	DUG.	NO	19	0.000	7.662	0.054	-0.044	0.136	-19.156
ELEMAN	67	DUG.	NO	19	1.517	-8.487	-0.046	0.115	0.104	-20.356
ELEMAN	67	DUG.	NO	20	-1.517	8.487	0.046	-0.115	0.124	-22.080
ELEMAN	68	DUG.	NO	21	-1.285	-6.751	-0.114	0.077	0.301	-17.567
ELEMAN	68	DUG.	NO	22	1.285	6.751	0.114	-0.077	0.267	-16.189
ELEMAN	69	DUG.	NO	22	-0.002	-6.095	-0.112	0.034	0.281	-15.238
ELEMAN	69	DUG.	NO	23	0.002	6.095	0.112	-0.034	0.281	-15.238
ELEMAN	70	DUG.	NO	23	1.280	-6.751	-0.111	0.088	0.262	-16.189
ELEMAN	70	DUG.	NO	24	-1.280	6.751	0.111	-0.088	0.295	-17.567
ELEMAN	71	DUG.	NO	25	-0.955	-4.240	-0.108	0.078	0.286	-11.037
ELEMAN	71	DUG.	NO	26	0.955	4.240	0.108	-0.078	0.255	-10.165
ELEMAN	72	DUG.	NO	26	-0.002	-3.829	-0.108	0.034	0.270	-9.574
ELEMAN	72	DUG.	NO	27	0.002	3.829	0.108	-0.034	0.270	-9.574
ELEMAN	73	DUG.	NO	27	0.955	-4.240	-0.106	0.088	0.249	-10.165
ELEMAN	73	DUG.	NO	28	-0.955	4.240	0.106	-0.088	0.281	-11.037
ELEMAN	74	DUG.	NO	29	-0.739	-2.639	-0.041	0.102	0.111	-6.871
ELEMAN	74	DUG.	NO	30	0.739	2.639	0.041	-0.102	0.093	-6.322
ELEMAN	75	DUG.	NO	30	0.000	-2.386	-0.049	0.044	0.122	-5.964
ELEMAN	75	DUG.	NO	31	0.000	2.386	0.049	-0.044	0.123	-5.964

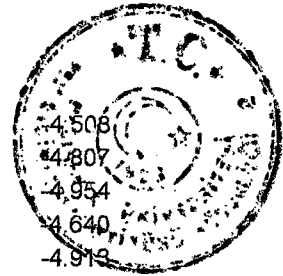
ELEMAN	76	DUG.	NO	31	0.741	-2.638	-0.039	0.115	0.089	
ELEMAN	76	DUG.	NO	32	-0.741	2.638	0.039	-0.115	0.107	
ELEMAN	77	DUG.	NO	17	-1.052	-5.279	0.061	0.732	-0.181	
ELEMAN	77	DUG.	NO	21	1.052	5.279	-0.061	-0.732	-0.123	
ELEMAN	78	DUG.	NO	21	-0.006	-4.754	0.118	1.062	-0.293	
ELEMAN	78	DUG.	NO	25	0.006	4.754	-0.118	-1.062	-0.298	-11.886
ELEMAN	79	DUG.	NO	25	1.050	-5.282	0.055	0.676	-0.106	-12.665
ELEMAN	79	DUG.	NO	29	-1.050	5.282	-0.055	-0.676	-0.169	-13.745
ELEMAN	80	DUG.	NO	18	-1.131	-5.554	0.094	0.578	-0.258	-14.452
ELEMAN	80	DUG.	NO	22	1.131	5.554	-0.094	-0.578	-0.210	-13.317
ELEMAN	81	DUG.	NO	22	-0.003	-5.017	0.157	0.837	-0.391	-12.542
ELEMAN	81	DUG.	NO	26	0.003	5.017	-0.157	-0.837	-0.395	-12.542
ELEMAN	82	DUG.	NO	26	1.133	-5.554	0.085	0.532	-0.187	-13.317
ELEMAN	82	DUG.	NO	30	-1.133	5.554	-0.085	-0.532	-0.237	-14.451
ELEMAN	83	DUG.	NO	19	-1.143	-5.653	0.092	0.578	-0.255	-14.710
ELEMAN	83	DUG.	NO	23	1.143	5.653	-0.092	-0.578	-0.207	-13.553
ELEMAN	84	DUG.	NO	23	0.003	-5.105	0.156	0.837	-0.388	-12.762
ELEMAN	84	DUG.	NO	27	-0.003	5.105	-0.156	-0.837	-0.392	-12.762
ELEMAN	85	DUG.	NO	27	1.144	-5.653	0.084	0.532	-0.185	-13.554
ELEMAN	85	DUG.	NO	31	-1.144	5.653	-0.084	-0.532	-0.234	-14.710
ELEMAN	86	DUG.	NO	20	-1.230	-5.958	0.060	0.732	-0.181	-15.503
ELEMAN	86	DUG.	NO	24	1.230	5.958	-0.060	-0.732	-0.119	-14.286
ELEMAN	87	DUG.	NO	24	0.011	-5.396	0.117	1.062	-0.290	-13.490
ELEMAN	87	DUG.	NO	28	-0.011	5.396	-0.117	-1.062	-0.295	-13.490
ELEMAN	88	DUG.	NO	28	1.250	-5.955	0.054	0.676	-0.103	-14.279
ELEMAN	88	DUG.	NO	32	-1.250	5.955	-0.054	-0.676	-0.165	-15.496
ELEMAN	89	DUG.	NO	33	0.984	-6.664	-0.083	0.086	0.227	-17.231
ELEMAN	89	DUG.	NO	34	-0.984	6.664	0.083	-0.086	0.189	-16.088
ELEMAN	90	DUG.	NO	34	0.025	-6.287	-0.102	0.042	0.253	-15.717
ELEMAN	90	DUG.	NO	35	-0.025	6.287	0.102	-0.042	0.255	-15.717
ELEMAN	91	DUG.	NO	35	-0.971	-6.665	-0.078	0.099	0.176	-16.090
ELEMAN	91	DUG.	NO	36	0.971	6.665	0.078	-0.099	0.215	-17.234
ELEMAN	92	DUG.	NO	37	0.617	-5.258	-0.212	0.066	0.562	-13.598
ELEMAN	92	DUG.	NO	38	-0.617	5.258	0.212	-0.066	0.499	-12.693
ELEMAN	93	DUG.	NO	38	0.033	-4.967	-0.216	0.034	0.538	-12.417
ELEMAN	93	DUG.	NO	39	-0.033	4.967	0.216	-0.034	0.540	-12.417
ELEMAN	94	DUG.	NO	39	-0.597	-5.258	-0.206	0.077	0.484	-12.693
ELEMAN	94	DUG.	NO	40	0.597	5.258	0.206	-0.077	0.547	-13.598
ELEMAN	95	DUG.	NO	41	0.202	-3.423	-0.201	0.067	0.532	-8.856
ELEMAN	95	DUG.	NO	42	-0.202	3.423	0.201	-0.067	0.473	-8.260
ELEMAN	96	DUG.	NO	42	0.012	-3.234	-0.206	0.034	0.515	-8.086
ELEMAN	96	DUG.	NO	43	-0.012	3.234	0.206	-0.034	0.517	-8.086
ELEMAN	97	DUG.	NO	43	-0.218	-3.423	-0.195	0.077	0.458	-8.260
ELEMAN	97	DUG.	NO	44	0.218	3.423	0.195	-0.077	0.517	-8.856
ELEMAN	98	DUG.	NO	45	-0.059	-2.185	-0.070	0.087	0.193	-5.657
ELEMAN	98	DUG.	NO	46	0.059	2.185	0.070	-0.087	0.159	-5.269
ELEMAN	99	DUG.	NO	46	0.017	-2.070	-0.092	0.042	0.228	-5.174
ELEMAN	99	DUG.	NO	47	-0.017	2.070	0.092	-0.042	0.230	-5.174
ELEMAN	100	DUG.	NO	47	0.081	-2.184	-0.065	0.099	0.146	-5.267
ELEMAN	100	DUG.	NO	48	-0.081	2.184	0.065	-0.099	0.180	-5.654
ELEMAN	101	DUG.	NO	33	0.467	-4.165	0.184	0.592	-0.520	-10.771
ELEMAN	101	DUG.	NO	37	-0.467	4.165	-0.184	-0.592	-0.400	-10.052
ELEMAN	102	DUG.	NO	37	0.007	-3.916	0.305	0.777	-0.757	-9.791
ELEMAN	102	DUG.	NO	41	-0.007	3.916	-0.305	-0.777	-0.768	-9.790

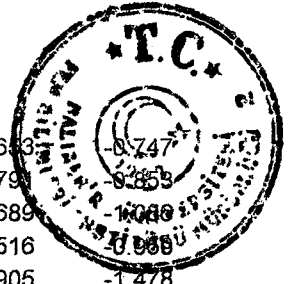


ELEMAN 103 DUG. NO 41	-0.478	-4.169	0.162	0.521	-0.344	-10.063
ELEMAN 103 DUG. NO 45	0.478	4.169	-0.162	-0.521	-0.466	-10.782
ELEMAN 104 DUG. NO 34	0.446	-4.419	0.245	0.486	-0.659	-11.431
ELEMAN 104 DUG. NO 38	-0.446	4.419	-0.245	-0.486	-0.564	-10.666
ELEMAN 105 DUG. NO 38	0.009	-4.174	0.378	0.640	-0.942	-10.424
ELEMAN 105 DUG. NO 42	-0.009	4.174	-0.378	-0.640	-0.950	-10.434
ELEMAN 106 DUG. NO 42	-0.431	-4.419	0.218	0.428	-0.496	-10.666
ELEMAN 106 DUG. NO 46	0.431	4.419	-0.218	-0.428	-0.592	-11.430
ELEMAN 107 DUG. NO 35	0.464	-4.513	0.242	0.485	-0.653	-11.673
ELEMAN 107 DUG. NO 39	-0.464	4.513	-0.242	-0.485	-0.558	-10.891
ELEMAN 108 DUG. NO 39	-0.017	-4.261	0.376	0.640	-0.937	-10.653
ELEMAN 108 DUG. NO 43	0.017	4.261	-0.376	-0.640	-0.945	-10.653
ELEMAN 109 DUG. NO 43	-0.479	-4.513	0.215	0.428	-0.491	-10.891
ELEMAN 109 DUG. NO 47	0.479	4.513	-0.215	-0.428	-0.586	-11.674
ELEMAN 110 DUG. NO 36	0.443	-4.797	0.181	0.592	-0.512	-12.408
ELEMAN 110 DUG. NO 40	-0.443	4.797	-0.181	-0.592	-0.394	-11.576
ELEMAN 111 DUG. NO 40	0.014	-4.546	0.303	0.777	-0.752	-11.365
ELEMAN 111 DUG. NO 44	-0.014	4.546	-0.303	-0.777	-0.763	11.366
ELEMAN 112 DUG. NO 44	-0.425	-4.792	0.159	0.521	-0.337	-11.565
ELEMAN 112 DUG. NO 48	0.425	4.792	-0.159	-0.521	-0.458	-12.397
ELEMAN 113 DUG. NO 49	0.615	-2.696	-0.109	0.050	0.299	-6.958
ELEMAN 113 DUG. NO 50	-0.615	2.696	0.109	-0.050	0.248	-6.522
ELEMAN 114 DUG. NO 50	0.006	-2.763	-0.135	0.027	0.337	-6.908
ELEMAN 114 DUG. NO 51	-0.006	2.763	0.135	-0.027	0.340	-6.908
ELEMAN 115 DUG. NO 51	-0.605	-2.697	-0.102	0.058	0.229	-6.526
ELEMAN 115 DUG. NO 52	0.605	2.697	0.102	-0.058	0.281	-6.961
ELEMAN 116 DUG. NO 53	-0.190	-2.136	-0.280	0.037	0.741	-5.514
ELEMAN 116 DUG. NO 54	0.190	2.136	0.280	-0.037	0.657	-5.167
ELEMAN 117 DUG. NO 54	-0.019	-2.196	-0.286	0.022	0.714	-5.491
ELEMAN 117 DUG. NO 55	0.019	2.196	0.286	-0.022	0.716	-5.491
ELEMAN 118 DUG. NO 55	0.181	-2.136	-0.271	0.044	0.635	-5.167
ELEMAN 118 DUG. NO 56	-0.181	2.136	0.271	-0.044	0.719	-5.514
ELEMAN 119 DUG. NO 57	-0.035	-1.518	-0.264	0.038	0.699	-3.920
ELEMAN 119 DUG. NO 58	0.035	1.518	0.264	-0.038	0.620	-3.671
ELEMAN 120 DUG. NO 58	0.008	-1.552	-0.273	0.022	0.680	-3.880
ELEMAN 120 DUG. NO 59	-0.008	1.552	0.273	-0.022	0.683	-3.880
ELEMAN 121 DUG. NO 59	0.038	-1.518	-0.255	0.044	0.598	-3.671
ELEMAN 121 DUG. NO 60	-0.038	1.518	0.255	-0.044	0.677	-3.920
ELEMAN 122 DUG. NO 61	-0.276	-1.034	-0.091	0.051	0.250	-2.671
ELEMAN 122 DUG. NO 62	0.276	1.034	0.091	-0.051	0.205	-2.499
ELEMAN 123 DUG. NO 62	-0.001	-1.059	-0.121	0.027	0.301	-2.648
ELEMAN 123 DUG. NO 63	0.001	1.059	0.121	-0.027	0.304	-2.648
ELEMAN 124 DUG. NO 63	0.265	-1.033	-0.084	0.058	0.186	-2.496
ELEMAN 124 DUG. NO 64	-0.265	1.033	0.084	-0.058	0.232	-2.668
ELEMAN 125 DUG. NO 49	0.219	-1.692	0.253	0.246	-0.711	-4.367
ELEMAN 125 DUG. NO 53	-0.219	1.692	-0.253	-0.246	-0.553	-4.092
ELEMAN 126 DUG. NO 53	-0.004	-1.724	0.384	0.281	-0.951	-4.311
ELEMAN 126 DUG. NO 57	0.004	1.724	-0.384	-0.281	-0.967	-4.310
ELEMAN 127 DUG. NO 57	-0.206	-1.697	0.214	0.213	-0.454	-4.105
ELEMAN 127 DUG. NO 61	0.206	1.697	-0.214	-0.213	-0.615	-4.379
ELEMAN 128 DUG. NO 50	0.150	-1.862	0.334	0.207	-0.898	-4.807
ELEMAN 128 DUG. NO 54	-0.150	1.862	-0.334	-0.207	-0.772	-4.504
ELEMAN 129 DUG. NO 54	0.085	-1.908	0.481	0.238	-1.198	-4.770
ELEMAN 129 DUG. NO 58	-0.085	1.908	-0.481	-0.238	-1.209	-4.770



ELEMAN 130 DUG. NO 58	-0.143	-1.862	0.288	0.179	-0.657	
ELEMAN 130 DUG. NO 62	0.143	1.862	-0.288	-0.179	-0.784	
ELEMAN 131 DUG. NO 51	0.193	-1.919	0.330	0.207	-0.889	
ELEMAN 131 DUG. NO 55	-0.193	1.919	-0.330	-0.207	-0.764	
ELEMAN 132 DUG. NO 55	0.073	-1.965	0.479	0.238	-1.191	-4.913
ELEMAN 132 DUG. NO 59	-0.073	1.965	-0.479	-0.238	-1.202	-4.913
ELEMAN 133 DUG. NO 59	-0.182	-1.919	0.285	0.179	-0.649	-4.640
ELEMAN 133 DUG. NO 63	0.182	1.919	-0.285	-0.179	-0.775	-4.954
ELEMAN 134 DUG. NO 52	0.095	-2.107	0.249	0.246	-0.701	-5.440
ELEMAN 134 DUG. NO 56	-0.095	2.107	-0.249	-0.246	-0.544	-5.094
ELEMAN 135 DUG. NO 56	0.035	-2.167	0.380	0.281	-0.943	-5.417
ELEMAN 135 DUG. NO 60	-0.035	2.167	-0.380	-0.281	-0.959	-5.417
ELEMAN 136 DUG. NO 60	-0.097	-2.102	0.210	0.213	-0.445	-5.082
ELEMAN 136 DUG. NO 64	0.097	2.102	-0.210	-0.213	-0.604	-5.428
ELEMAN 137 DUG. NO 65	0.649	-0.340	-0.121	0.017	0.332	-0.902
ELEMAN 137 DUG. NO 66	-0.649	0.340	0.121	-0.017	0.274	-0.797
ELEMAN 138 DUG. NO 66	-0.008	-0.600	-0.150	0.013	0.374	-1.499
ELEMAN 138 DUG. NO 67	0.008	0.600	0.150	-0.013	0.378	-1.499
ELEMAN 139 DUG. NO 67	-0.629	-0.341	-0.112	0.021	0.252	-0.799
ELEMAN 139 DUG. NO 68	0.629	0.341	0.112	-0.021	0.311	-0.905
ELEMAN 140 DUG. NO 69	0.520	-0.310	-0.309	0.004	0.819	-0.827
ELEMAN 140 DUG. NO 70	-0.520	0.310	0.309	-0.004	0.724	-0.724
ELEMAN 141 DUG. NO 70	0.064	-0.514	-0.315	0.009	0.787	-1.284
ELEMAN 141 DUG. NO 71	-0.064	0.514	0.315	-0.009	0.789	-1.284
ELEMAN 142 DUG. NO 71	-0.477	-0.310	-0.298	0.007	0.698	-0.724
ELEMAN 142 DUG. NO 72	0.477	0.310	0.298	-0.007	0.793	-0.827
ELEMAN 143 DUG. NO 73	0.388	-0.309	-0.291	0.005	0.772	-0.824
ELEMAN 143 DUG. NO 74	-0.388	0.309	0.291	-0.005	0.682	-0.723
ELEMAN 144 DUG. NO 74	0.023	-0.431	-0.300	0.009	0.750	-1.078
ELEMAN 144 DUG. NO 75	-0.023	0.431	0.300	-0.009	0.752	-1.078
ELEMAN 145 DUG. NO 75	-0.365	-0.309	-0.280	0.008	0.656	-0.723
ELEMAN 145 DUG. NO 76	0.365	0.309	0.280	-0.008	0.746	-0.824
ELEMAN 146 DUG. NO 77	0.258	-0.261	-0.101	0.018	0.277	-0.697
ELEMAN 146 DUG. NO 78	-0.258	0.261	0.101	-0.018	0.226	-0.607
ELEMAN 147 DUG. NO 78	0.008	-0.337	-0.134	0.013	0.333	-0.841
ELEMAN 147 DUG. NO 79	-0.008	0.337	0.134	-0.013	0.337	-0.842
ELEMAN 148 DUG. NO 79	-0.247	-0.260	-0.092	0.021	0.204	-0.605
ELEMAN 148 DUG. NO 80	0.247	0.260	0.092	-0.021	0.256	-0.694
ELEMAN 149 DUG. NO 65	0.464	-0.218	0.246	0.031	-0.701	-0.579
ELEMAN 149 DUG. NO 69	-0.464	0.218	-0.246	-0.031	-0.527	-0.512
ELEMAN 150 DUG. NO 69	-0.014	-0.373	0.369	0.031	-0.914	-0.932
ELEMAN 150 DUG. NO 73	0.014	0.373	-0.369	-0.031	-0.931	-0.931
ELEMAN 151 DUG. NO 73	-0.467	-0.222	0.208	0.037	-0.432	-0.522
ELEMAN 151 DUG. NO 77	0.467	0.222	-0.208	-0.037	-0.610	-0.589
ELEMAN 152 DUG. NO 66	0.460	-0.298	0.337	0.029	-0.912	-0.794
ELEMAN 152 DUG. NO 70	-0.460	0.298	-0.337	-0.029	-0.774	-0.698
ELEMAN 153 DUG. NO 70	0.016	-0.467	0.479	0.030	-1.192	-1.167
ELEMAN 153 DUG. NO 74	-0.016	0.467	-0.479	-0.030	-1.204	-1.167
ELEMAN 154 DUG. NO 74	-0.419	-0.298	0.293	0.032	-0.662	-0.698
ELEMAN 154 DUG. NO 78	0.419	0.298	-0.293	-0.032	-0.801	-0.794
ELEMAN 155 DUG. NO 67	0.491	-0.320	0.333	0.029	-0.902	-0.852
ELEMAN 155 DUG. NO 71	-0.491	0.320	-0.333	-0.029	-0.765	-0.747
ELEMAN 156 DUG. NO 71	0.032	-0.490	0.476	0.030	-1.184	-1.224
ELEMAN 156 DUG. NO 75	-0.032	0.490	-0.476	-0.030	-1.196	-1.224





ELEMAN 157 DUG. NO 75	-0.477	-0.320	0.289	0.032	-0.643	-0.747	-0.855	-1.000	-1.100
ELEMAN 157 DUG. NO 79	0.477	0.320	-0.289	-0.032	-0.790	-0.855	-1.000	-1.100	-1.200
ELEMAN 158 DUG. NO 68	0.468	-0.407	0.241	0.030	-0.689	-0.855	-1.000	-1.100	-1.200
ELEMAN 158 DUG. NO 72	-0.468	0.407	-0.241	-0.030	-0.516	-0.855	-1.000	-1.100	-1.200
ELEMAN 159 DUG. NO 72	0.025	-0.591	0.365	0.031	-0.905	-1.478	-1.478	-1.478	-1.478
ELEMAN 159 DUG. NO 76	-0.025	0.591	-0.365	-0.031	-0.922	-1.479	-1.479	-1.479	-1.479
ELEMAN 160 DUG. NO 76	-0.426	-0.403	0.204	0.037	-0.422	-0.940	-0.940	-0.940	-0.940
ELEMAN 160 DUG. NO 80	0.426	0.403	-0.204	-0.037	-0.598	-1.076	-1.076	-1.076	-1.076

Aynı yapıyı deprem yönetmeliğinde belirtilen eşdeğer deprem yükü yöntemine göre çözdüğümüzde ise kat kesme kuvvetleri

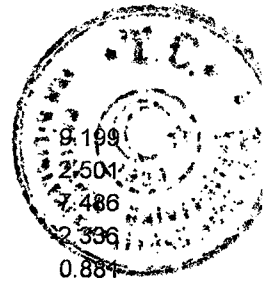


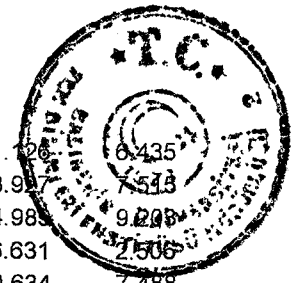
olarak elde edilir. Bu yapıyı hesapladığımız yatay kuvvetler için çözdüğümüzde kesit tesirlerini

ELEMAN KOORDINATLARINDA KESİT TESİRLERİ

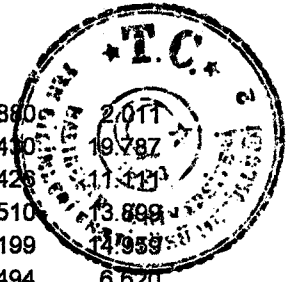
				EKSENEL	YKESME	ZKESME	BURULMA	YMOMENT	ZMOMENT
ELEMAN	1	DUG. NO	1	-24.481	7.954	7.985	0.014	-17.501	17.433
ELEMAN	1	DUG. NO	17	24.481	-7.954	-7.985	-0.014	-6.454	6.430
ELEMAN	2	DUG. NO	17	-13.739	5.571	5.597	0.014	-7.553	7.513

ELEMAN	2	DUG.	NO	33	13.739	-5.571	-5.597	-0.014	-9.239	0.881
ELEMAN	3	DUG.	NO	33	-4.674	3.329	3.351	0.012	-2.526	0.881
ELEMAN	3	DUG.	NO	49	4.674	-3.329	-3.351	-0.012	-7.527	0.881
ELEMAN	4	DUG.	NO	49	-0.669	-0.485	-0.478	0.007	2.333	0.881
ELEMAN	4	DUG.	NO	65	0.669	0.485	0.478	-0.007	-0.900	0.881
ELEMAN	5	DUG.	NO	2	-11.660	10.290	7.958	0.014	-17.442	19.770
ELEMAN	5	DUG.	NO	18	11.660	-10.290	-7.958	-0.014	-6.431	11.101
ELEMAN	6	DUG.	NO	18	-6.803	9.610	5.574	0.015	-7.518	13.886
ELEMAN	6	DUG.	NO	34	6.803	-9.610	-5.574	-0.015	-9.204	14.944
ELEMAN	7	DUG.	NO	34	-2.536	5.741	3.333	0.013	-2.504	6.619
ELEMAN	7	DUG.	NO	50	2.536	-5.741	-3.333	-0.013	-7.496	10.604
ELEMAN	8	DUG.	NO	50	-0.502	0.444	-0.487	0.008	2.342	-0.701
ELEMAN	8	DUG.	NO	66	0.502	-0.444	0.487	-0.008	-0.880	2.033
ELEMAN	9	DUG.	NO	3	-12.760	10.290	7.952	-0.004	-17.430	19.770
ELEMAN	9	DUG.	NO	19	12.760	-10.290	-7.952	0.004	-6.426	11.101
ELEMAN	10	DUG.	NO	19	-6.891	9.611	5.570	-0.004	-7.510	13.887
ELEMAN	10	DUG.	NO	35	6.891	-9.611	-5.570	0.004	-9.199	14.945
ELEMAN	11	DUG.	NO	35	-2.110	5.742	3.328	-0.002	-2.494	6.620
ELEMAN	11	DUG.	NO	51	2.110	-5.742	-3.328	0.002	-7.489	10.605
ELEMAN	12	DUG.	NO	51	-0.156	0.445	-0.498	0.000	2.357	-0.699
ELEMAN	12	DUG.	NO	67	0.156	-0.445	0.498	0.000	-0.862	2.035
ELEMAN	13	DUG.	NO	4	-0.016	7.955	7.973	-0.008	-17.474	17.434
ELEMAN	13	DUG.	NO	20	0.016	-7.955	-7.973	0.008	-6.444	6.430
ELEMAN	14	DUG.	NO	20	-0.003	5.571	5.590	-0.007	-7.539	7.514
ELEMAN	14	DUG.	NO	36	0.003	-5.571	-5.590	0.007	-9.230	9.201
ELEMAN	15	DUG.	NO	36	0.007	3.330	3.339	-0.005	-2.505	2.502
ELEMAN	15	DUG.	NO	52	-0.007	-3.330	-3.339	0.005	-7.512	7.487
ELEMAN	16	DUG.	NO	52	0.006	-0.484	-0.496	-0.002	2.357	-2.334
ELEMAN	16	DUG.	NO	68	-0.006	0.484	0.496	0.002	-0.870	0.883
ELEMAN	17	DUG.	NO	5	-11.656	7.959	10.330	0.008	-19.846	17.442
ELEMAN	17	DUG.	NO	21	11.656	-7.959	-10.330	-0.008	-11.143	6.435
ELEMAN	18	DUG.	NO	21	-6.804	5.573	9.654	0.008	-13.952	7.515
ELEMAN	18	DUG.	NO	37	6.804	-5.573	-9.654	-0.008	-15.009	9.203
ELEMAN	19	DUG.	NO	37	-2.541	3.331	5.776	0.007	-6.665	2.506
ELEMAN	19	DUG.	NO	53	2.541	-3.331	-5.776	-0.007	-10.663	7.488
ELEMAN	20	DUG.	NO	53	-0.505	-0.477	0.459	0.004	0.685	-2.324
ELEMAN	20	DUG.	NO	69	0.505	0.477	-0.459	-0.004	-2.063	0.893
ELEMAN	21	DUG.	NO	6	1.121	10.296	10.295	0.009	-19.780	19.779
ELEMAN	21	DUG.	NO	22	-1.121	-10.296	-10.295	-0.009	-11.106	11.108
ELEMAN	22	DUG.	NO	22	0.105	9.613	9.617	0.010	-13.897	13.891
ELEMAN	22	DUG.	NO	38	-0.105	-9.613	-9.617	-0.010	-14.954	14.949
ELEMAN	23	DUG.	NO	38	-0.415	5.745	5.748	0.008	-6.627	6.626
ELEMAN	23	DUG.	NO	54	0.415	-5.745	-5.748	-0.008	-10.617	10.609
ELEMAN	24	DUG.	NO	54	-0.340	0.455	0.442	0.005	0.706	-0.685
ELEMAN	24	DUG.	NO	70	0.340	-0.455	-0.442	-0.005	-2.031	2.050
ELEMAN	25	DUG.	NO	7	-0.001	10.296	10.288	-0.004	-19.766	19.779
ELEMAN	25	DUG.	NO	23	0.001	-10.296	-10.288	0.004	-11.098	11.108
ELEMAN	26	DUG.	NO	23	-0.001	9.613	9.609	-0.004	-13.884	13.891
ELEMAN	26	DUG.	NO	39	0.001	-9.613	-9.609	0.004	-14.944	14.949
ELEMAN	27	DUG.	NO	39	-0.001	5.745	5.738	-0.002	-6.610	6.626
ELEMAN	27	DUG.	NO	55	0.001	-5.745	-5.738	0.002	-10.604	10.609
ELEMAN	28	DUG.	NO	55	-0.001	0.455	0.424	0.000	0.731	-0.685
ELEMAN	28	DUG.	NO	71	0.001	-0.455	-0.424	0.000	-2.003	2.050
ELEMAN	29	DUG.	NO	8	12.780	7.959	10.314	-0.006	-19.815	17.442



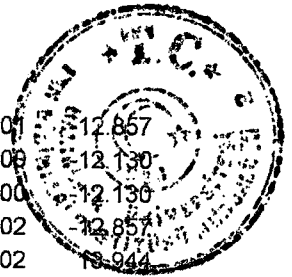


ELEMAN	29	DUG.	NO	24	-12.780	-7.959	-10.314	0.006	-11.126	6.435
ELEMAN	30	DUG.	NO	24	6.908	5.573	9.639	-0.006	-13.927	7.513
ELEMAN	30	DUG.	NO	40	-6.908	-5.573	-9.639	0.006	-14.989	9.208
ELEMAN	31	DUG.	NO	40	2.124	3.331	5.755	-0.005	-6.631	2.506
ELEMAN	31	DUG.	NO	56	-2.124	-3.331	-5.755	0.005	-10.634	7.488
ELEMAN	32	DUG.	NO	56	0.163	-0.477	0.429	-0.003	0.726	-2.324
ELEMAN	32	DUG.	NO	72	-0.163	0.477	-0.429	0.003	-2.014	0.893
ELEMAN	33	DUG.	NO	9	-12.773	7.956	10.330	0.008	-19.846	17.436
ELEMAN	33	DUG.	NO	25	12.773	-7.956	-10.330	-0.008	-11.142	6.431
ELEMAN	34	DUG.	NO	25	-6.902	5.570	9.654	0.008	-13.952	7.511
ELEMAN	34	DUG.	NO	41	6.902	-5.570	-9.654	-0.008	-15.009	9.200
ELEMAN	35	DUG.	NO	41	-2.119	3.328	5.776	0.006	-6.665	2.500
ELEMAN	35	DUG.	NO	57	2.119	-3.328	-5.776	-0.006	-10.662	7.485
ELEMAN	36	DUG.	NO	57	-0.161	-0.484	0.459	0.002	0.686	-2.334
ELEMAN	36	DUG.	NO	73	0.161	0.484	-0.459	-0.002	-2.062	0.883
ELEMAN	37	DUG.	NO	10	0.000	10.292	10.295	0.009	-19.780	19.772
ELEMAN	37	DUG.	NO	26	0.000	-10.292	-10.295	-0.009	-11.106	11.103
ELEMAN	38	DUG.	NO	26	0.000	9.610	9.617	0.010	-13.897	13.885
ELEMAN	38	DUG.	NO	42	0.000	-9.610	-9.617	-0.010	-14.954	14.945
ELEMAN	39	DUG.	NO	42	0.000	5.740	5.748	0.008	-6.627	6.617
ELEMAN	39	DUG.	NO	58	0.000	-5.740	-5.748	-0.008	-10.617	10.603
ELEMAN	40	DUG.	NO	58	0.000	0.445	0.442	0.004	0.706	-0.700
ELEMAN	40	DUG.	NO	74	0.000	-0.445	-0.442	-0.004	-2.031	2.034
ELEMAN	41	DUG.	NO	11	-1.120	10.292	10.288	-0.003	-19.766	19.772
ELEMAN	41	DUG.	NO	27	1.120	-10.292	-10.288	0.003	-11.098	11.103
ELEMAN	42	DUG.	NO	27	-0.104	9.610	9.609	-0.003	-13.884	13.885
ELEMAN	42	DUG.	NO	43	0.104	-9.610	-9.609	0.003	-14.944	14.945
ELEMAN	43	DUG.	NO	43	0.416	5.740	5.738	-0.003	-6.610	6.617
ELEMAN	43	DUG.	NO	59	-0.416	-5.740	-5.738	0.003	-10.603	10.603
ELEMAN	44	DUG.	NO	59	0.341	0.445	0.424	-0.002	0.731	-0.700
ELEMAN	44	DUG.	NO	75	-0.341	-0.445	-0.424	0.002	-2.003	2.034
ELEMAN	45	DUG.	NO	12	11.649	7.956	10.314	-0.006	-19.815	17.436
ELEMAN	45	DUG.	NO	28	-11.649	-7.956	-10.314	0.006	-11.126	6.431
ELEMAN	46	DUG.	NO	28	6.797	5.570	9.639	-0.006	-13.927	7.511
ELEMAN	46	DUG.	NO	44	-6.797	-5.570	-9.639	0.006	-14.989	9.200
ELEMAN	47	DUG.	NO	44	2.536	3.328	5.755	-0.006	-6.632	2.500
ELEMAN	47	DUG.	NO	60	-2.536	-3.328	-5.755	0.006	-10.635	7.485
ELEMAN	48	DUG.	NO	60	0.503	-0.484	0.430	-0.004	0.726	-2.334
ELEMAN	48	DUG.	NO	76	-0.503	0.484	-0.430	0.004	-2.015	0.883
ELEMAN	49	DUG.	NO	13	0.060	7.962	7.985	0.015	-17.501	17.449
ELEMAN	49	DUG.	NO	29	-0.060	-7.962	-7.985	-0.015	-6.454	6.437
ELEMAN	50	DUG.	NO	29	0.044	5.578	5.597	0.015	-7.553	7.521
ELEMAN	50	DUG.	NO	45	-0.044	-5.578	-5.597	-0.015	-9.239	9.212
ELEMAN	51	DUG.	NO	45	0.026	3.333	3.351	0.011	-2.526	2.501
ELEMAN	51	DUG.	NO	61	-0.026	-3.333	-3.351	-0.011	-7.527	7.499
ELEMAN	52	DUG.	NO	61	0.010	-0.496	-0.478	0.005	2.333	-2.354
ELEMAN	52	DUG.	NO	77	-0.010	0.496	0.478	-0.005	-0.899	0.868
ELEMAN	53	DUG.	NO	14	12.780	10.299	7.958	0.015	-17.442	19.787
ELEMAN	53	DUG.	NO	30	-12.780	-10.299	-7.958	-0.015	-6.431	11.112
ELEMAN	54	DUG.	NO	30	6.907	9.620	5.574	0.015	-7.518	13.900
ELEMAN	54	DUG.	NO	46	-6.907	-9.620	-5.574	-0.015	-9.204	14.961
ELEMAN	55	DUG.	NO	46	2.121	5.746	3.333	0.012	-2.504	6.621
ELEMAN	55	DUG.	NO	62	-2.121	-5.746	-3.333	-0.012	-7.496	10.617
ELEMAN	56	DUG.	NO	62	0.161	0.429	-0.487	0.007	2.342	-0.725

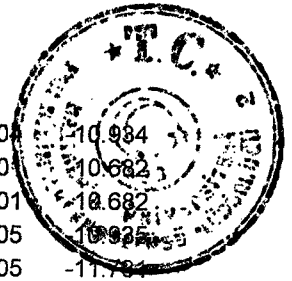


ELEMAN	56	DUG.	NO	78	-0.161	-0.429	0.487	-0.007	-0.880	2.011
ELEMAN	57	DUG.	NO	15	11.639	10.299	7.952	-0.004	-17.430	19.787
ELEMAN	57	DUG.	NO	31	-11.639	-10.299	-7.952	0.004	-6.426	11.421
ELEMAN	58	DUG.	NO	31	6.787	9.619	5.570	-0.003	-7.510	13.899
ELEMAN	58	DUG.	NO	47	-6.787	-9.619	-5.570	0.003	-9.199	11.959
ELEMAN	59	DUG.	NO	47	2.525	5.745	3.328	-0.002	-2.494	6.620
ELEMAN	59	DUG.	NO	63	-2.525	-5.745	-3.328	0.002	-7.489	10.615
ELEMAN	60	DUG.	NO	63	0.498	0.427	-0.498	-0.001	2.357	-0.727
ELEMAN	60	DUG.	NO	79	-0.498	-0.427	0.498	0.001	-0.862	2.009
ELEMAN	61	DUG.	NO	16	24.436	7.962	7.973	-0.007	-17.474	17.449
ELEMAN	61	DUG.	NO	32	-24.436	-7.962	-7.973	0.007	-6.444	6.436
ELEMAN	62	DUG.	NO	32	13.699	5.577	5.590	-0.007	-7.539	7.520
ELEMAN	62	DUG.	NO	48	-13.699	-5.577	-5.590	0.007	-9.230	9.210
ELEMAN	63	DUG.	NO	48	4.641	3.333	3.339	-0.006	-2.505	2.500
ELEMAN	63	DUG.	NO	64	-4.641	-3.333	-3.339	0.006	-7.512	7.498
ELEMAN	64	DUG.	NO	64	0.654	-0.497	-0.496	-0.004	2.357	-2.356
ELEMAN	64	DUG.	NO	80	-0.654	0.497	0.496	0.004	-0.870	0.865
ELEMAN	65	DUG.	NO	17	-1.053	-5.360	-0.001	-0.007	0.002	-13.943
ELEMAN	65	DUG.	NO	18	1.053	5.360	0.001	0.007	0.002	-12.857
ELEMAN	66	DUG.	NO	18	-0.002	-4.852	0.000	-0.002	-0.001	-12.131
ELEMAN	66	DUG.	NO	19	0.002	4.852	0.000	0.002	0.001	-12.131
ELEMAN	67	DUG.	NO	19	1.058	-5.361	0.001	0.005	-0.002	-12.858
ELEMAN	67	DUG.	NO	20	-1.058	5.361	-0.001	-0.005	-0.002	-13.945
ELEMAN	68	DUG.	NO	21	-1.052	-5.362	-0.001	-0.006	0.003	-13.949
ELEMAN	68	DUG.	NO	22	1.052	5.362	0.001	0.006	0.003	-12.862
ELEMAN	69	DUG.	NO	22	-0.002	-4.854	0.000	-0.001	0.000	-12.135
ELEMAN	69	DUG.	NO	23	0.002	4.854	0.000	0.001	0.001	-12.135
ELEMAN	70	DUG.	NO	23	1.054	-5.362	0.001	0.004	-0.003	-12.862
ELEMAN	70	DUG.	NO	24	-1.054	5.362	-0.001	-0.004	-0.002	-13.949
ELEMAN	71	DUG.	NO	25	-1.061	-5.361	-0.001	-0.006	0.003	-13.945
ELEMAN	71	DUG.	NO	26	1.061	5.361	0.001	0.006	0.003	-12.858
ELEMAN	72	DUG.	NO	26	-0.002	-4.853	0.000	-0.001	0.000	-12.132
ELEMAN	72	DUG.	NO	27	0.002	4.853	0.000	0.001	0.001	-12.132
ELEMAN	73	DUG.	NO	27	1.056	-5.361	0.001	0.004	-0.003	-12.858
ELEMAN	73	DUG.	NO	28	-1.056	5.361	-0.001	-0.004	-0.002	-13.945
ELEMAN	74	DUG.	NO	29	-1.060	-5.365	-0.001	-0.007	0.002	-13.956
ELEMAN	74	DUG.	NO	30	1.060	5.365	0.001	0.007	0.002	-12.869
ELEMAN	75	DUG.	NO	30	0.005	-4.856	0.000	-0.002	-0.001	-12.141
ELEMAN	75	DUG.	NO	31	-0.005	4.856	0.000	0.002	0.001	-12.141
ELEMAN	76	DUG.	NO	31	1.053	-5.364	0.001	0.005	-0.002	-12.867
ELEMAN	76	DUG.	NO	32	-1.053	5.364	-0.001	-0.005	-0.002	-13.955
ELEMAN	77	DUG.	NO	17	-1.058	-5.382	0.001	-0.001	-0.002	-14.000
ELEMAN	77	DUG.	NO	21	1.058	5.382	-0.001	0.001	-0.001	-12.909
ELEMAN	78	DUG.	NO	21	0.001	-4.872	0.001	0.001	-0.002	-12.180
ELEMAN	78	DUG.	NO	25	-0.001	4.872	-0.001	-0.001	-0.002	-12.180
ELEMAN	79	DUG.	NO	25	1.065	-5.382	0.000	-0.002	-0.001	-12.909
ELEMAN	79	DUG.	NO	29	-1.065	5.382	0.000	0.002	-0.001	-13.999
ELEMAN	80	DUG.	NO	18	-1.050	-5.364	0.001	-0.001	-0.002	-13.954
ELEMAN	80	DUG.	NO	22	1.050	5.364	-0.001	0.001	-0.001	-12.867
ELEMAN	81	DUG.	NO	22	-0.001	-4.856	0.001	0.001	-0.002	-12.140
ELEMAN	81	DUG.	NO	26	0.001	4.856	-0.001	-0.001	-0.002	-12.140
ELEMAN	82	DUG.	NO	26	1.061	-5.364	0.001	-0.001	-0.001	12.867
ELEMAN	82	DUG.	NO	30	-1.061	5.364	-0.001	0.001	-0.001	-13.954
ELEMAN	83	DUG.	NO	19	-1.050	-5.360	-0.001	-0.001	0.001	-13.944

ELEMAN	83	DUG.	NO	23	1.050	5.360	0.001	0.001	0.001	12.857
ELEMAN	84	DUG.	NO	23	0.005	-4.852	0.000	0.001	0.000	12.130
ELEMAN	84	DUG.	NO	27	-0.005	4.852	0.000	-0.001	0.000	12.130
ELEMAN	85	DUG.	NO	27	1.055	-5.360	-0.001	-0.001	0.002	12.857
ELEMAN	85	DUG.	NO	31	-1.055	5.360	0.001	0.001	0.002	12.857
ELEMAN	86	DUG.	NO	20	-1.057	-5.373	-0.001	-0.001	0.002	12.857
ELEMAN	86	DUG.	NO	24	1.057	5.373	0.001	0.001	0.002	12.857
ELEMAN	87	DUG.	NO	24	0.001	-4.864	0.000	0.001	0.001	12.857
ELEMAN	87	DUG.	NO	28	-0.001	4.864	0.000	-0.001	0.001	12.857
ELEMAN	88	DUG.	NO	28	1.055	-5.373	-0.001	-0.002	0.002	12.857
ELEMAN	88	DUG.	NO	32	-1.055	5.373	0.001	0.002	0.002	12.857
ELEMAN	89	DUG.	NO	33	0.435	-4.522	-0.002	-0.007	0.006	12.857
ELEMAN	89	DUG.	NO	34	-0.435	4.522	0.002	0.007	0.006	12.857
ELEMAN	90	DUG.	NO	34	0.022	-4.262	0.000	-0.002	0.000	12.857
ELEMAN	90	DUG.	NO	35	-0.022	4.262	0.000	0.002	0.002	12.857
ELEMAN	91	DUG.	NO	35	-0.387	-4.523	0.003	0.005	-0.007	12.857
ELEMAN	91	DUG.	NO	36	0.387	4.523	-0.003	-0.005	-0.006	12.857
ELEMAN	92	DUG.	NO	37	0.421	-4.524	-0.003	-0.006	0.008	12.857
ELEMAN	92	DUG.	NO	38	-0.421	4.524	0.003	0.006	0.008	12.857
ELEMAN	93	DUG.	NO	38	-0.009	-4.264	-0.001	-0.002	0.001	12.857
ELEMAN	93	DUG.	NO	39	0.009	4.264	0.001	0.002	0.002	12.857
ELEMAN	94	DUG.	NO	39	-0.421	-4.524	0.003	0.004	-0.007	12.857
ELEMAN	94	DUG.	NO	40	0.421	4.524	-0.003	-0.004	-0.006	12.857
ELEMAN	95	DUG.	NO	41	0.410	-4.522	-0.003	-0.006	0.008	12.857
ELEMAN	95	DUG.	NO	42	-0.410	4.522	0.003	0.006	0.008	12.857
ELEMAN	96	DUG.	NO	42	0.004	-4.262	-0.001	-0.002	0.001	12.857
ELEMAN	96	DUG.	NO	43	-0.004	4.262	0.001	0.002	0.002	12.857
ELEMAN	97	DUG.	NO	43	-0.406	-4.522	0.003	0.004	-0.007	12.857
ELEMAN	97	DUG.	NO	44	0.406	4.522	-0.003	-0.004	-0.007	12.857
ELEMAN	98	DUG.	NO	45	0.427	-4.526	-0.002	-0.007	0.006	12.857
ELEMAN	98	DUG.	NO	46	-0.427	4.526	0.002	0.007	0.006	12.857
ELEMAN	99	DUG.	NO	46	0.009	-4.265	0.000	-0.002	-0.001	12.857
ELEMAN	99	DUG.	NO	47	-0.009	4.265	0.000	0.002	0.002	12.857
ELEMAN	100	DUG.	NO	47	-0.397	-4.525	0.003	0.005	-0.007	12.857
ELEMAN	100	DUG.	NO	48	0.397	4.525	-0.003	-0.005	-0.006	12.857
ELEMAN	101	DUG.	NO	33	0.427	-4.544	0.001	-0.001	-0.003	12.857
ELEMAN	101	DUG.	NO	37	-0.427	4.544	-0.001	0.001	-0.003	12.857
ELEMAN	102	DUG.	NO	37	0.022	-4.283	0.002	0.001	-0.004	12.857
ELEMAN	102	DUG.	NO	41	-0.022	4.283	-0.002	-0.001	-0.004	12.857
ELEMAN	103	DUG.	NO	41	-0.429	-4.544	0.001	-0.001	-0.001	12.857
ELEMAN	103	DUG.	NO	45	0.429	4.544	-0.001	0.001	-0.002	12.857
ELEMAN	104	DUG.	NO	34	0.420	-4.526	0.001	-0.001	-0.004	12.857
ELEMAN	104	DUG.	NO	38	-0.420	4.526	-0.001	0.001	-0.003	12.857
ELEMAN	105	DUG.	NO	38	-0.003	-4.267	0.002	0.001	-0.005	12.857
ELEMAN	105	DUG.	NO	42	0.003	4.267	-0.002	-0.001	-0.005	12.857
ELEMAN	106	DUG.	NO	42	-0.426	-4.526	0.001	-0.001	-0.002	12.857
ELEMAN	106	DUG.	NO	46	0.426	4.526	-0.001	0.001	-0.002	12.857
ELEMAN	107	DUG.	NO	35	0.419	-4.521	-0.001	-0.001	0.003	12.857
ELEMAN	107	DUG.	NO	39	-0.419	4.521	0.001	0.001	0.003	12.857
ELEMAN	108	DUG.	NO	39	-0.008	-4.261	0.000	0.001	0.000	12.857
ELEMAN	108	DUG.	NO	43	0.008	4.261	0.000	-0.001	0.000	12.857
ELEMAN	109	DUG.	NO	43	-0.419	-4.521	-0.002	-0.001	0.004	12.857
ELEMAN	109	DUG.	NO	47	0.419	4.521	0.002	0.001	0.004	12.857
ELEMAN	110	DUG.	NO	36	0.410	-4.533	-0.002	-0.001	0.004	12.857

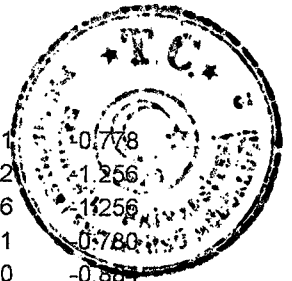


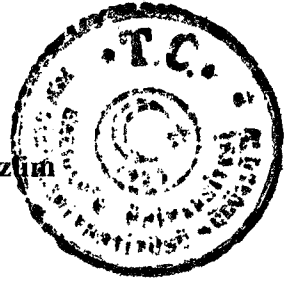
ELEMAN 110	DUG.	NO	40	-0.410	4.533	0.002	0.001	0.001	10.984
ELEMAN 111	DUG.	NO	40	-0.012	-4.273	0.000	0.001	0.001	10.682
ELEMAN 111	DUG.	NO	44	0.012	4.273	0.000	-0.001	0.001	10.682
ELEMAN 112	DUG.	NO	44	-0.415	-4.533	-0.002	-0.001	0.005	10.984
ELEMAN 112	DUG.	NO	48	0.415	4.533	0.002	0.001	0.005	-11.781
ELEMAN 113	DUG.	NO	49	0.138	-1.995	-0.004	-0.005	0.009	-5.151
ELEMAN 113	DUG.	NO	50	-0.138	1.995	0.004	0.005	0.009	-4.823
ELEMAN 114	DUG.	NO	50	0.014	-2.033	-0.001	-0.003	0.000	-5.081
ELEMAN 114	DUG.	NO	51	-0.014	2.033	0.001	0.003	0.004	-5.081
ELEMAN 115	DUG.	NO	51	-0.128	-1.996	0.004	0.003	-0.009	-4.826
ELEMAN 115	DUG.	NO	52	0.128	1.996	-0.004	-0.003	-0.009	-5.155
ELEMAN 116	DUG.	NO	53	0.146	-1.999	-0.005	-0.005	0.013	-5.161
ELEMAN 116	DUG.	NO	54	-0.146	1.999	0.005	0.005	0.012	-4.832
ELEMAN 117	DUG.	NO	54	-0.011	-2.036	-0.001	-0.003	0.002	-5.089
ELEMAN 117	DUG.	NO	55	0.011	2.036	0.001	0.003	0.004	-5.089
ELEMAN 118	DUG.	NO	55	-0.171	-1.999	0.004	0.002	-0.010	-4.832
ELEMAN 118	DUG.	NO	56	0.171	1.999	-0.004	-0.002	-0.009	-5.161
ELEMAN 119	DUG.	NO	57	0.145	-1.995	-0.005	-0.005	0.013	-5.152
ELEMAN 119	DUG.	NO	58	-0.145	1.995	0.005	0.005	0.012	-4.823
ELEMAN 120	DUG.	NO	58	0.005	-2.032	-0.001	-0.003	0.002	-5.081
ELEMAN 120	DUG.	NO	59	-0.005	2.032	0.001	0.003	0.004	-5.081
ELEMAN 121	DUG.	NO	59	-0.195	-1.995	0.004	0.002	-0.010	-4.823
ELEMAN 121	DUG.	NO	60	0.195	1.995	-0.004	-0.002	-0.009	-5.152
ELEMAN 122	DUG.	NO	61	0.151	-1.993	-0.004	-0.005	0.009	-5.146
ELEMAN 122	DUG.	NO	62	-0.151	1.993	0.004	0.005	0.009	-4.818
ELEMAN 123	DUG.	NO	62	0.003	-2.030	-0.001	-0.003	0.000	-5.074
ELEMAN 123	DUG.	NO	63	-0.003	2.030	0.001	0.003	0.004	-5.075
ELEMAN 124	DUG.	NO	63	-0.131	-1.992	0.004	0.002	-0.009	-4.815
ELEMAN 124	DUG.	NO	64	0.131	1.992	-0.004	-0.002	-0.009	-5.143
ELEMAN 125	DUG.	NO	49	0.150	-2.009	0.002	-0.001	-0.005	-5.189
ELEMAN 125	DUG.	NO	53	-0.150	2.009	-0.002	0.001	-0.003	-4.858
ELEMAN 126	DUG.	NO	53	0.018	-2.046	0.003	0.002	-0.006	-5.115
ELEMAN 126	DUG.	NO	57	-0.018	2.046	-0.003	-0.002	-0.006	-5.115
ELEMAN 127	DUG.	NO	57	-0.090	-2.009	0.001	0.001	-0.003	-4.857
ELEMAN 127	DUG.	NO	61	0.090	2.009	-0.001	-0.001	-0.004	-5.188
ELEMAN 128	DUG.	NO	50	0.146	-1.997	0.002	-0.001	-0.005	-5.156
ELEMAN 128	DUG.	NO	54	-0.146	1.997	-0.002	0.001	-0.004	-4.827
ELEMAN 129	DUG.	NO	54	0.065	-2.034	0.003	0.001	-0.007	-5.085
ELEMAN 129	DUG.	NO	58	-0.065	2.034	-0.003	-0.001	-0.007	-5.085
ELEMAN 130	DUG.	NO	58	-0.124	-1.997	0.001	0.001	-0.003	-4.828
ELEMAN 130	DUG.	NO	62	0.124	1.997	-0.001	-0.001	-0.004	-5.156
ELEMAN 131	DUG.	NO	51	0.141	-1.990	-0.002	-0.001	0.004	-5.138
ELEMAN 131	DUG.	NO	55	-0.141	1.990	0.002	0.001	0.004	-4.810
ELEMAN 132	DUG.	NO	55	0.042	-2.027	0.000	0.001	0.000	-5.067
ELEMAN 132	DUG.	NO	59	-0.042	2.027	0.000	-0.001	0.000	-5.067
ELEMAN 133	DUG.	NO	59	-0.106	-1.990	-0.002	0.001	0.005	-4.810
ELEMAN 133	DUG.	NO	63	0.106	1.990	0.002	-0.001	0.005	-5.138
ELEMAN 134	DUG.	NO	52	0.131	-1.995	-0.002	-0.001	0.006	-5.152
ELEMAN 134	DUG.	NO	56	-0.131	1.995	0.002	0.001	0.006	-4.824
ELEMAN 135	DUG.	NO	56	-0.002	-2.033	0.000	0.002	0.001	-5.082
ELEMAN 135	DUG.	NO	60	0.002	2.033	0.000	-0.002	0.001	-5.082
ELEMAN 136	DUG.	NO	60	-0.136	-1.995	-0.003	0.001	0.006	-4.824
ELEMAN 136	DUG.	NO	64	0.136	1.995	0.003	-0.001	0.007	-5.153
ELEMAN 137	DUG.	NO	65	0.486	-0.332	-0.005	-0.003	0.012	-0.882



ELEMAN 137	DUG.	NO	66	-0.486	0.332	0.005	0.003	0.011	-0.778
ELEMAN 138	DUG.	NO	66	-0.006	-0.502	-0.002	-0.003	0.002	-1.256
ELEMAN 138	DUG.	NO	67	0.006	0.502	0.002	0.003	0.006	-1.256
ELEMAN 139	DUG.	NO	67	-0.468	-0.333	0.004	0.001	-0.011	-0.780
ELEMAN 139	DUG.	NO	68	0.468	0.333	-0.004	-0.001	-0.010	-0.881
ELEMAN 140	DUG.	NO	69	0.460	-0.335	-0.006	-0.002	0.015	-0.890
ELEMAN 140	DUG.	NO	70	-0.460	0.335	0.006	0.002	0.015	-0.785
ELEMAN 141	DUG.	NO	70	0.041	-0.505	-0.002	-0.002	0.004	-1.262
ELEMAN 141	DUG.	NO	71	-0.041	0.505	0.002	0.002	0.007	-1.262
ELEMAN 142	DUG.	NO	71	-0.434	-0.335	0.004	0.001	-0.011	-0.785
ELEMAN 142	DUG.	NO	72	0.434	0.335	-0.004	-0.001	-0.010	-0.890
ELEMAN 143	DUG.	NO	73	0.479	-0.332	-0.006	-0.002	0.016	-0.882
ELEMAN 143	DUG.	NO	74	-0.479	0.332	0.006	0.002	0.015	-0.778
ELEMAN 144	DUG.	NO	74	0.027	-0.502	-0.002	-0.002	0.005	-1.255
ELEMAN 144	DUG.	NO	75	-0.027	0.502	0.002	0.002	0.007	-1.255
ELEMAN 145	DUG.	NO	75	-0.466	-0.332	0.004	0.001	-0.010	-0.778
ELEMAN 145	DUG.	NO	76	0.466	0.332	-0.004	-0.001	-0.010	-0.882
ELEMAN 146	DUG.	NO	77	0.505	-0.328	-0.005	-0.003	0.012	-0.870
ELEMAN 146	DUG.	NO	78	-0.505	0.328	0.005	0.003	0.012	-0.768
ELEMAN 147	DUG.	NO	78	0.006	-0.498	-0.002	-0.003	0.002	-1.245
ELEMAN 147	DUG.	NO	79	-0.006	0.498	0.002	0.003	0.006	-1.246
ELEMAN 148	DUG.	NO	79	-0.471	-0.327	0.004	0.001	-0.010	-0.765
ELEMAN 148	DUG.	NO	80	0.471	0.327	-0.004	-0.001	-0.009	-0.867
ELEMAN 149	DUG.	NO	65	0.462	-0.338	0.001	-0.001	-0.004	-0.897
ELEMAN 149	DUG.	NO	69	-0.462	0.338	-0.001	0.001	-0.003	-0.791
ELEMAN 150	DUG.	NO	69	0.001	-0.508	0.003	0.001	-0.009	-1.269
ELEMAN 150	DUG.	NO	73	-0.001	0.508	-0.003	-0.001	-0.009	-1.270
ELEMAN 151	DUG.	NO	73	-0.468	-0.337	0.002	0.002	-0.005	-0.791
ELEMAN 151	DUG.	NO	77	0.468	0.337	-0.002	-0.002	-0.007	-0.896
ELEMAN 152	DUG.	NO	66	0.485	-0.331	0.002	-0.001	-0.005	-0.880
ELEMAN 152	DUG.	NO	70	-0.485	0.331	-0.002	0.001	-0.004	-0.777
ELEMAN 153	DUG.	NO	70	0.018	-0.502	0.004	0.001	-0.010	-1.255
ELEMAN 153	DUG.	NO	74	-0.018	0.502	-0.004	-0.001	-0.010	-1.255
ELEMAN 154	DUG.	NO	74	-0.476	-0.331	0.003	0.002	-0.006	-0.777
ELEMAN 154	DUG.	NO	78	0.476	0.331	-0.003	-0.002	-0.007	-0.880
ELEMAN 155	DUG.	NO	67	0.494	-0.326	-0.002	-0.001	0.005	-0.866
ELEMAN 155	DUG.	NO	71	-0.494	0.326	0.002	0.001	0.005	-0.764
ELEMAN 156	DUG.	NO	71	0.035	-0.497	0.001	0.001	-0.002	-1.242
ELEMAN 156	DUG.	NO	75	-0.035	0.497	-0.001	-0.001	-0.002	-1.242
ELEMAN 157	DUG.	NO	75	-0.466	-0.326	-0.001	0.002	0.003	-0.764
ELEMAN 157	DUG.	NO	79	0.466	0.326	0.001	-0.002	0.003	-0.866
ELEMAN 158	DUG.	NO	68	0.491	-0.327	-0.003	-0.001	0.008	-0.869
ELEMAN 158	DUG.	NO	72	-0.491	0.327	0.003	0.001	0.007	-0.767
ELEMAN 159	DUG.	NO	72	0.015	-0.499	0.000	0.001	0.000	-1.247
ELEMAN 159	DUG.	NO	76	-0.015	0.499	0.000	-0.001	0.000	-1.247
ELEMAN 160	DUG.	NO	76	-0.478	-0.327	-0.002	0.002	0.005	-0.767
ELEMAN 160	DUG.	NO	80	0.478	0.327	0.002	-0.002	0.005	-0.870

olarak elde ederiz.





II. Derece Deprem Bölgesinde Mod Birleştirme Yöntemine Göre Çözüm

Karakteristik ivme spektrumları : $T_A=0.10$ $T_B=0.30$

Etkin Yer İvmesi : $A_0=0.3$

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı : $R=8$

olarak programa data olarak girildiğinde;

JACOBI DE BULUNAN ÖZDEĞERLER

JACOBI ADIM SAYISI 1

JACOBI ADIM SAYISI 2

JACOBI ADIM SAYISI 3

JACOBI ADIM SAYISI 4

JACOBI ADIM SAYISI 5

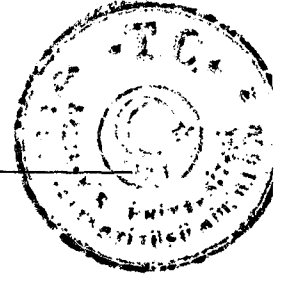
JACOBI ADIM SAYISI 6

JACOBI ADIM SAYISI 7

$W(1)=22.99289959$ $W(2)=24.43703119$ $W(3)=25.98767073$
 $W(4)=66.20541573$ $W(5)=70.36362697$ $W(6)=74.82851555$
 $W(7)=101.43258165$ $W(8)=107.80333087$ $W(9)=114.64393705$
 $W(10)=124.42548124$ $W(11)=132.24036207$ $W(12)=140.63160777$

HER MODA AIT PERİYOT

$T(1)=0.27337621$ $T(2)=0.25722076$ $T(3)=0.24187284$
 $T(4)=0.09494256$ $T(5)=0.08933183$ $T(6)=0.08400156$
 $T(7)=0.06196936$ $T(8)=0.05830721$ $T(9)=0.05482812$
 $T(10)=0.05051788$ $T(11)=0.04753248$ $T(12)=0.04469629$



OZEL SPEKTRUM İVME KATSAYILARI

ST(1)= 2.500000 ST(2)= 2.500000 ST(3)= 2.500000
ST(4)= 2.424138 ST(5)= 2.339977 ST(6)= 2.260023
ST(7)= 1.929540 ST(8)= 1.874608 ST(9)= 1.822422
ST(10)= 1.757768 ST(11)= 1.712987 ST(12)= 1.670444

SPA(1)= 1.839375 SPA(2)= 1.839375 SPA(3)= 1.839375
SPA(4)= 1.895190 SPA(5)= 1.957112 SPA(6)= 2.015938
SPA(7)= 2.259091 SPA(8)= 2.299507 SPA(9)= 2.337903
SPA(10)= 2.385472 SPA(11)= 2.418420 SPA(12)= 2.449721

TABAN KESME KUVVETLERİ VE BURULMA MOMENTİ

VXCQC(1)= 180.0857636
VYCQC(2)= 180.0857636
MZCQC(3)= 125.7728619

KAT KESME KUVVETLERİ X YONU

FXCQC(1)= 28.01462202
FXCQC(2)= 41.12318445
FXCQC(3)= 51.20126609
FXCQC(4)= 59.74669104

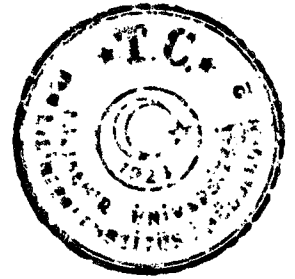
KAT KESME KUVVETLERİ Y YONU

FYCQC(1)= 28.01462202
FYCQC(2)= 41.12318445
FYCQC(3)= 51.20126609
FYCQC(4)= 59.74669104

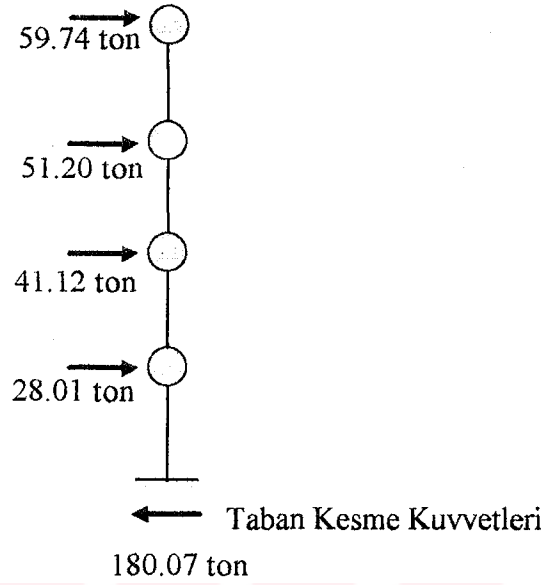
KAT BURULMA MOMENTİ

MZCQC(1)= 19.50335434
MZCQC(2)= 28.72048204
MZCQC(3)= 35.78428214
MZCQC(4)= 41.76474337

□



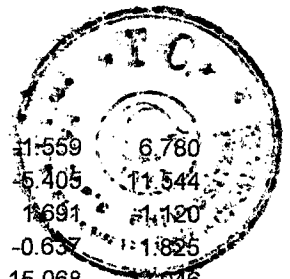
Kat Kesme Kuvvetleri



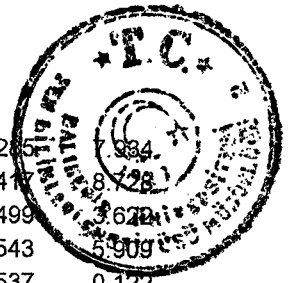
Kat hizalarına etkiyen kuvvetler bulunduktan sonra bu deprem yükleri sisteme statik yük olarak etkitildiğinde kesit tesirleri

ELEMAN KOORDINATLARINDA KESIT TESIRLERI

				EKSENEL	YKESME	ZKESME	BURULMA	YMOMENT	ZMOMENT
ELEMAN	1	DUG. NO	1	-22.391	10.302	6.214	-0.788	-13.422	22.046
ELEMAN	1	DUG. NO	17	22.391	-10.302	-6.214	0.788	-5.219	8.861
ELEMAN	2	DUG. NO	17	-11.984	6.529	3.920	-0.745	-5.042	8.400
ELEMAN	2	DUG. NO	33	11.984	-6.529	-3.920	0.745	-6.717	11.187
ELEMAN	3	DUG. NO	33	-3.780	3.518	2.108	-0.536	-1.334	2.320
ELEMAN	3	DUG. NO	49	3.780	-3.518	-2.108	0.536	-4.991	8.235
ELEMAN	4	DUG. NO	49	-0.436	-0.664	-0.434	-0.256	1.729	-2.738
ELEMAN	4	DUG. NO	65	0.436	0.664	0.434	0.256	-0.429	0.745
ELEMAN	5	DUG. NO	2	-8.473	13.113	6.549	-0.574	-14.111	24.857
ELEMAN	5	DUG. NO	18	8.473	-13.113	-6.549	0.574	-5.536	14.481
ELEMAN	6	DUG. NO	18	-4.918	11.207	4.164	-0.558	-5.381	15.886
ELEMAN	6	DUG. NO	34	4.918	-11.207	-4.164	0.558	-7.110	17.734
ELEMAN	7	DUG. NO	34	-1.877	6.108	2.284	-0.401	-1.532	6.779
ELEMAN	7	DUG. NO	50	1.877	-6.108	-2.284	0.401	-5.321	11.543
ELEMAN	8	DUG. NO	50	-0.422	0.234	-0.358	-0.187	1.677	-1.121
ELEMAN	8	DUG. NO	66	0.422	-0.234	0.358	0.187	-0.602	1.824
ELEMAN	9	DUG. NO	3	-10.009	13.113	6.621	-0.587	-14.300	24.857
ELEMAN	9	DUG. NO	19	10.009	-13.113	-6.621	0.587	-5.563	14.482
ELEMAN	10	DUG. NO	19	-5.130	11.207	4.215	-0.572	-5.454	15.887
ELEMAN	10	DUG. NO	35	5.130	-11.207	-4.215	0.572	-7.191	17.735



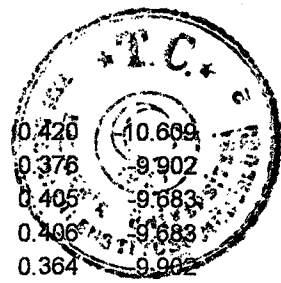
ELEMAN	11	DUG.	NO	35	-1.444	6.108	2.321	-0.412	11.559	6.780
ELEMAN	11	DUG.	NO	51	1.444	-6.108	-2.321	0.412	5.405	11.544
ELEMAN	12	DUG.	NO	51	-0.045	0.235	-0.351	-0.193	1.691	1.120
ELEMAN	12	DUG.	NO	67	0.045	-0.235	0.351	0.193	-0.657	1.825
ELEMAN	13	DUG.	NO	4	3.851	10.303	6.993	-0.805	-15.068	22.046
ELEMAN	13	DUG.	NO	20	-3.851	-10.303	-6.993	0.805	-5.911	8.862
ELEMAN	14	DUG.	NO	20	1.900	6.529	4.492	-0.762	-5.841	8.400
ELEMAN	14	DUG.	NO	36	-1.900	-6.529	-4.492	0.762	-7.636	11.188
ELEMAN	15	DUG.	NO	36	0.444	3.519	2.519	-0.549	-1.781	2.321
ELEMAN	15	DUG.	NO	52	-0.444	-3.519	-2.519	0.549	-5.776	8.236
ELEMAN	16	DUG.	NO	52	-0.035	-0.663	-0.268	-0.263	1.633	-2.737
ELEMAN	16	DUG.	NO	68	0.035	0.663	0.268	0.263	-0.830	0.747
ELEMAN	17	DUG.	NO	5	-10.755	8.276	7.960	-1.578	-15.168	17.744
ELEMAN	17	DUG.	NO	21	10.755	-8.276	-7.960	1.578	-8.710	7.084
ELEMAN	18	DUG.	NO	21	-5.956	5.238	6.827	-1.492	-9.694	6.745
ELEMAN	18	DUG.	NO	37	5.956	-5.238	-6.827	1.492	-10.786	8.971
ELEMAN	19	DUG.	NO	37	-2.046	2.827	3.715	-1.043	-4.104	1.858
ELEMAN	19	DUG.	NO	53	2.046	-2.827	-3.715	1.043	-7.042	6.623
ELEMAN	20	DUG.	NO	53	-0.343	-0.536	0.117	-0.469	0.734	-2.212
ELEMAN	20	DUG.	NO	69	0.343	0.536	-0.117	0.469	-1.086	0.603
ELEMAN	21	DUG.	NO	6	0.955	10.551	8.384	-1.185	-15.947	20.020
ELEMAN	21	DUG.	NO	22	-0.955	-10.551	-8.384	1.185	-9.206	11.633
ELEMAN	22	DUG.	NO	22	0.049	9.030	7.234	-1.146	-10.285	12.809
ELEMAN	22	DUG.	NO	38	-0.049	-9.030	-7.234	1.146	-11.417	14.281
ELEMAN	23	DUG.	NO	38	-0.365	4.935	4.014	-0.794	-4.499	5.486
ELEMAN	23	DUG.	NO	54	0.365	-4.935	-4.014	0.794	-7.543	9.320
ELEMAN	24	DUG.	NO	54	-0.287	0.213	0.289	-0.343	0.537	-0.873
ELEMAN	24	DUG.	NO	70	0.287	-0.213	-0.289	0.343	-1.403	1.513
ELEMAN	25	DUG.	NO	7	-0.088	10.551	8.492	-1.195	-16.171	20.020
ELEMAN	25	DUG.	NO	23	0.088	-10.551	-8.492	1.195	-9.304	11.633
ELEMAN	26	DUG.	NO	23	0.003	9.030	7.351	-1.156	-10.459	12.809
ELEMAN	26	DUG.	NO	39	-0.003	-9.030	-7.351	1.156	-11.593	14.281
ELEMAN	27	DUG.	NO	39	0.042	4.935	4.098	-0.802	-4.602	5.486
ELEMAN	27	DUG.	NO	55	-0.042	-4.935	-4.098	0.802	-7.691	9.320
ELEMAN	28	DUG.	NO	55	0.033	0.213	0.329	-0.347	0.501	-0.873
ELEMAN	28	DUG.	NO	71	-0.033	-0.213	-0.329	0.347	-1.488	1.513
ELEMAN	29	DUG.	NO	8	11.624	8.276	8.962	-1.588	-17.037	17.744
ELEMAN	29	DUG.	NO	24	-11.624	-8.276	-8.962	1.588	-9.849	7.084
ELEMAN	30	DUG.	NO	24	6.008	5.238	7.808	-1.503	-11.125	6.745
ELEMAN	30	DUG.	NO	40	-6.008	-5.238	-7.808	1.503	-12.300	8.971
ELEMAN	31	DUG.	NO	40	1.722	2.827	4.430	-1.052	-5.041	1.858
ELEMAN	31	DUG.	NO	56	-1.722	-2.827	-4.430	1.052	-8.249	6.622
ELEMAN	32	DUG.	NO	56	0.088	-0.536	0.517	-0.474	0.286	-2.212
ELEMAN	32	DUG.	NO	72	-0.088	0.536	-0.517	0.474	-1.837	0.603
ELEMAN	33	DUG.	NO	9	-7.737	4.899	7.960	-1.578	-15.168	10.674
ELEMAN	33	DUG.	NO	25	7.737	-4.899	-7.960	1.578	-8.710	4.023
ELEMAN	34	DUG.	NO	25	-4.104	3.141	6.827	-1.492	-9.694	4.091
ELEMAN	34	DUG.	NO	41	4.104	-3.141	-6.827	1.492	-10.786	5.331
ELEMAN	35	DUG.	NO	41	-1.288	1.778	3.715	-1.044	-4.104	1.239
ELEMAN	35	DUG.	NO	57	1.288	-1.778	-3.715	1.044	-7.042	4.095
ELEMAN	36	DUG.	NO	57	-0.132	-0.153	0.117	-0.470	0.735	-1.123
ELEMAN	36	DUG.	NO	73	0.132	0.153	-0.117	0.470	-1.085	0.663
ELEMAN	37	DUG.	NO	10	-0.088	6.330	8.384	-1.186	-15.947	12.105
ELEMAN	37	DUG.	NO	26	0.088	-6.330	-8.384	1.186	-9.206	6.885



ELEMAN	38	DUG.	NO	26	0.003	5.554	7.234	-1.147	-10.265	7.984
ELEMAN	38	DUG.	NO	42	-0.003	-5.554	-7.234	1.147	-11.417	8.728
ELEMAN	39	DUG.	NO	42	0.043	3.177	4.014	-0.795	-4.499	3.622
ELEMAN	39	DUG.	NO	58	-0.043	-3.177	-4.014	0.795	-7.543	5.909
ELEMAN	40	DUG.	NO	58	0.034	0.433	0.289	-0.344	0.537	-0.122
ELEMAN	40	DUG.	NO	74	-0.034	-0.433	-0.289	0.344	-1.403	1.420
ELEMAN	41	DUG.	NO	11	-0.779	6.330	8.492	-1.195	-16.171	12.105
ELEMAN	41	DUG.	NO	27	0.779	-6.330	-8.492	1.195	-9.304	6.885
ELEMAN	42	DUG.	NO	27	-0.054	5.554	7.351	-1.157	-10.459	7.934
ELEMAN	42	DUG.	NO	43	0.054	-5.554	-7.351	1.157	-11.593	8.728
ELEMAN	43	DUG.	NO	43	0.281	3.177	4.097	-0.803	-4.602	3.622
ELEMAN	43	DUG.	NO	59	-0.281	-3.177	-4.097	0.803	-7.691	5.910
ELEMAN	44	DUG.	NO	59	0.221	0.433	0.329	-0.349	0.501	-0.122
ELEMAN	44	DUG.	NO	75	-0.221	-0.433	-0.329	0.349	-1.488	1.420
ELEMAN	45	DUG.	NO	12	6.868	4.899	8.962	-1.589	-17.037	10.674
ELEMAN	45	DUG.	NO	28	-6.868	-4.899	-8.962	1.589	-9.849	4.023
ELEMAN	46	DUG.	NO	28	4.052	3.141	7.809	-1.503	-11.125	4.091
ELEMAN	46	DUG.	NO	44	-4.052	-3.141	-7.809	1.503	-12.300	5.331
ELEMAN	47	DUG.	NO	44	1.612	1.778	4.430	-1.053	-5.041	1.240
ELEMAN	47	DUG.	NO	60	-1.612	-1.778	-4.430	1.053	-8.249	4.095
ELEMAN	48	DUG.	NO	60	0.387	-0.153	0.517	-0.475	0.286	-1.123
ELEMAN	48	DUG.	NO	76	-0.387	0.153	-0.517	0.475	-1.837	0.663
ELEMAN	49	DUG.	NO	13	3.907	2.871	6.214	-0.789	-13.422	6.369
ELEMAN	49	DUG.	NO	29	-3.907	-2.871	-6.214	0.789	-5.219	2.243
ELEMAN	50	DUG.	NO	29	1.932	1.851	3.920	-0.746	-5.042	2.437
ELEMAN	50	DUG.	NO	45	-1.932	-1.851	-3.920	0.746	-6.716	3.117
ELEMAN	51	DUG.	NO	45	0.454	1.087	2.108	-0.538	-1.334	0.775
ELEMAN	51	DUG.	NO	61	-0.454	-1.087	-2.108	0.538	-4.991	2.486
ELEMAN	52	DUG.	NO	61	-0.034	-0.036	-0.434	-0.258	1.730	-0.614
ELEMAN	52	DUG.	NO	77	0.034	0.036	0.434	0.258	-0.428	0.505
ELEMAN	53	DUG.	NO	14	9.340	3.766	6.549	-0.574	-14.111	7.264
ELEMAN	53	DUG.	NO	30	-9.340	-3.766	-6.549	0.574	-5.536	4.033
ELEMAN	54	DUG.	NO	30	4.970	3.378	4.164	-0.559	-5.381	4.858
ELEMAN	54	DUG.	NO	46	-4.970	-3.378	-4.164	0.559	-7.110	5.276
ELEMAN	55	DUG.	NO	46	1.554	2.004	2.284	-0.402	-1.532	2.324
ELEMAN	55	DUG.	NO	62	-1.554	-2.004	-2.284	0.402	-5.321	3.687
ELEMAN	56	DUG.	NO	62	0.168	0.396	-0.358	-0.188	1.677	0.102
ELEMAN	56	DUG.	NO	78	-0.168	-0.396	0.358	0.188	-0.602	1.086
ELEMAN	57	DUG.	NO	15	9.142	3.765	6.621	-0.588	-14.300	7.264
ELEMAN	57	DUG.	NO	31	-9.142	-3.765	-6.621	0.588	-5.563	4.032
ELEMAN	58	DUG.	NO	31	5.079	3.378	4.215	-0.573	-5.454	4.858
ELEMAN	58	DUG.	NO	47	-5.079	-3.378	-4.215	0.573	-7.191	5.275
ELEMAN	59	DUG.	NO	47	1.767	2.003	2.321	-0.413	-1.559	2.323
ELEMAN	59	DUG.	NO	63	-1.767	-2.003	-2.321	0.413	-5.405	3.686
ELEMAN	60	DUG.	NO	63	0.300	0.395	-0.351	-0.194	1.691	0.101
ELEMAN	60	DUG.	NO	79	-0.300	-0.395	0.351	0.194	-0.637	1.084
ELEMAN	61	DUG.	NO	16	14.633	2.870	6.993	-0.806	-15.068	6.368
ELEMAN	61	DUG.	NO	32	-14.633	-2.870	-6.993	0.806	-5.911	2.243
ELEMAN	62	DUG.	NO	32	8.153	1.851	4.493	-0.763	-5.841	2.437
ELEMAN	62	DUG.	NO	48	-8.153	-1.851	-4.493	0.763	-7.636	3.116
ELEMAN	63	DUG.	NO	48	2.882	1.086	2.519	-0.551	-1.781	0.774
ELEMAN	63	DUG.	NO	64	-2.882	-1.086	-2.519	0.551	-5.776	2.485
ELEMAN	64	DUG.	NO	64	0.505	-0.037	-0.267	-0.265	1.633	-0.616
ELEMAN	64	DUG.	NO	80	-0.505	0.037	0.267	0.265	-0.831	0.503

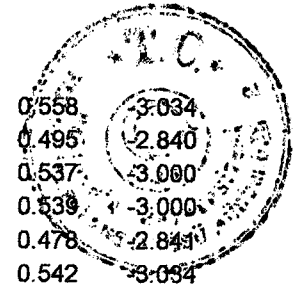
ELEMAN	65	DUG.	NO	17	-1.175	-6.434	-0.032	0.077	0.086	-15.739
ELEMAN	65	DUG.	NO	18	1.175	6.434	0.032	-0.077	0.072	-15.481
ELEMAN	66	DUG.	NO	18	0.002	-5.810	-0.038	0.033	0.094	-14.525
ELEMAN	66	DUG.	NO	19	-0.002	5.810	0.038	-0.033	0.095	-14.524
ELEMAN	67	DUG.	NO	19	1.176	-6.434	-0.030	0.087	0.069	-15.488
ELEMAN	67	DUG.	NO	20	-1.176	6.434	0.030	-0.087	0.083	-16.740
ELEMAN	68	DUG.	NO	21	-1.009	-5.197	-0.086	0.059	0.226	-13.521
ELEMAN	68	DUG.	NO	22	1.009	5.197	0.086	-0.059	0.201	-12.463
ELEMAN	69	DUG.	NO	22	0.001	-4.694	-0.085	0.026	0.211	-11.736
ELEMAN	69	DUG.	NO	23	-0.001	4.694	0.085	-0.026	0.212	-11.736
ELEMAN	70	DUG.	NO	23	1.011	-5.197	-0.084	0.066	0.197	-12.463
ELEMAN	70	DUG.	NO	24	-1.011	5.197	0.084	-0.066	0.222	-13.521
ELEMAN	71	DUG.	NO	25	-0.744	-3.235	-0.086	0.059	0.226	-8.421
ELEMAN	71	DUG.	NO	26	0.744	3.235	0.086	-0.059	0.201	-7.755
ELEMAN	72	DUG.	NO	26	-0.002	-2.922	-0.085	0.026	0.211	-7.306
ELEMAN	72	DUG.	NO	27	0.002	2.922	0.085	-0.026	0.212	-7.306
ELEMAN	73	DUG.	NO	27	0.748	-3.235	-0.084	0.066	0.197	-7.756
ELEMAN	73	DUG.	NO	28	-0.748	3.235	0.084	-0.066	0.222	-8.421
ELEMAN	74	DUG.	NO	29	-0.577	-1.998	-0.032	0.077	0.086	-5.203
ELEMAN	74	DUG.	NO	30	0.577	1.998	0.032	-0.077	0.073	-4.786
ELEMAN	75	DUG.	NO	30	0.000	-1.806	-0.038	0.033	0.094	-4.516
ELEMAN	75	DUG.	NO	31	0.000	1.806	0.038	-0.033	0.095	-4.516
ELEMAN	76	DUG.	NO	31	0.578	-1.997	-0.030	0.087	0.069	-4.785
ELEMAN	76	DUG.	NO	32	-0.578	1.997	0.030	-0.087	0.083	-5.201
ELEMAN	77	DUG.	NO	17	-0.806	-3.973	0.041	0.522	-0.129	0.338
ELEMAN	77	DUG.	NO	21	0.806	3.973	-0.041	-0.522	-0.078	-9.526
ELEMAN	78	DUG.	NO	21	0.000	-3.575	0.094	0.829	-0.234	-8.937
ELEMAN	78	DUG.	NO	25	0.000	3.575	-0.094	-0.829	-0.234	-8.937
ELEMAN	79	DUG.	NO	25	0.807	-3.973	0.042	0.522	-0.078	-9.526
ELEMAN	79	DUG.	NO	29	-0.807	3.973	-0.042	-0.522	-0.129	-10.338
ELEMAN	80	DUG.	NO	18	-0.870	-4.179	0.065	0.411	-0.182	-10.874
ELEMAN	80	DUG.	NO	22	0.870	4.179	-0.065	-0.411	-0.142	-10.020
ELEMAN	81	DUG.	NO	22	0.004	-3.775	0.124	0.655	-0.309	-9.438
ELEMAN	81	DUG.	NO	26	-0.004	3.775	-0.124	-0.655	-0.309	-9.438
ELEMAN	82	DUG.	NO	26	0.871	-4.179	0.065	0.411	-0.143	-10.020
ELEMAN	82	DUG.	NO	30	-0.871	4.179	-0.065	-0.411	-0.182	-10.874
ELEMAN	83	DUG.	NO	19	-0.877	-4.254	0.064	0.411	-0.179	-11.070
ELEMAN	83	DUG.	NO	23	0.877	4.254	-0.064	-0.411	-0.140	-10.200
ELEMAN	84	DUG.	NO	23	0.002	-3.842	0.123	0.655	-0.308	-9.604
ELEMAN	84	DUG.	NO	27	-0.002	3.842	-0.123	-0.655	-0.307	-9.604
ELEMAN	85	DUG.	NO	27	0.878	-4.254	0.064	0.411	-0.140	-10.200
ELEMAN	85	DUG.	NO	31	-0.878	4.254	-0.064	-0.411	-0.179	-11.070
ELEMAN	86	DUG.	NO	20	-0.950	-4.483	0.040	0.522	-0.126	-11.666
ELEMAN	86	DUG.	NO	24	0.950	4.483	-0.040	-0.522	-0.076	-10.750
ELEMAN	87	DUG.	NO	24	-0.009	-4.063	0.093	0.829	-0.232	-10.158
ELEMAN	87	DUG.	NO	28	0.009	4.063	-0.093	-0.829	-0.232	-10.158
ELEMAN	88	DUG.	NO	28	0.960	-4.483	0.040	0.522	-0.076	-10.750
ELEMAN	88	DUG.	NO	32	-0.960	4.483	-0.040	-0.522	-0.126	-11.666
ELEMAN	89	DUG.	NO	33	0.762	-5.066	-0.055	0.066	0.149	-13.101
ELEMAN	89	DUG.	NO	34	-0.762	5.066	0.055	-0.066	0.124	-12.231
ELEMAN	90	DUG.	NO	34	0.017	-4.780	-0.071	0.032	0.175	-11.950
ELEMAN	90	DUG.	NO	35	-0.017	4.780	0.071	-0.032	0.177	-11.949
ELEMAN	91	DUG.	NO	35	-0.707	-5.067	-0.051	0.075	0.114	-12.233
ELEMAN	91	DUG.	NO	36	0.707	5.067	0.051	-0.075	0.140	-13.103



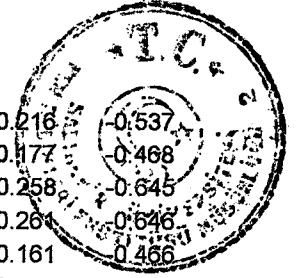


ELEMAN	92	DUG.	NO	37	0.509	-4.102	-0.160	0.050	0.420	-10.609
ELEMAN	92	DUG.	NO	38	-0.509	4.102	0.160	-0.050	0.376	-9.902
ELEMAN	93	DUG.	NO	38	0.010	-3.873	-0.162	0.026	0.405	-9.683
ELEMAN	93	DUG.	NO	39	-0.010	3.873	0.162	-0.026	0.406	-9.683
ELEMAN	94	DUG.	NO	39	-0.518	-4.102	-0.155	0.058	0.364	-9.902
ELEMAN	94	DUG.	NO	40	0.518	4.102	0.155	-0.058	0.412	-10.609
ELEMAN	95	DUG.	NO	41	0.168	-2.625	-0.160	0.050	0.423	-6.790
ELEMAN	95	DUG.	NO	42	-0.168	2.625	0.160	-0.050	0.376	-6.332
ELEMAN	96	DUG.	NO	42	0.003	-2.480	-0.162	0.026	0.405	-6.199
ELEMAN	96	DUG.	NO	43	-0.003	2.480	0.162	-0.026	0.407	-6.199
ELEMAN	97	DUG.	NO	43	-0.165	-2.625	-0.155	0.058	0.364	-6.333
ELEMAN	97	DUG.	NO	44	0.165	2.625	0.155	-0.058	0.412	-6.790
ELEMAN	98	DUG.	NO	45	-0.046	-1.660	-0.055	0.066	0.150	-4.297
ELEMAN	98	DUG.	NO	46	0.046	1.660	0.055	-0.066	0.124	-4.003
ELEMAN	99	DUG.	NO	46	0.007	-1.572	-0.071	0.032	0.176	-3.931
ELEMAN	99	DUG.	NO	47	-0.007	1.572	0.071	-0.032	0.177	-3.931
ELEMAN	100	DUG.	NO	47	0.056	-1.659	-0.051	0.075	0.114	-4.001
ELEMAN	100	DUG.	NO	48	-0.056	1.659	0.051	-0.075	0.140	-4.295
ELEMAN	101	DUG.	NO	33	0.372	-3.138	0.124	0.406	-0.358	-8.116
ELEMAN	101	DUG.	NO	37	-0.372	3.138	-0.124	-0.406	-0.260	-7.575
ELEMAN	102	DUG.	NO	37	0.017	-2.946	0.245	0.626	-0.611	-7.365
ELEMAN	102	DUG.	NO	41	-0.017	2.946	-0.245	-0.626	-0.611	-7.365
ELEMAN	103	DUG.	NO	41	-0.371	-3.138	0.124	0.406	-0.260	-7.574
ELEMAN	103	DUG.	NO	45	0.371	3.138	-0.124	-0.406	-0.358	-8.115
ELEMAN	104	DUG.	NO	34	0.317	-3.328	0.167	0.333	-0.457	-8.608
ELEMAN	104	DUG.	NO	38	-0.317	3.328	-0.167	-0.333	-0.380	-8.033
ELEMAN	105	DUG.	NO	38	0.009	-3.143	0.301	0.515	-0.753	-7.858
ELEMAN	105	DUG.	NO	42	-0.009	3.143	-0.301	-0.515	-0.753	-7.858
ELEMAN	106	DUG.	NO	42	-0.335	-3.328	0.167	0.334	-0.380	-8.033
ELEMAN	106	DUG.	NO	46	0.335	3.328	-0.167	-0.334	-0.457	-8.608
ELEMAN	107	DUG.	NO	35	0.355	-3.399	0.165	0.333	-0.452	-8.793
ELEMAN	107	DUG.	NO	39	-0.355	3.399	-0.165	-0.333	-0.376	-8.203
ELEMAN	108	DUG.	NO	39	0.004	-3.209	0.300	0.515	-0.749	-8.024
ELEMAN	108	DUG.	NO	43	-0.004	3.209	-0.300	-0.515	-0.749	-8.024
ELEMAN	109	DUG.	NO	43	-0.356	-3.399	0.166	0.333	-0.376	-8.203
ELEMAN	109	DUG.	NO	47	0.356	3.399	-0.166	-0.333	-0.452	-8.793
ELEMAN	110	DUG.	NO	36	0.327	-3.611	0.121	0.406	-0.352	-9.342
ELEMAN	110	DUG.	NO	40	-0.327	3.611	-0.121	-0.406	-0.255	-8.715
ELEMAN	111	DUG.	NO	40	-0.022	-3.428	0.243	0.626	-0.607	-8.569
ELEMAN	111	DUG.	NO	44	0.022	3.428	-0.243	-0.626	-0.607	-8.569
ELEMAN	112	DUG.	NO	44	-0.317	-3.611	0.121	0.406	-0.255	-8.715
ELEMAN	112	DUG.	NO	48	0.317	3.611	-0.121	-0.406	-0.352	-9.342
ELEMAN	113	DUG.	NO	49	0.475	-2.065	-0.071	0.038	0.194	-5.329
ELEMAN	113	DUG.	NO	50	-0.475	2.065	0.071	-0.038	0.160	-4.994
ELEMAN	114	DUG.	NO	50	0.015	-2.115	-0.093	0.020	0.232	-5.287
ELEMAN	114	DUG.	NO	51	-0.015	2.115	0.093	-0.020	0.235	-5.287
ELEMAN	115	DUG.	NO	51	-0.461	-2.066	-0.065	0.044	0.146	-4.997
ELEMAN	115	DUG.	NO	52	0.461	2.066	0.065	-0.044	0.181	-5.331
ELEMAN	116	DUG.	NO	53	0.273	-1.684	-0.210	0.028	0.558	-4.347
ELEMAN	116	DUG.	NO	54	-0.273	1.684	0.210	-0.028	0.495	-4.073
ELEMAN	117	DUG.	NO	54	0.000	-1.728	-0.215	0.017	0.537	-4.319
ELEMAN	117	DUG.	NO	55	0.000	1.728	0.215	-0.017	0.539	-4.319
ELEMAN	118	DUG.	NO	55	-0.272	-1.684	-0.204	0.033	0.478	-4.073
ELEMAN	118	DUG.	NO	56	0.272	1.684	0.204	-0.033	0.541	-4.347

ELEMAN	119	DUG.	NO	57	-0.006	-1.175	-0.211	0.028	0.558	-3.034
ELEMAN	119	DUG.	NO	58	0.006	1.175	0.211	-0.028	0.495	-2.840
ELEMAN	120	DUG.	NO	58	-0.015	-1.200	-0.215	0.017	0.537	-3.000
ELEMAN	120	DUG.	NO	59	0.015	1.200	0.215	-0.017	0.539	-3.000
ELEMAN	121	DUG.	NO	59	0.013	-1.175	-0.204	0.033	0.478	-2.841
ELEMAN	121	DUG.	NO	60	-0.013	1.175	0.204	-0.033	0.542	-3.034
ELEMAN	122	DUG.	NO	61	-0.212	-0.790	-0.071	0.038	0.195	-2.042
ELEMAN	122	DUG.	NO	62	0.212	0.790	0.071	-0.038	0.161	-1.909
ELEMAN	123	DUG.	NO	62	-0.005	-0.809	-0.093	0.020	0.232	-2.022
ELEMAN	123	DUG.	NO	63	0.005	0.809	0.093	-0.020	0.235	-2.022
ELEMAN	124	DUG.	NO	63	0.198	-0.789	-0.065	0.044	0.146	-1.907
ELEMAN	124	DUG.	NO	64	-0.198	0.789	0.065	-0.044	0.181	-2.039
ELEMAN	125	DUG.	NO	49	0.183	-1.279	0.164	0.168	-0.475	-3.300
ELEMAN	125	DUG.	NO	53	-0.183	1.279	-0.164	-0.168	-0.344	-3.093
ELEMAN	126	DUG.	NO	53	-0.001	-1.297	0.315	0.231	-0.788	-3.243
ELEMAN	126	DUG.	NO	57	0.001	1.297	-0.315	-0.231	-0.788	-3.243
ELEMAN	127	DUG.	NO	57	-0.160	-1.278	0.164	0.170	-0.344	-3.092
ELEMAN	127	DUG.	NO	61	0.160	1.278	-0.164	-0.170	-0.475	-3.299
ELEMAN	128	DUG.	NO	50	0.137	-1.405	0.222	0.141	-0.606	-3.626
ELEMAN	128	DUG.	NO	54	-0.137	1.405	-0.222	-0.141	-0.505	-3.397
ELEMAN	129	DUG.	NO	54	0.043	-1.439	0.391	0.195	-0.978	-3.597
ELEMAN	129	DUG.	NO	58	-0.043	1.439	-0.391	-0.195	-0.978	-3.597
ELEMAN	130	DUG.	NO	58	-0.101	-1.405	0.222	0.142	-0.505	-3.397
ELEMAN	130	DUG.	NO	62	0.101	1.405	-0.222	-0.142	-0.607	-3.626
ELEMAN	131	DUG.	NO	51	0.148	-1.448	0.220	0.141	-0.600	-3.738
ELEMAN	131	DUG.	NO	55	-0.148	1.448	-0.220	-0.141	-0.498	-3.501
ELEMAN	132	DUG.	NO	55	0.046	-1.482	0.389	0.195	-0.973	-3.705
ELEMAN	132	DUG.	NO	59	-0.046	1.482	-0.389	-0.195	-0.972	-3.705
ELEMAN	133	DUG.	NO	59	-0.152	-1.448	0.220	0.142	-0.499	-3.501
ELEMAN	133	DUG.	NO	63	0.152	1.448	-0.220	-0.142	-0.600	-3.738
ELEMAN	134	DUG.	NO	52	0.068	-1.587	0.161	0.168	-0.467	-4.098
ELEMAN	134	DUG.	NO	56	-0.068	1.587	-0.161	-0.168	-0.337	-3.837
ELEMAN	135	DUG.	NO	56	0.014	-1.637	0.313	0.231	-0.782	-4.093
ELEMAN	135	DUG.	NO	60	-0.014	1.637	-0.313	-0.231	-0.782	-4.093
ELEMAN	136	DUG.	NO	60	-0.052	-1.587	0.161	0.169	-0.337	-3.837
ELEMAN	136	DUG.	NO	64	0.052	1.587	-0.161	-0.169	-0.467	-4.099
ELEMAN	137	DUG.	NO	65	0.544	-0.270	-0.078	0.013	0.216	-0.716
ELEMAN	137	DUG.	NO	66	-0.544	0.270	0.078	-0.013	0.177	-0.632
ELEMAN	138	DUG.	NO	66	-0.012	-0.466	-0.103	0.010	0.257	-1.166
ELEMAN	138	DUG.	NO	67	0.012	0.466	0.103	-0.010	0.260	-1.166
ELEMAN	139	DUG.	NO	67	-0.482	-0.270	-0.072	0.016	0.160	-0.634
ELEMAN	139	DUG.	NO	68	0.482	0.270	0.072	-0.016	0.199	-0.718
ELEMAN	140	DUG.	NO	69	0.398	-0.231	-0.232	0.003	0.616	-0.615
ELEMAN	140	DUG.	NO	70	-0.398	0.231	0.232	-0.003	0.545	-0.540
ELEMAN	141	DUG.	NO	70	0.024	-0.392	-0.237	0.007	0.592	-0.979
ELEMAN	141	DUG.	NO	71	-0.024	0.392	0.237	-0.007	0.594	-0.979
ELEMAN	142	DUG.	NO	71	-0.351	-0.231	-0.224	0.005	0.525	-0.540
ELEMAN	142	DUG.	NO	72	0.351	0.231	0.224	-0.005	0.597	-0.615
ELEMAN	143	DUG.	NO	73	0.302	-0.244	-0.232	0.003	0.617	-0.650
ELEMAN	143	DUG.	NO	74	-0.302	0.244	0.232	-0.003	0.546	-0.570
ELEMAN	144	DUG.	NO	74	0.022	-0.337	-0.237	0.007	0.593	-0.843
ELEMAN	144	DUG.	NO	75	-0.022	0.337	0.237	-0.007	0.595	-0.843
ELEMAN	145	DUG.	NO	75	-0.282	-0.244	-0.225	0.005	0.526	-0.570
ELEMAN	145	DUG.	NO	76	0.282	0.244	0.225	-0.005	0.598	-0.650

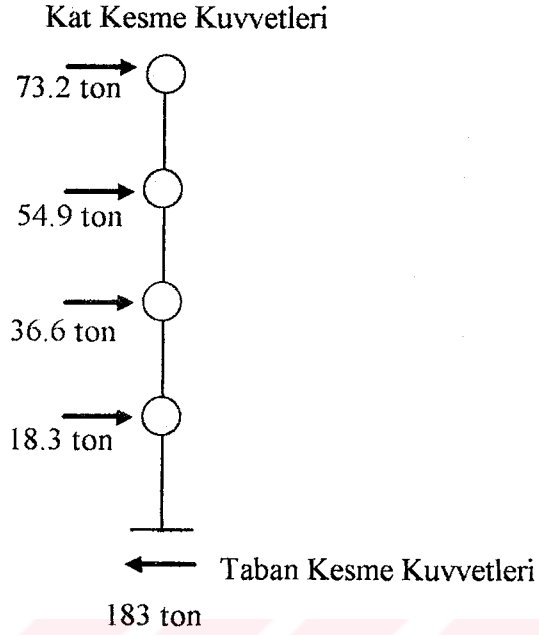
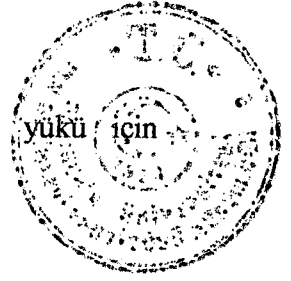


ELEMAN	146	DUG.	NO	77	0.193	-0.201	-0.079	0.013	0.216	-0.537
ELEMAN	146	DUG.	NO	78	-0.193	0.201	0.079	-0.013	0.177	-0.468
ELEMAN	147	DUG.	NO	78	0.002	-0.258	-0.104	0.010	0.258	-0.645
ELEMAN	147	DUG.	NO	79	-0.002	0.258	0.104	-0.010	0.261	-0.646
ELEMAN	148	DUG.	NO	79	-0.183	-0.200	-0.072	0.016	0.161	-0.466
ELEMAN	148	DUG.	NO	80	0.183	0.200	0.072	-0.016	0.200	-0.535
ELEMAN	149	DUG.	NO	65	0.360	-0.167	0.160	0.030	-0.472	-0.442
ELEMAN	149	DUG.	NO	69	-0.360	0.167	-0.160	-0.030	-0.327	-0.392
ELEMAN	150	DUG.	NO	69	0.009	-0.279	0.303	0.018	-0.758	-0.697
ELEMAN	150	DUG.	NO	73	-0.009	0.279	-0.303	-0.018	-0.757	-0.697
ELEMAN	151	DUG.	NO	73	-0.351	-0.167	0.161	0.032	-0.330	-0.392
ELEMAN	151	DUG.	NO	77	0.351	0.167	-0.161	-0.032	-0.474	-0.441
ELEMAN	152	DUG.	NO	66	0.340	-0.225	0.226	0.026	-0.621	-0.599
ELEMAN	152	DUG.	NO	70	-0.340	0.225	-0.226	-0.026	-0.509	-0.527
ELEMAN	153	DUG.	NO	70	0.012	-0.352	0.389	0.020	-0.971	-0.880
ELEMAN	153	DUG.	NO	74	-0.012	0.352	-0.389	-0.020	-0.971	-0.880
ELEMAN	154	DUG.	NO	74	-0.318	-0.225	0.227	0.027	-0.511	-0.527
ELEMAN	154	DUG.	NO	78	0.318	0.225	-0.227	-0.027	-0.623	-0.599
ELEMAN	155	DUG.	NO	67	0.390	-0.241	0.223	0.025	-0.613	-0.643
ELEMAN	155	DUG.	NO	71	-0.390	0.241	-0.223	-0.025	-0.502	-0.564
ELEMAN	156	DUG.	NO	71	0.024	-0.369	0.386	0.020	-0.965	-0.923
ELEMAN	156	DUG.	NO	75	-0.024	0.369	-0.386	-0.020	-0.965	-0.923
ELEMAN	157	DUG.	NO	75	-0.355	-0.241	0.224	0.027	-0.504	-0.564
ELEMAN	157	DUG.	NO	79	0.355	0.241	-0.224	-0.027	-0.615	-0.643
ELEMAN	158	DUG.	NO	68	0.342	-0.305	0.156	0.029	-0.463	-0.814
ELEMAN	158	DUG.	NO	72	-0.342	0.305	-0.156	-0.029	-0.320	-0.711
ELEMAN	159	DUG.	NO	72	0.011	-0.448	0.300	0.018	-0.751	-1.121
ELEMAN	159	DUG.	NO	76	-0.011	0.448	-0.300	-0.018	-0.751	-1.121
ELEMAN	160	DUG.	NO	76	-0.324	-0.305	0.157	0.031	-0.322	-0.711
ELEMAN	160	DUG.	NO	80	0.324	0.305	-0.157	-0.031	-0.465	-0.815



olarak bulunur.

Aynı yapıyı II. derece deprem bölgesinde eşdeğer deprem yükü için çözdüğümüzde ise şekilde verilen kat kesme kuvvetlerini hesaplarız.

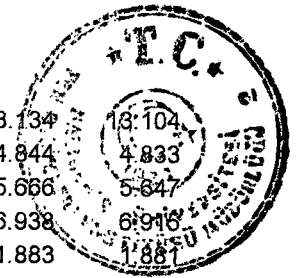


Yapımıza bu kuvvetleri etkittiğimizde kesit tesirleri

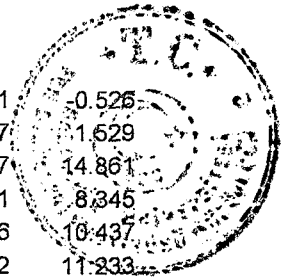
ELEMAN KOORDINATLARINDA KESİT TESİRLERİ

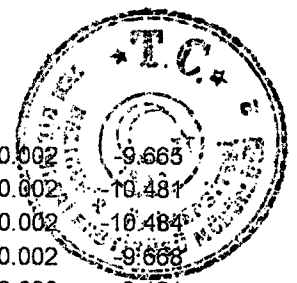
					EKSENEL	YKESME	ZKESME	BURULMA	YMOMENT	ZMOMENT
ELEMAN	1	DUG.	NO	1	-18.401	5.979	6.002	0.011	-13.154	13.104
ELEMAN	1	DUG.	NO	17	18.401	-5.979	-6.002	-0.011	-4.851	4.933
ELEMAN	2	DUG.	NO	17	-10.327	4.187	4.207	0.011	-5.677	5.647
ELEMAN	2	DUG.	NO	33	10.327	-4.187	-4.207	-0.011	-6.945	6.915
ELEMAN	3	DUG.	NO	33	-3.513	2.502	2.519	0.009	-1.899	1.880
ELEMAN	3	DUG.	NO	49	3.513	-2.502	-2.519	-0.009	-5.657	5.627
ELEMAN	4	DUG.	NO	49	-0.503	-0.365	-0.359	0.005	1.754	-1.755
ELEMAN	4	DUG.	NO	65	0.503	0.365	0.359	-0.005	-0.676	0.662
ELEMAN	5	DUG.	NO	2	-8.764	7.734	5.981	0.011	-13.110	14.859
ELEMAN	5	DUG.	NO	18	8.764	-7.734	-5.981	-0.011	-4.834	8.344
ELEMAN	6	DUG.	NO	18	-5.114	7.223	4.190	0.011	-5.650	10.437
ELEMAN	6	DUG.	NO	34	5.114	-7.223	-4.190	-0.011	-6.918	11.232
ELEMAN	7	DUG.	NO	34	-1.906	4.315	2.505	0.010	-1.882	4.975
ELEMAN	7	DUG.	NO	50	1.906	-4.315	-2.505	-0.010	-5.634	7.970
ELEMAN	8	DUG.	NO	50	-0.377	0.334	-0.366	0.006	1.760	-0.527
ELEMAN	8	DUG.	NO	66	0.377	-0.334	0.366	-0.006	-0.661	1.528
ELEMAN	9	DUG.	NO	3	-9.591	7.735	5.977	-0.003	-13.101	14.860
ELEMAN	9	DUG.	NO	19	9.591	-7.735	-5.977	0.003	-4.830	8.344
ELEMAN	10	DUG.	NO	19	-5.180	7.224	4.186	-0.003	-5.645	10.438
ELEMAN	10	DUG.	NO	35	5.180	-7.224	-4.186	0.003	-6.914	11.233
ELEMAN	11	DUG.	NO	35	-1.586	4.316	2.501	-0.001	-1.874	4.976
ELEMAN	11	DUG.	NO	51	1.586	-4.316	-2.501	0.001	-5.629	7.971
ELEMAN	12	DUG.	NO	51	-0.118	0.335	-0.375	0.000	1.772	-0.525
ELEMAN	12	DUG.	NO	67	0.118	-0.335	0.375	0.000	-0.648	1.530

ELEMAN	13	DUG.	NO	4	-0.012	5.979	5.993	-0.006	-13.134	13.104
ELEMAN	13	DUG.	NO	20	0.012	-5.979	-5.993	0.006	-4.844	4.833
ELEMAN	14	DUG.	NO	20	-0.003	4.188	4.201	-0.006	-5.666	5.647
ELEMAN	14	DUG.	NO	36	0.003	-4.188	-4.201	0.006	-6.938	6.918
ELEMAN	15	DUG.	NO	36	0.005	2.503	2.510	-0.004	-1.883	1.887
ELEMAN	15	DUG.	NO	52	-0.005	-2.503	-2.510	0.004	-5.646	5.628
ELEMAN	16	DUG.	NO	52	0.004	-0.363	-0.373	-0.002	1.772	-1.754
ELEMAN	16	DUG.	NO	68	-0.004	0.363	0.373	0.002	-0.654	0.664
ELEMAN	17	DUG.	NO	5	-8.761	5.982	7.764	0.006	-14.917	13.110
ELEMAN	17	DUG.	NO	21	8.761	-5.982	-7.764	-0.006	-8.375	4.837
ELEMAN	18	DUG.	NO	21	-5.114	4.189	7.256	0.006	-10.487	5.649
ELEMAN	18	DUG.	NO	37	5.114	-4.189	-7.256	-0.006	-11.281	6.917
ELEMAN	19	DUG.	NO	37	-1.910	2.504	4.341	0.005	-5.010	1.883
ELEMAN	19	DUG.	NO	53	1.910	-2.504	-4.341	-0.005	-8.014	5.628
ELEMAN	20	DUG.	NO	53	-0.380	-0.359	0.345	0.003	0.515	-1.747
ELEMAN	20	DUG.	NO	69	0.380	0.359	-0.345	-0.003	-1.551	0.671
ELEMAN	21	DUG.	NO	6	0.843	7.739	7.738	0.007	-14.868	14.867
ELEMAN	21	DUG.	NO	22	-0.843	-7.739	-7.738	-0.007	-8.347	8.349
ELEMAN	22	DUG.	NO	22	0.079	7.226	7.228	0.007	-10.445	10.441
ELEMAN	22	DUG.	NO	38	-0.079	-7.226	-7.228	-0.007	-11.240	11.236
ELEMAN	23	DUG.	NO	38	-0.312	4.318	4.320	0.006	-4.981	4.980
ELEMAN	23	DUG.	NO	54	0.312	-4.318	-4.320	-0.006	-7.980	7.974
ELEMAN	24	DUG.	NO	54	-0.256	0.342	0.332	0.004	0.531	-0.515
ELEMAN	24	DUG.	NO	70	0.256	-0.342	-0.332	-0.004	-1.527	1.540
ELEMAN	25	DUG.	NO	7	-0.001	7.739	7.733	-0.003	-14.857	14.867
ELEMAN	25	DUG.	NO	23	0.001	-7.739	-7.733	0.003	-8.341	8.349
ELEMAN	26	DUG.	NO	23	-0.001	7.226	7.223	-0.003	-10.436	10.441
ELEMAN	26	DUG.	NO	39	0.001	-7.226	-7.223	0.003	-11.232	11.236
ELEMAN	27	DUG.	NO	39	-0.001	4.318	4.313	-0.002	-4.968	4.980
ELEMAN	27	DUG.	NO	55	0.001	-4.318	-4.313	0.002	-7.970	7.974
ELEMAN	28	DUG.	NO	55	-0.001	0.342	0.319	0.000	0.549	-0.515
ELEMAN	28	DUG.	NO	71	0.001	-0.342	-0.319	0.000	-1.506	1.541
ELEMAN	29	DUG.	NO	8	9.606	5.982	7.752	-0.005	-14.894	13.110
ELEMAN	29	DUG.	NO	24	-9.606	-5.982	-7.752	0.005	-8.363	4.837
ELEMAN	30	DUG.	NO	24	5.193	4.189	7.245	-0.005	-10.468	5.649
ELEMAN	30	DUG.	NO	40	-5.193	-4.189	-7.245	0.005	-11.266	6.917
ELEMAN	31	DUG.	NO	40	1.597	2.504	4.326	-0.004	-4.984	1.883
ELEMAN	31	DUG.	NO	56	-1.597	-2.504	-4.326	0.004	-7.993	5.628
ELEMAN	32	DUG.	NO	56	0.123	-0.359	0.323	-0.002	0.546	-1.747
ELEMAN	32	DUG.	NO	72	-0.123	0.359	-0.323	0.002	-1.514	0.671
ELEMAN	33	DUG.	NO	9	-9.600	5.980	7.764	0.006	-14.917	13.105
ELEMAN	33	DUG.	NO	25	9.600	-5.980	-7.764	-0.006	-8.375	4.834
ELEMAN	34	DUG.	NO	25	-5.188	4.187	7.256	0.006	-10.487	5.646
ELEMAN	34	DUG.	NO	41	5.188	-4.187	-7.256	-0.006	-11.281	6.915
ELEMAN	35	DUG.	NO	41	-1.593	2.502	4.341	0.004	-5.009	1.879
ELEMAN	35	DUG.	NO	57	1.593	-2.502	-4.341	-0.004	-8.014	5.626
ELEMAN	36	DUG.	NO	57	-0.121	-0.364	0.345	0.002	0.515	-1.754
ELEMAN	36	DUG.	NO	73	0.121	0.364	-0.345	-0.002	-1.550	0.663
ELEMAN	37	DUG.	NO	10	-0.021	7.736	7.738	0.007	-14.868	14.861
ELEMAN	37	DUG.	NO	26	0.021	-7.736	-7.738	-0.007	-8.347	8.345
ELEMAN	38	DUG.	NO	26	-0.000	7.223	7.228	0.007	-10.445	10.437
ELEMAN	38	DUG.	NO	42	0.000	-7.223	-7.228	-0.007	-11.240	11.233
ELEMAN	39	DUG.	NO	42	-0.000	4.315	4.320	0.006	-4.981	4.974
ELEMAN	39	DUG.	NO	58	0.000	-4.315	-4.320	-0.006	-7.980	7.970



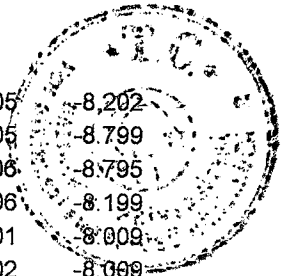
ELEMAN	40	DUG.	NO	58	-0.000	0.334	0.332	0.003	0.531	-0.526
ELEMAN	40	DUG.	NO	74	0.000	-0.334	-0.332	-0.003	-1.527	1.529
ELEMAN	41	DUG.	NO	11	-0.842	7.736	7.733	-0.002	-14.857	14.861
ELEMAN	41	DUG.	NO	27	0.842	-7.736	-7.733	0.002	-8.341	8.345
ELEMAN	42	DUG.	NO	27	-0.078	7.223	7.223	-0.003	-10.436	10.437
ELEMAN	42	DUG.	NO	43	0.078	-7.223	-7.223	0.003	-11.232	11.233
ELEMAN	43	DUG.	NO	43	0.312	4.315	4.313	-0.002	-4.968	4.974
ELEMAN	43	DUG.	NO	59	-0.312	-4.315	-4.313	0.002	-7.970	7.970
ELEMAN	44	DUG.	NO	59	0.256	0.334	0.319	-0.001	0.549	-0.526
ELEMAN	44	DUG.	NO	75	-0.256	-0.334	-0.319	0.001	-1.506	1.529
ELEMAN	45	DUG.	NO	12	8.756	5.980	7.752	-0.004	-14.894	13.105
ELEMAN	45	DUG.	NO	28	-8.756	-5.980	-7.752	0.004	-8.363	4.834
ELEMAN	46	DUG.	NO	28	5.109	4.187	7.245	-0.005	-10.468	5.646
ELEMAN	46	DUG.	NO	44	-5.109	-4.187	-7.245	0.005	-11.266	6.915
ELEMAN	47	DUG.	NO	44	1.906	2.502	4.326	-0.004	-4.985	1.879
ELEMAN	47	DUG.	NO	60	-1.906	-2.502	-4.326	0.004	-7.993	5.626
ELEMAN	48	DUG.	NO	60	0.378	-0.364	0.323	-0.003	0.546	-1.754
ELEMAN	48	DUG.	NO	76	-0.378	0.364	-0.323	0.003	-1.515	0.663
ELEMAN	49	DUG.	NO	13	0.045	5.984	6.002	0.011	-13.154	13.115
ELEMAN	49	DUG.	NO	29	-0.045	-5.984	-6.002	-0.011	-4.851	4.838
ELEMAN	50	DUG.	NO	29	0.033	4.192	4.207	0.011	-5.677	5.653
ELEMAN	50	DUG.	NO	45	-0.033	-4.192	-4.207	-0.011	-6.945	6.924
ELEMAN	51	DUG.	NO	45	0.019	2.506	2.519	0.008	-1.899	1.880
ELEMAN	51	DUG.	NO	61	-0.019	-2.506	-2.519	-0.008	-5.657	5.637
ELEMAN	52	DUG.	NO	61	0.007	-0.372	-0.359	0.004	1.754	-1.770
ELEMAN	52	DUG.	NO	77	-0.007	0.372	0.359	-0.004	-0.676	0.652
ELEMAN	53	DUG.	NO	14	9.606	7.741	5.981	0.011	-13.110	14.872
ELEMAN	53	DUG.	NO	30	-9.606	-7.741	-5.981	-0.011	-4.834	8.352
ELEMAN	54	DUG.	NO	30	5.192	7.231	4.190	0.011	-5.651	10.448
ELEMAN	54	DUG.	NO	46	-5.192	-7.231	-4.190	-0.011	-6.918	11.245
ELEMAN	55	DUG.	NO	46	1.594	4.319	2.505	0.009	-1.882	4.976
ELEMAN	55	DUG.	NO	62	-1.594	-4.319	-2.505	-0.009	-5.634	7.980
ELEMAN	56	DUG.	NO	62	0.121	0.322	-0.366	0.005	1.760	-0.545
ELEMAN	56	DUG.	NO	78	-0.121	-0.322	0.366	-0.005	-0.661	1.512
ELEMAN	57	DUG.	NO	15	8.749	7.741	5.977	-0.003	-13.101	14.872
ELEMAN	57	DUG.	NO	31	-8.749	-7.741	-5.977	0.003	-4.830	8.351
ELEMAN	58	DUG.	NO	31	5.102	7.230	4.186	-0.003	-5.645	10.447
ELEMAN	58	DUG.	NO	47	-5.102	-7.230	-4.186	0.003	-6.914	11.244
ELEMAN	59	DUG.	NO	47	1.898	4.318	2.501	-0.002	-1.874	4.976
ELEMAN	59	DUG.	NO	63	-1.898	-4.318	-2.501	0.002	-5.629	7.979
ELEMAN	60	DUG.	NO	63	0.374	0.321	-0.375	-0.001	1.772	-0.546
ELEMAN	60	DUG.	NO	79	-0.374	-0.321	0.375	0.001	-0.648	1.510
ELEMAN	61	DUG.	NO	16	18.367	5.984	5.993	-0.005	-13.134	13.115
ELEMAN	61	DUG.	NO	32	-18.367	-5.984	-5.993	0.005	-4.844	4.838
ELEMAN	62	DUG.	NO	32	10.296	4.192	4.201	-0.005	-5.666	5.652
ELEMAN	62	DUG.	NO	48	-10.296	-4.192	-4.201	0.005	-6.938	6.923
ELEMAN	63	DUG.	NO	48	3.488	2.505	2.510	-0.005	-1.883	1.879
ELEMAN	63	DUG.	NO	64	-3.488	-2.505	-2.510	0.005	-5.647	5.636
ELEMAN	64	DUG.	NO	64	0.492	-0.374	-0.372	-0.003	1.772	-1.771
ELEMAN	64	DUG.	NO	80	-0.492	0.374	0.372	0.003	-0.654	0.650
ELEMAN	65	DUG.	NO	17	-0.792	-4.029	-0.001	-0.006	0.001	-10.480
ELEMAN	65	DUG.	NO	18	0.792	4.029	0.001	0.006	0.001	-9.663
ELEMAN	66	DUG.	NO	18	0.001	-3.647	0.000	-0.001	0.000	-9.118
ELEMAN	66	DUG.	NO	19	-0.001	3.647	0.000	0.001	0.000	-9.118



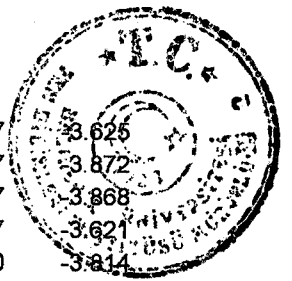


ELEMAN	67	DUG.	NO	19	0.794	-4.029	0.001	0.004	-0.002	-9.665
ELEMAN	67	DUG.	NO	20	-0.794	4.029	-0.001	-0.004	-0.002	-10.481
ELEMAN	68	DUG.	NO	21	-0.795	-4.030	-0.001	-0.004	0.002	-10.484
ELEMAN	68	DUG.	NO	22	0.795	4.030	0.001	0.004	0.002	-9.665
ELEMAN	69	DUG.	NO	22	0.000	-3.649	0.000	-0.001	0.000	-9.121
ELEMAN	69	DUG.	NO	23	0.000	3.649	0.000	0.001	0.001	-9.121
ELEMAN	70	DUG.	NO	23	0.792	-4.030	0.001	0.003	-0.002	-9.667
ELEMAN	70	DUG.	NO	24	-0.792	4.030	-0.001	-0.003	-0.002	-10.484
ELEMAN	71	DUG.	NO	25	-0.793	-4.029	-0.001	-0.004	0.002	-10.482
ELEMAN	71	DUG.	NO	26	0.793	4.029	0.001	0.004	0.002	-9.665
ELEMAN	72	DUG.	NO	26	0.001	-3.647	0.000	-0.001	0.000	-9.119
ELEMAN	72	DUG.	NO	27	-0.001	3.647	0.000	0.001	0.001	-9.119
ELEMAN	73	DUG.	NO	27	0.794	-4.029	0.001	0.003	-0.002	-9.665
ELEMAN	73	DUG.	NO	28	-0.794	4.029	-0.001	-0.003	-0.002	-10.482
ELEMAN	74	DUG.	NO	29	-0.794	-4.033	-0.001	-0.006	0.001	-10.490
ELEMAN	74	DUG.	NO	30	0.794	4.033	0.001	0.006	0.001	-9.673
ELEMAN	75	DUG.	NO	30	-0.003	-3.650	0.000	-0.001	0.000	-9.126
ELEMAN	75	DUG.	NO	31	0.003	3.650	0.000	0.001	0.000	-9.126
ELEMAN	76	DUG.	NO	31	0.790	-4.032	0.001	0.004	-0.002	-9.672
ELEMAN	76	DUG.	NO	32	-0.790	4.032	-0.001	-0.004	-0.002	-10.489
ELEMAN	77	DUG.	NO	17	-0.795	-4.045	0.000	-0.001	-0.001	-10.523
ELEMAN	77	DUG.	NO	21	0.795	4.045	0.000	0.001	-0.001	-9.703
ELEMAN	78	DUG.	NO	21	0.002	-3.662	0.001	0.000	-0.001	-9.155
ELEMAN	78	DUG.	NO	25	-0.002	3.662	-0.001	0.000	-0.002	-9.155
ELEMAN	79	DUG.	NO	25	0.799	-4.045	0.000	-0.001	-0.001	-9.703
ELEMAN	79	DUG.	NO	29	-0.799	4.045	0.000	0.001	-0.001	-10.522
ELEMAN	80	DUG.	NO	18	-0.792	-4.032	0.000	0.000	-0.001	-10.488
ELEMAN	80	DUG.	NO	22	0.792	4.032	0.000	0.000	-0.001	-9.671
ELEMAN	81	DUG.	NO	22	0.003	-3.650	0.001	0.000	-0.002	-9.125
ELEMAN	81	DUG.	NO	26	-0.003	3.650	-0.001	0.000	-0.002	-9.125
ELEMAN	82	DUG.	NO	26	0.796	-4.032	0.000	-0.001	-0.001	-9.671
ELEMAN	82	DUG.	NO	30	-0.796	4.032	0.000	0.001	-0.001	-10.488
ELEMAN	83	DUG.	NO	19	-0.790	-4.029	0.000	0.000	0.001	-10.481
ELEMAN	83	DUG.	NO	23	0.790	4.029	0.000	0.000	0.001	-9.664
ELEMAN	84	DUG.	NO	23	0.002	-3.647	0.000	0.000	0.000	-9.118
ELEMAN	84	DUG.	NO	27	-0.002	3.647	0.000	0.000	0.000	-9.118
ELEMAN	85	DUG.	NO	27	0.788	-4.029	-0.001	-0.001	0.001	-9.664
ELEMAN	85	DUG.	NO	31	-0.788	4.029	0.001	0.001	0.001	-10.481
ELEMAN	86	DUG.	NO	20	-0.791	-4.039	-0.001	-0.001	0.001	-10.506
ELEMAN	86	DUG.	NO	24	0.791	4.039	0.001	0.001	0.001	-9.687
ELEMAN	87	DUG.	NO	24	-0.001	-3.656	0.000	0.000	0.001	-9.140
ELEMAN	87	DUG.	NO	28	0.001	3.656	0.000	0.000	0.000	-9.140
ELEMAN	88	DUG.	NO	28	0.792	-4.039	-0.001	-0.001	0.002	-9.688
ELEMAN	88	DUG.	NO	32	-0.792	4.039	0.001	0.001	0.002	-10.506
ELEMAN	89	DUG.	NO	33	0.330	-3.399	-0.002	-0.006	0.004	-8.795
ELEMAN	89	DUG.	NO	34	-0.330	3.399	0.002	0.006	0.004	-8.198
ELEMAN	90	DUG.	NO	34	0.011	-3.204	0.000	-0.002	0.000	-8.009
ELEMAN	90	DUG.	NO	35	-0.011	3.204	0.000	0.002	0.001	-8.009
ELEMAN	91	DUG.	NO	35	-0.286	-3.399	0.002	0.004	-0.005	-8.200
ELEMAN	91	DUG.	NO	36	0.286	3.399	-0.002	-0.004	-0.005	-8.797
ELEMAN	92	DUG.	NO	37	0.318	-3.400	-0.002	-0.005	0.006	-8.799
ELEMAN	92	DUG.	NO	38	-0.318	3.400	0.002	0.005	0.006	-8.202
ELEMAN	93	DUG.	NO	38	0.010	-3.205	0.000	-0.001	0.001	-8.013
ELEMAN	93	DUG.	NO	39	-0.010	3.205	0.000	0.001	0.002	-8.013

ELEMAN	94	DUG.	NO	39	-0.312	-3.400	0.002	0.003	-0.005	-8.202
ELEMAN	94	DUG.	NO	40	0.312	3.400	-0.002	-0.003	-0.005	-8.799
ELEMAN	95	DUG.	NO	41	0.299	-3.399	-0.002	-0.005	0.006	-8.795
ELEMAN	95	DUG.	NO	42	-0.299	3.399	0.002	0.005	0.006	-8.199
ELEMAN	96	DUG.	NO	42	-0.006	-3.204	0.000	-0.001	0.001	-8.009
ELEMAN	96	DUG.	NO	43	0.006	3.204	0.000	0.001	0.002	-8.009
ELEMAN	97	DUG.	NO	43	-0.316	-3.399	0.002	0.003	-0.005	-8.199
ELEMAN	97	DUG.	NO	44	0.316	3.399	-0.002	-0.003	-0.005	-8.795
ELEMAN	98	DUG.	NO	45	0.329	-3.402	-0.002	-0.006	0.004	-8.803
ELEMAN	98	DUG.	NO	46	-0.329	3.402	0.002	0.006	0.004	-8.206
ELEMAN	99	DUG.	NO	46	0.014	-3.206	0.000	-0.002	0.000	-8.015
ELEMAN	99	DUG.	NO	47	-0.014	3.206	0.000	0.002	0.001	-8.015
ELEMAN	100	DUG.	NO	47	-0.308	-3.401	0.002	0.004	-0.005	-8.204
ELEMAN	100	DUG.	NO	48	0.308	3.401	-0.002	-0.004	-0.005	-8.801
ELEMAN	101	DUG.	NO	33	0.326	-3.415	0.001	0.000	-0.003	-8.838
ELEMAN	101	DUG.	NO	37	-0.326	3.415	-0.001	0.000	-0.002	-8.239
ELEMAN	102	DUG.	NO	37	0.002	-3.219	0.001	0.001	-0.003	-8.048
ELEMAN	102	DUG.	NO	41	-0.002	3.219	-0.001	-0.001	-0.003	-8.048
ELEMAN	103	DUG.	NO	41	-0.296	-3.415	0.001	-0.001	-0.001	-8.238
ELEMAN	103	DUG.	NO	45	0.296	3.415	-0.001	0.001	-0.002	-8.838
ELEMAN	104	DUG.	NO	34	0.309	-3.402	0.001	0.000	-0.003	-8.804
ELEMAN	104	DUG.	NO	38	-0.309	3.402	-0.001	0.000	-0.002	-8.207
ELEMAN	105	DUG.	NO	38	-0.012	-3.207	0.001	0.001	-0.004	-8.017
ELEMAN	105	DUG.	NO	42	0.012	3.207	-0.001	-0.001	-0.004	-8.017
ELEMAN	106	DUG.	NO	42	-0.310	-3.402	0.001	-0.001	-0.001	-8.207
ELEMAN	106	DUG.	NO	46	0.310	3.402	-0.001	0.001	-0.002	-8.804
ELEMAN	107	DUG.	NO	35	0.309	-3.398	-0.001	0.000	0.002	-8.794
ELEMAN	107	DUG.	NO	39	-0.309	3.398	0.001	0.000	0.002	-8.198
ELEMAN	108	DUG.	NO	39	-0.004	-3.203	0.000	0.001	0.000	-8.008
ELEMAN	108	DUG.	NO	43	0.004	3.203	0.000	-0.001	0.000	-8.008
ELEMAN	109	DUG.	NO	43	-0.327	-3.398	-0.001	-0.001	0.003	-8.198
ELEMAN	109	DUG.	NO	47	0.327	3.398	0.001	0.001	0.003	-8.794
ELEMAN	110	DUG.	NO	36	0.300	-3.407	-0.001	-0.001	0.003	-8.817
ELEMAN	110	DUG.	NO	40	-0.300	3.407	0.001	0.001	0.003	-8.219
ELEMAN	111	DUG.	NO	40	-0.017	-3.211	0.000	0.001	0.001	-8.029
ELEMAN	111	DUG.	NO	44	0.017	3.211	0.000	-0.001	0.001	-8.029
ELEMAN	112	DUG.	NO	44	-0.312	-3.407	-0.002	-0.001	0.004	-8.219
ELEMAN	112	DUG.	NO	48	0.312	3.407	0.002	0.001	0.004	-8.817
ELEMAN	113	DUG.	NO	49	0.101	-1.499	-0.003	-0.004	0.007	-3.872
ELEMAN	113	DUG.	NO	50	-0.101	1.499	0.003	0.004	0.007	-3.625
ELEMAN	114	DUG.	NO	50	0.008	-1.528	-0.001	-0.002	0.000	-3.819
ELEMAN	114	DUG.	NO	51	-0.008	1.528	0.001	0.002	0.003	-3.819
ELEMAN	115	DUG.	NO	51	-0.121	-1.500	0.003	0.002	-0.007	-3.628
ELEMAN	115	DUG.	NO	52	0.121	1.500	-0.003	-0.002	-0.007	-3.874
ELEMAN	116	DUG.	NO	53	0.103	-1.502	-0.004	-0.003	0.009	-3.879
ELEMAN	116	DUG.	NO	54	-0.103	1.502	0.004	0.003	0.009	-3.632
ELEMAN	117	DUG.	NO	54	0.006	-1.530	-0.001	-0.002	0.002	-3.825
ELEMAN	117	DUG.	NO	55	-0.006	1.530	0.001	0.002	0.003	-3.825
ELEMAN	118	DUG.	NO	55	-0.127	-1.502	0.003	0.002	-0.007	-3.632
ELEMAN	118	DUG.	NO	56	0.127	1.502	-0.003	-0.002	-0.007	-3.879
ELEMAN	119	DUG.	NO	57	0.109	-1.499	-0.004	-0.003	0.010	-3.872
ELEMAN	119	DUG.	NO	58	-0.109	1.499	0.004	0.003	0.009	-3.625
ELEMAN	120	DUG.	NO	58	-0.013	-1.527	-0.001	-0.002	0.002	-3.819
ELEMAN	120	DUG.	NO	59	0.013	1.527	0.001	0.002	0.003	-3.819

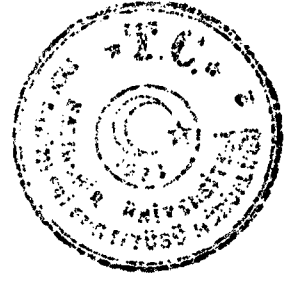


ELEMAN	121	DUG.	NO	59	-0.136	-1.500	0.003	0.002	-0.007	-3.625
ELEMAN	121	DUG.	NO	60	0.136	1.500	-0.003	-0.002	-0.007	-3.872
ELEMAN	122	DUG.	NO	61	0.107	-1.498	-0.003	-0.004	0.007	-3.868
ELEMAN	122	DUG.	NO	62	-0.107	1.498	0.003	0.004	0.007	-3.621
ELEMAN	123	DUG.	NO	62	0.010	-1.526	-0.001	-0.002	0.000	-3.814
ELEMAN	123	DUG.	NO	63	-0.010	1.526	0.001	0.002	0.003	-3.814
ELEMAN	124	DUG.	NO	63	-0.107	-1.497	0.003	0.002	-0.007	-3.619
ELEMAN	124	DUG.	NO	64	0.107	1.497	-0.003	-0.002	-0.007	-3.866
ELEMAN	125	DUG.	NO	49	0.108	-1.510	0.001	-0.001	-0.003	-3.900
ELEMAN	125	DUG.	NO	53	-0.108	1.510	-0.001	0.001	-0.003	-3.651
ELEMAN	126	DUG.	NO	53	0.020	-1.538	0.002	0.001	-0.005	-3.845
ELEMAN	126	DUG.	NO	57	-0.020	1.538	-0.002	-0.001	-0.005	-3.845
ELEMAN	127	DUG.	NO	57	-0.109	-1.510	0.001	0.001	-0.002	-3.651
ELEMAN	127	DUG.	NO	61	0.109	1.510	-0.001	-0.001	-0.003	-3.899
ELEMAN	128	DUG.	NO	50	0.123	-1.501	0.001	-0.001	-0.004	-3.876
ELEMAN	128	DUG.	NO	54	-0.123	1.501	-0.001	0.001	-0.003	-3.629
ELEMAN	129	DUG.	NO	54	0.036	-1.529	0.002	0.001	-0.006	-3.822
ELEMAN	129	DUG.	NO	58	-0.036	1.529	-0.002	-0.001	-0.006	-3.822
ELEMAN	130	DUG.	NO	58	-0.108	-1.501	0.001	0.001	-0.002	-3.629
ELEMAN	130	DUG.	NO	62	0.108	1.501	-0.001	-0.001	-0.003	-3.876
ELEMAN	131	DUG.	NO	51	0.121	-1.495	-0.001	-0.001	0.003	-3.862
ELEMAN	131	DUG.	NO	55	-0.121	1.495	0.001	0.001	0.003	-3.616
ELEMAN	132	DUG.	NO	55	0.033	-1.524	0.000	0.001	0.000	-3.809
ELEMAN	132	DUG.	NO	59	-0.033	1.524	0.000	-0.001	0.000	-3.809
ELEMAN	133	DUG.	NO	59	-0.106	-1.495	-0.001	0.001	0.004	-3.615
ELEMAN	133	DUG.	NO	63	0.106	1.495	0.001	-0.001	0.004	-3.862
ELEMAN	134	DUG.	NO	52	0.104	-1.500	-0.002	-0.001	0.004	-3.873
ELEMAN	134	DUG.	NO	56	-0.104	1.500	0.002	0.001	0.004	-3.626
ELEMAN	135	DUG.	NO	56	-0.009	-1.528	0.000	0.001	0.001	-3.820
ELEMAN	135	DUG.	NO	60	0.009	1.528	0.000	-0.001	0.001	-3.820
ELEMAN	136	DUG.	NO	60	-0.094	-1.500	-0.002	0.001	0.005	-3.626
ELEMAN	136	DUG.	NO	64	0.094	1.500	0.002	-0.001	0.005	-3.873
ELEMAN	137	DUG.	NO	65	0.363	-0.249	-0.003	-0.002	0.009	-0.663
ELEMAN	137	DUG.	NO	66	-0.363	0.249	0.003	0.002	0.009	-0.585
ELEMAN	138	DUG.	NO	66	0.009	-0.378	-0.001	-0.002	0.002	-0.944
ELEMAN	138	DUG.	NO	67	-0.009	0.378	0.001	0.002	0.004	-0.944
ELEMAN	139	DUG.	NO	67	-0.343	-0.250	0.003	0.001	-0.008	-0.587
ELEMAN	139	DUG.	NO	68	0.343	0.250	-0.003	-0.001	-0.007	-0.665
ELEMAN	140	DUG.	NO	69	0.344	-0.252	-0.005	-0.002	0.012	-0.669
ELEMAN	140	DUG.	NO	70	-0.344	0.252	0.005	0.002	0.011	-0.590
ELEMAN	141	DUG.	NO	70	0.025	-0.380	-0.002	-0.001	0.003	-0.949
ELEMAN	141	DUG.	NO	71	-0.025	0.380	0.002	0.001	0.005	-0.949
ELEMAN	142	DUG.	NO	71	-0.325	-0.252	0.003	0.000	-0.008	-0.590
ELEMAN	142	DUG.	NO	72	0.325	0.252	-0.003	0.000	-0.008	-0.669
ELEMAN	143	DUG.	NO	73	0.373	-0.249	-0.005	-0.002	0.012	-0.663
ELEMAN	143	DUG.	NO	74	-0.373	0.249	0.005	0.002	0.012	-0.585
ELEMAN	144	DUG.	NO	74	0.022	-0.377	-0.002	-0.001	0.003	-0.944
ELEMAN	144	DUG.	NO	75	-0.022	0.377	0.002	0.001	0.006	-0.944
ELEMAN	145	DUG.	NO	75	-0.340	-0.250	0.003	0.000	-0.008	-0.585
ELEMAN	145	DUG.	NO	76	0.340	0.250	-0.003	0.000	-0.007	-0.663
ELEMAN	146	DUG.	NO	77	0.366	-0.246	-0.004	-0.002	0.009	-0.654
ELEMAN	146	DUG.	NO	78	-0.366	0.246	0.004	0.002	0.009	-0.577
ELEMAN	147	DUG.	NO	78	0.011	-0.374	-0.001	-0.002	0.002	-0.936
ELEMAN	147	DUG.	NO	79	-0.011	0.374	0.001	0.002	0.005	-0.936



ELEMAN 148	DUG.	NO	79	-0.348	-0.245	0.003	0.001	-0.008	-0.575
ELEMAN 148	DUG.	NO	80	0.348	0.245	-0.003	-0.001	-0.007	-0.652
ELEMAN 149	DUG.	NO	65	0.355	-0.254	0.001	-0.001	-0.003	-0.674
ELEMAN 149	DUG.	NO	69	-0.355	0.254	-0.001	0.001	-0.002	-0.595
ELEMAN 150	DUG.	NO	69	0.008	-0.382	0.003	0.001	-0.006	-0.984
ELEMAN 150	DUG.	NO	73	-0.008	0.382	-0.003	-0.001	-0.006	-0.954
ELEMAN 151	DUG.	NO	73	-0.352	-0.254	0.002	0.002	-0.004	-0.594
ELEMAN 151	DUG.	NO	77	0.352	0.254	-0.002	-0.002	-0.005	-0.673
ELEMAN 152	DUG.	NO	66	0.368	-0.249	0.001	-0.001	-0.004	-0.662
ELEMAN 152	DUG.	NO	70	-0.368	0.249	-0.001	0.001	-0.003	-0.584
ELEMAN 153	DUG.	NO	70	0.017	-0.377	0.003	0.001	-0.007	-0.943
ELEMAN 153	DUG.	NO	74	-0.017	0.377	-0.003	-0.001	-0.007	-0.943
ELEMAN 154	DUG.	NO	74	-0.355	-0.249	0.002	0.001	-0.005	-0.584
ELEMAN 154	DUG.	NO	78	0.355	0.249	-0.002	-0.001	-0.006	-0.662
ELEMAN 155	DUG.	NO	67	0.389	-0.245	-0.002	-0.001	0.004	-0.651
ELEMAN 155	DUG.	NO	71	-0.389	0.245	0.002	0.001	0.004	-0.574
ELEMAN 156	DUG.	NO	71	0.020	-0.373	0.001	0.001	-0.001	-0.934
ELEMAN 156	DUG.	NO	75	-0.020	0.373	-0.001	-0.001	-0.001	-0.934
ELEMAN 157	DUG.	NO	75	-0.348	-0.245	-0.001	0.001	0.002	-0.574
ELEMAN 157	DUG.	NO	79	0.348	0.245	0.001	-0.001	0.002	-0.651
ELEMAN 158	DUG.	NO	68	0.369	-0.246	-0.002	-0.001	0.006	-0.653
ELEMAN 158	DUG.	NO	72	-0.369	0.246	0.002	0.001	0.006	-0.576
ELEMAN 159	DUG.	NO	72	0.010	-0.375	0.000	0.001	0.000	-0.937
ELEMAN 159	DUG.	NO	76	-0.010	0.375	0.000	-0.001	0.000	-0.937
ELEMAN 160	DUG.	NO	76	-0.358	-0.246	-0.002	0.002	0.004	-0.577
ELEMAN 160	DUG.	NO	80	0.358	0.246	0.002	-0.002	0.004	-0.654

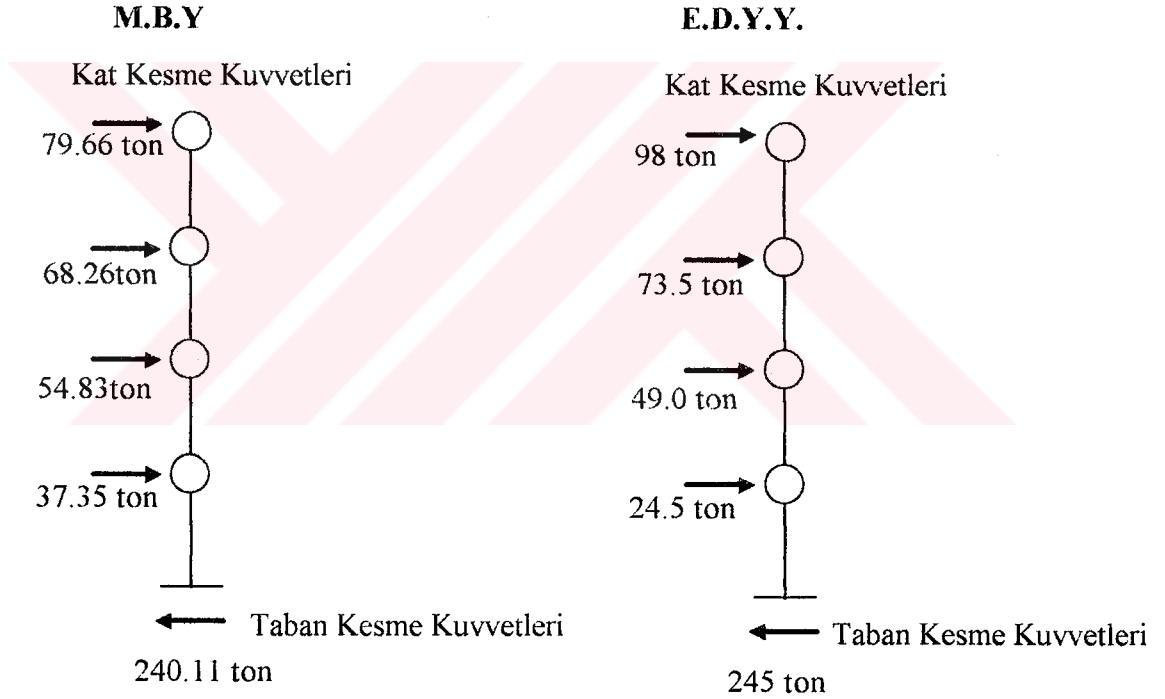
olarak bulunur.



7. TARTIŞMA ve SONUÇ

Ele aldığımız tipik bir yapının I. ve II derece deprem bölgelerine göre dinamik hesabı Mod Birleştirme Yöntemi (M.B.Y.) ve Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi (E.D.Y.Y) kullanılarak yapılmıştır.

İki farklı çözüm yöntemi ile I. derece deprem bölgesi için hesaplanan kat kesme kuvvetleri Şekil 7.1’de gösterilmiştir.



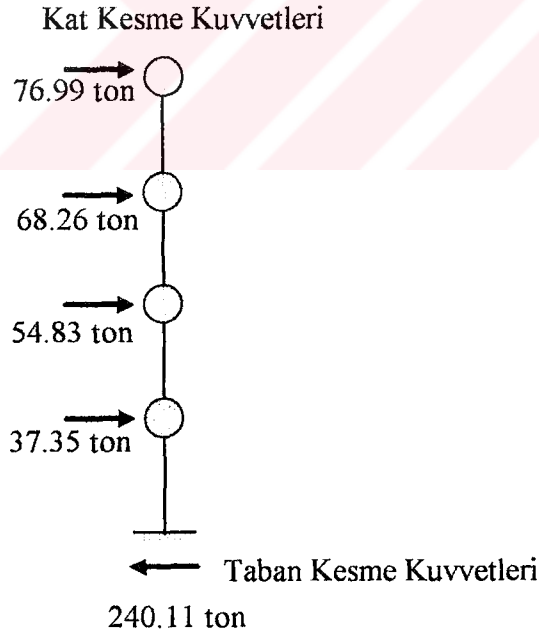
Şekil 7.1 Yapının I. derece deprem bölgesinde oluşan deprem tasarım yükleri

Buradan da görüleceği gibi taban kesme kuvvetleri oranı $V_{M.B.Y.} / V_{E.D.Y.} \approx 0.98$ bulunmuştur. Yönetmelikte Bölüm 6.8.5’de verilen hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değeri sağlanmıştır.

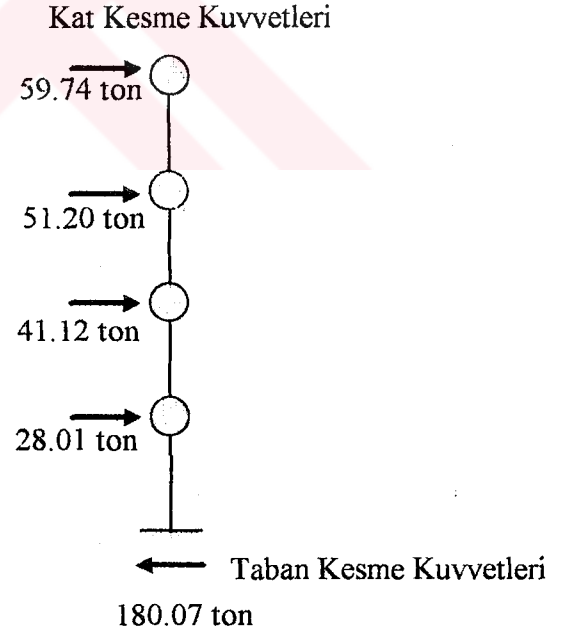
Eşdeğer deprem yükü yönteminde sadece 1. modu gözönüne almamıza rağmen 12 modu ele alarak hesap yaptığımız mod birleştirme yöntemine göre daha büyük taban kesme ve kat kesme kuvvetleri elde etmekteyiz. Bundaki en büyük sebep E.D.Y. yönteminde toplam bina kütlesi bizim hesapladığımız küttedir ve bu kütleli spektal ivme katsayısı ile bina davranış katsayısının oranı olan ivme spektrumu ordinatı SPA(1) ile çarpılarak taban kesme kuvvetini elde ederiz. M.B.Y. ise her moddaki etkin modal kütle hesaplanır, bu kütleler SPA(I) ile çarpılarak kat kesme kuvvetleri elde edilir. O halde iki yöntemde farklı olan sadece yapının toplam kütlesi ve etkin modal küttedir. Şartnamede Denklem (6.16-a) ve (6.16-b) ile verildiği üzere bu iki küttelin oranının 0.9'dan küçük olduğu modlar hesaba katılmamıştır. Bundan dolayı deprem tasarım yüklerinin oranı yaklaşık 0.9'dan büyük olacaktır.

Aynı yapıyı Mod Birleştirme Yöntemini kullanarak I. ve II deprem bölgesi için çözdüğümüzde Şekil 7.2'de verilen değerler elde edilmiştir.

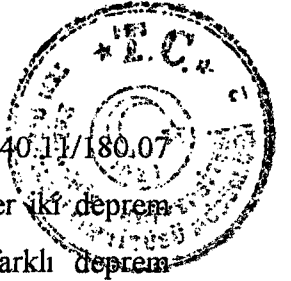
I. Derece Deprem Bölgesi



II. Derece Deprem Bölgesi

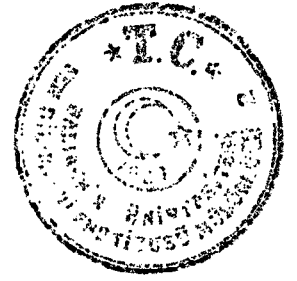


Şekil 7.2 İki deprem bölgesine ait deprem tasarım yükleri



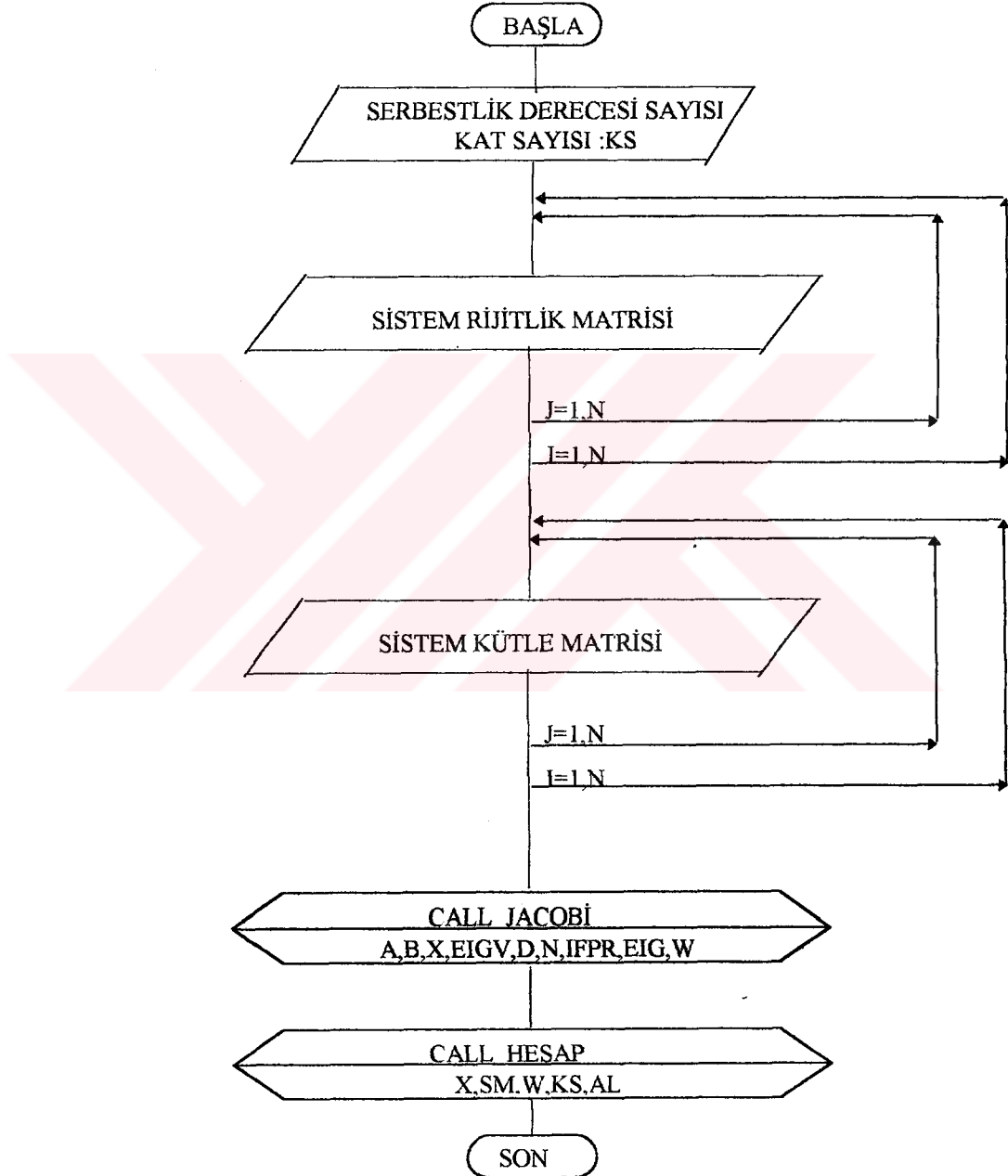
. Taban Kesme Kuvveti I/Taban Kesme Kuvveti II. $=240.11/180.07$
 $=1.333333333$ olarak bulunur. Hesaplanan bu değer aynı zamanda her iki deprem bölgesi için etkin yer ivmesindeki değişim oranıdır. Öyleyse iki farklı deprem bölgesine yapılacak olan AYNI yapı için tasarım deprem yüklerindeki değişimi belirleyen Etkin Yer İvmesi Katsayısıdır.

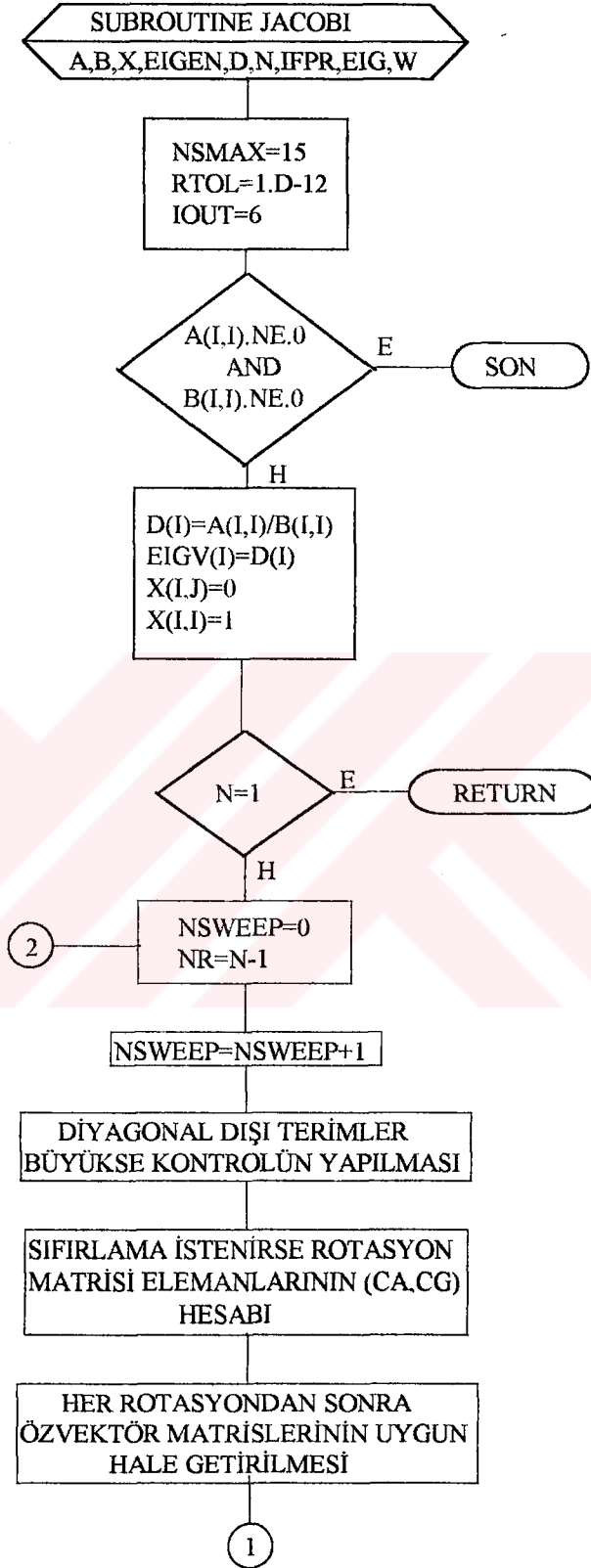


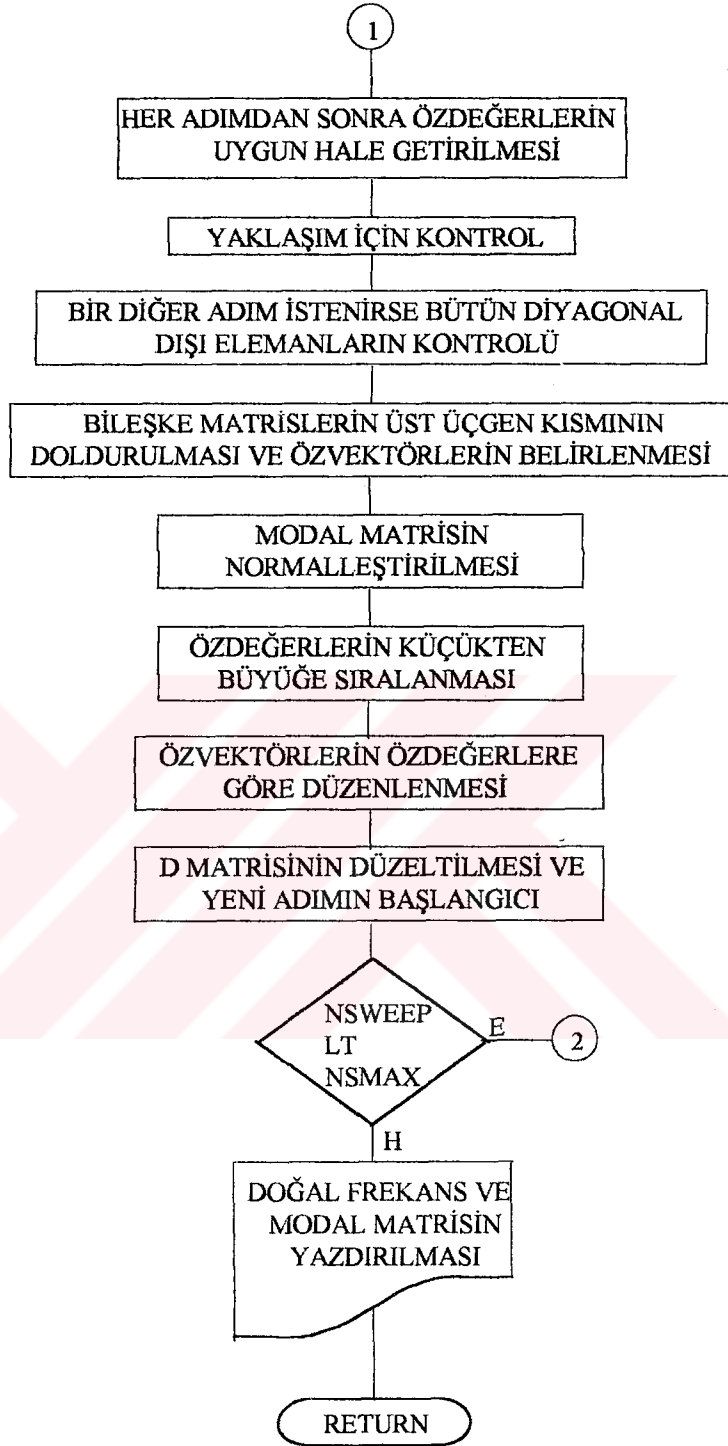
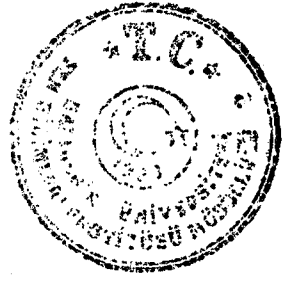


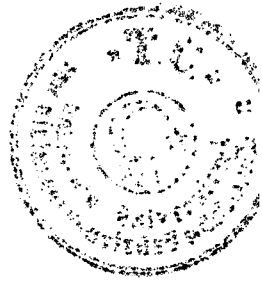
EKLER

EK A BİLGİSAYAR PROGRAMI AKIŞ ŞEMASI









SUBROUTINE HESAP
X, SM, W, KS, AL

SPEKTRUM KARAKTERİSTİK
PERİYOTLARININ (T_A, T_B) OKUNMASI

EKİN YER İVMESİ KATSAYISI A_0
BİNA ÖNEM KATSAYISI I
TAŞIYICI SİSTEM DAVRANIŞ KATSAYISI R
OKUNMASI

ÖZEL TASARIM İVME SPEKTRUMLARININ
HESAPLANMASI

DEPREM UYARIM
KATSAYILRININ HESABI

YAPININ TOPLAM
KÜTLESİ

ETKİN MODAL KÜTLE

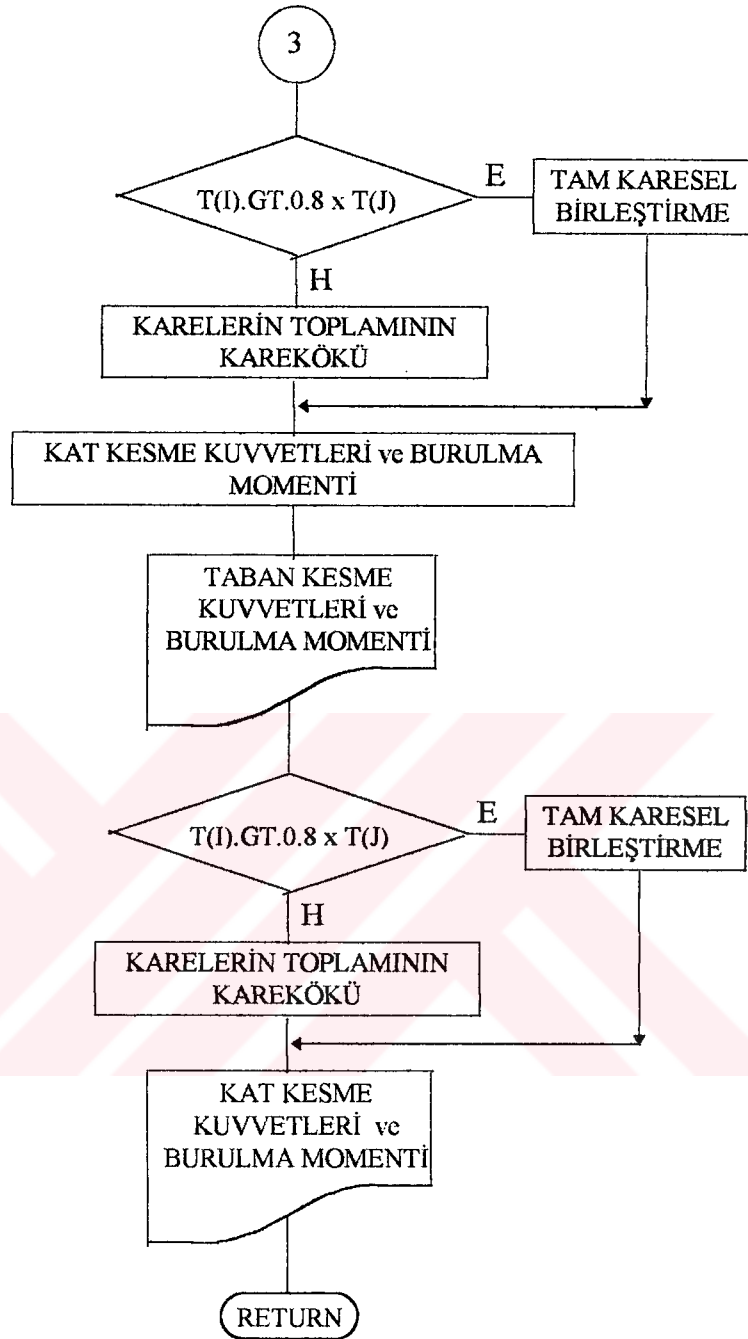
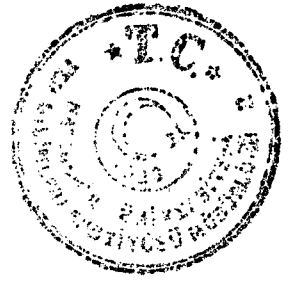
ETKİN MODAL KÜTLE
YÜZDESİ

MODAL KATILIM FAKTÖRLERİ

TABAN KESME KUVVETLERİ ve
BURULMA MOMENTİ

MOD KATKILARININ
BİRLEŞTİRİLMESİ

3





KAYNAKLAR

- [1] Karaesmen E. , Deprem ve Sonrası , Türkiye Mühendisler Birliği , Ankara
1996
- [2] Çorbacıoğlu Ş. , “Depreme Yaklaşım”, *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 385,
(1996), 65.
- [3] Clough R. , Penzien J. , Dynamics of Structure, McGraw-Hill, New York ,
1993
- [4] Przemieniecki J. S. , Theory of Matrix Structural Analysis, McGraw-Hill , New
York, 1968
- [5] Saylan Ş. , Yapı Dinamiği , Balıkesir, 1996
- [6] Craig R. R. , Structural Dynamics An Introduction to Computer Methods, John
Wiley & Sons , New York, 1991
- [7] Vanderbilt D. M. , Matrix Structural Analysis, QPI Series , New York, 1974
- [8] Paz. M. , Structural Dynamics Theory and Computation, Chapman & Hall Inc
New York, 1997
- [9] Chopra A. , Dynamics of Structures, Prentice-Hall Inc, New Jersey, 1982
- [10] Bathe K. J. , Finite Element Procedures in Engineering Analysis, Prentice -Hall
New Jersey, 1982
- [11] Wilson E. L. , Three Dimensional Dynamics of Structures With Epmhasis on
Earthquake Engineering, Computer and Structures Inc, California,
1997
- [12] Çakıroğlu A., Özmen G. , Yapıların Özel Periyotlarının Tayini ve Modların
Süperpozisyonu Yöntemi, İstanbul, 1977
- [13] Tezcan S. , Çubuk Sistemlerin Elektronik Hesap Makineleri İle Çözümü,
İstanbul , 1970
- [14] Aydınoğlu N. , “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik”,
Türkiye Mühendislik Haberleri, 385, (1996), 46.



- [15] Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara, 1996
- [16] Sucuoğlu H., “Yapıların Deprem Kuvvetlerinin Oluşması”, *Deprem ve Sonrası*, Türkiye Mütcaahhitler Birliği , Ankara , 1996
- [17] Erdik M., Yüzüğüllü Ö., Deprem Mühendisliği Açısından Yapı Dinamiğine Giriş, Ankara, 1980
- [18] Aydınoğlu N., Erdik M., Mod Birleştirme Yöntemi İle Üç Boyutlu Deprem Hesabına İlişkin Not, İstanbul, 1995
- [19] Celep Z., Kumbasar N., Örneklerle Yapı Dinamiği ve Deprem Mühendisliğine Giriş, İstanbul, 1992