

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Yapı Sistemlerinin Hesabında
Matrix Metodları

Adnan Yılmaz

Yüksek Lisans Tezi

100

1200

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAPI SİSTEMLERİNİN HESABINDA
MATRİS METODLARI

LİSANS - ÜSTÜ TEZİ

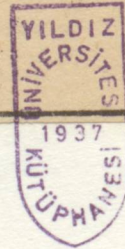
YONETEN : Prof. Dr. İ. GÖK

YAPAN : İnş. Müh. Adnan YILMAZ

İstanbul - 1986

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
GENEL KİTAPLIĞI

Kot : R. 150
Alındığı Yer : Fen Bil. Ens. 100
Tarih : 21.12.1988
Fatura :
Fiatı : 4500 TL
Ayniyat No : 1/24
Kayıt No : 45911
UDC : 378.242
Ek : 624.17



2
YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAPI SİSTEMLERİNİN HESABINDA
MATRİS METODLARI

LİSANS - ÜSTÜ TEZİ

YÖNETEN : Prof. İrdesel GÖĞÜŞ
YAPAN : İnş. Müh. Adnan YILMAZ



İstanbul - 1986



İÇİNDEKİLER

	<u>SAYFA</u>
ÖZET	I
ABSTRACT	II
Hesaplarda kullanılan Notasyonlar	III
GİRİŞ	1
Bu tezin hazırlanmasında, her aşamada yardımlarını esirgemeyen, değerli görüşleriyle yol gösteren hocam Prof. İrdesel GÖĞÜŞ'e saygı ve şükranlarımı sunarım.	
BÖLÜM 1	
1.1. Yapılan Kabuller	2
1.2. ve şükranlarımı sunarım.	2
BÖLÜM 2	
Temel Bağlantılar	4
2.1. İzostatik Sistemler	4
2.1.1. Statik Problemlere Uygulama Yoluyla	4
2.2. Hiperstatik Sistemler	5
2.2.1. Matrisler Arasındaki Bağlantılar	5
2.2.2. İç Kuvvetlerin Bulunması	7
2.2.3. Yer Değiştirmelerin Bulunması	8
2.3. Elemanda Yük Bulunması Hali	8
BÖLÜM 3	
Temel Bağlantılar	10
3.1. Kinematik Belirli Sistemler	10
3.2. Kinematik Belirsiz Sistemler	10
3.2.1. Matrisler Arasındaki Bağlantılar	11
3.2.2. Yer Değiştirmeler ve Uç Kuvvetlerin Bulunması	12
3.3. Elemanda Yük Durumu Hali	13
Nümerik Uygulama İçin Örnek Sistem	15
BÖLÜM 4	
Örnek Sistemde Matris-Kuvvet Metodu ile Çözümü	16



İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT	II
Hesaplarda Kullanılan Notasyonlar	III
GİRİŞ	1
BÖLÜM 1	
1.1. Yapılan Kabuller	2
1.2. Hesap Şeması	2
BÖLÜM 2	
Temel Bağıntılar	4
2.1. İzostatik Sistemler	4
2.1.1. Statik Problemlere Uygulama Yönünden	4
2.2. Hiperstatik Sistemler	5
2.2.1. Matrisler Arasındaki Bağıntılar	5
2.2.2. İç Kuvvetlerin Bulunması	7
2.2.3. Yer Değiştirmelerin Bulunması	8
2.3. Elemanda Yük Bulunması Hali	8
BÖLÜM 3	
Temel Bağıntılar	10
3.1. Kinematik Belirli Sistemler	10
3.2. Kinematik Belirsiz Sistemler	10
3.2.1. Matrisler Arasındaki Bağıntılar	11
3.2.2. Yer Değiştirmeler ve Uç Kuvvetlerin Bulunması	12
3.3. Elemanda Yük Olması Hali	13
Nümerik Uygulama İçin Örnek Sistem	15
BÖLÜM 4	
Örnek Sistemin Matris-Kuvvet Metodu ile Çözümü	16

4.1.	İzostatik Esas Sistem ve Hiperstatik	16
4.2.	Bilinmeyenlerin Seçimi	16
4.3.	Birim Yüklemeler	16
4.3.	Düğüm Noktalarının Deplasmanları	17
	Doğrultusundaki R_{i_1} 1 Yüklemeleri	18
4.4.	Elemandaki Yüklemeden Dolayı Düğüm Noktası Deformasyonları	20
4.5.	Normal Kuvvetin Deformasyonlara Etkisi Dikkate Alınarak Çözüm	21
4.5.1.	Fleksibilite Matrisinin Teşkili f	21
4.5.2.	Statik Transformasyon Matrisinin Teşkili:	21
4.5.3.	Yük Vektörü ve Elemandaki Yüklemeden dolayı Düğüm Noktası Deformasyonları	21
	Bilgisayar Sonuçları	22
	Kesit Tesirleri Diyagramları	24
4.6.	Normal Kuvvetin Deformasyonlara Etkisini Dikkate almaksızın Çözüm	25
	Bilgisayar Sonuçları	26
	Kesit Tesirleri Diyagramları	27
	Matris-KUVVET Metodu Bilgisayar programı:	28
BÖLÜM 5		
	Örnek Sistemin Matris-KUVVET Metodu ile Çözümü	36
5.1.	Normal Kuvvetin Deformasyonlara Etkisi Dikkate Alınarak Çözüm	36
5.1.1.	Kinematik Transformasyon Matrisin Teşkili	36
5.1.2.	Toplam Rijitlik Matrisin Teşkili k	38
	Sistem Yük Vektörü Teşkili R	39
	Çubuk Uç Kuvvetlerinin Bulunması S	40
	Bilgisayar Sonuçları	41
	Kesit Tesirleri Diyagramları	43
5.2.	Normal Kuvvetin Deformasyonlara Etkisi Dikkate Alınmaksızın Çözüm	44
5.2.1.	Virtüel Yer Değiştirmeler	44
5.2.2.	Kinematik Transformasyon Matrisinin Teşkili a	44

5.2.3. Toplam Sistemin Rijitlik Matrisi k	45
5.2.4. Eleman Yük Vektörü n	45
Bilgisayar Sonuçları	46
Kesit Tesirleri Diyagramları	47
Bilgisayar Programları	48

BÖLÜM 6

Hiperstatik Sistemlerde İzostatik Esas
Sistem ve Hiperstatik Bilinmeyenlerin

Otomatik Seçimi	53
6.1. Otomatik Sistem Seçimi Örnekleri	56
Bilgisayar Uygulamaları	58
6.2. Otomatik İzostatik Sistem Seçiminden Yararlanarak Örnek Sistemin Çözümü	61
Bilgisayar Sonuçları	62
Bilgisayar Programı	65

BÖLÜM 7

Bilgisayar Programları Üzerine

69

BÖLÜM 8

Tartışma ve Sonuçlar	71
Özgeçmiş	72
Yararlanılan Kaynaklar	73

ABSTRACT

ÖZET

Bu çalışmada bir örnek hiperstatik çerçeve üzerinde matris-KUVVET ve matris-DEPLASMAN metodları uygulanarak sistemin çözümü sağlanmıştır.

Örnek olarak ele alınan sistem normal kuvvetin deformasyonlara etkisi dikkate alınarak ve alınmayarak her iki metodla çözülmüştür.

(Çözüm için hazırlanan programlarda AMSTRAD CPC 464 bilgisayarı kullanılmıştır.)

Ayrıca kinematik transformasyon matrisi a yardımı ile kuvvet metodunda, izostatik esas sistem ve hiperstatik bilinmeyenlerin seçimi otomatik olarak yapılmıştır. Otomatik izostatik sistem seçimi örnekleriyle açıklanmış, bulunan değerlerin karşılaştırılması yapılmıştır.

HESAPLARDA KULLANILAN NOTASYONLAR

- a : Sistemin kinematik transformasyon matrisi.
 b_1 : $r_1 = 1$ 'den başlayı düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirme matrisi.
 b_2 : $r_2 = 1$ 'den başlayı düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirme matrisi.
 b : Sistemin statik transformasyon matrisi.
 k_1 : $R_1 = 1$ 'den başlayı sistemin fleksibilite matrisi.
 k_2 : $R_2 = 1$ 'den başlayı sistemin fleksibilite matrisi.
 k : Bütün yapı sisteminin fleksibilite matrisi.

ABSTRACT

In this thesis, the unknown forces of a statically indeterminate frame are solved by the application of "matrix force" and "matrix displacement" methods.

The frame which has been considered is solved firstly by taking into account and secondly discarding the effect of normal forces upon the deformations. The "Amstrad CPC 464" computer has been used in programs, for solving the problem.

Also, in the force method, the decisions of the statically determinate system and statically indeterminate unknowns are automatically performed by the help of the kinematic transformation matrix "a". The automatic decision of statically determinate system is explained with several examples and compared with the values that has been found as well.

HESAPLARDA KULLANILAN NOTASYONLAR

- \underline{a} : Sistemin kinematik transformasyon matrisi.
- \underline{a}_0 : $r_1 = 1$ 'den dolayı düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler matrisi.
- \underline{a}_1 : $r_y = 1$ 'den dolayı düğüm noktalarında meydana gelen yer değiştirmeler matrisi.
- \underline{b} : Sistemin statik transformasyon matrisi.
- \underline{b}_1 : $R_i = 1$ 'den dolayı sistemin fleksibilite matrisi.
- \underline{b}_0 : $X_i = 1$ 'den dolayı sistemin fleksibilite matrisi.
- \underline{F} : Bütün yapı sisteminin fleksibilite matrisi.
- \underline{f} : Toplam sistemin fleksibilite matrisi.
- \underline{f}_p : Eleman fleksibilite matrisi.
- \underline{I} : Birim matris.
- \underline{K} : Bütün yapı sisteminin rijitlik matrisi.
- \underline{k} : Toplam sistemin rijitlik matrisi.
- \underline{m} : Eleman yüklerinden meydana gelen şekil değiştirme vektörü.
- \underline{n} : Eleman yük vektörü.
- \underline{R} : Düğüm noktalarındaki toplam dış yük vektörü.
- \underline{r} : Yer değiştirme vektörü.
- \underline{r}_1 : Hiperstatik bilinmeyenlerin tatbik noktası ve doğrultusundaki yer değiştirme vektörü.
- \underline{r}_y : Dış kuvvetlerin tatbik noktası ve doğrultusundaki yer değiştirme vektörü.
- \underline{S} : Sistem iç kuvvetler vektörü.
- \underline{S}_p : Eleman iç kuvvetler vektörü.
- \underline{V} : Sistemin şekil değiştirme vektörü.
- \underline{V}_p : Eleman şekil değiştirme vektörü.
- \underline{X} : Hiperstatik bilinmeyenler vektörü.



-GİRİŞ-

Yapı sistemlerinin hesabında kullanılan tüm metotlarda amaç, dış etkilerden (Yükler, mesnet çökmeleri, sünme, rötrelere v.b.) meydana gelen iç kuvvetleri, yer değiştirmeleri ve şekil değiştirmeleri bulabilmektir.

Bu çalışmada, bu amaç için matris-KUVVET ve matris-DEPLASMAN metotları kullanılmıştır.

Kuvvet ve deplasman metotları, düğüm noktaları ve elemanların dengeli şartlarından oluşan DENGELİ DENKLEMLERİ, düğüm noktalarında birleşen elemanların o noktadaki uç deplasmanlarının eşitliğinden oluşan GEOMETRİK UYGUNLUK ŞARTLARI, malzeme cinsine bağlı olarak gerilme deformasyon bağıntıları MALZEME KANUNLARI olmak üzere yapı statiklerinin üç esas bağıntısını kullanarak çözüme ulaşır.

Matris-KUVVET ve matris-DEPLASMAN metotları ise yapı statiklerinin problemlerini sistematik ve programlamaya uygun şekilde tayin etmeyi sağlamaktadır. Bu sebepten matris metotları bilgisayar desteğinden geniş ölçüde faydalanma imkânı sağlar. Bu amaçla gerekli programlar hazırlandığı gibi farklı metotların arasındaki ilişkiler rahatlıkla gözlenebilir.

Deplasman metodunun programlamaya daha elverişli olduğu bilinen bir gerçektir. Deplasman metodundan kuvvet metoduna geçişi sağlayan otomatik izostatik sistem seçimi bu çalışmada incelenerek nümerik örnekler üzerinde uygulanmıştır.

BÖLÜM 1

1.1.

YAPILAN KABULLER

- a) Malzeme Lineer elastik bir malzemedir. (Hooke kanunu geçerlidir.)
- b) Birinci mertebe teorisi geçerlidir.
- c) Elemanlar doğru eksenli ve sabit kesitlidirler.
- d) Sisteme tesir eden yükler statik yüklerdir.
- e) Süperpozisyon kanunu geçerlidir.

1.2.

HESAP ŞEMASI

- a) Yapıyı idealize ederek taşıyıcı elemanlardan ve bunların birleşim noktaları olan düğüm noktalarından meydana gelen bir statik sistem elde edilir.
- b) Her elemanda iç kuvvetler ile şekil değiştirme \underline{S}_p \underline{V}_p arasındaki ilişki belirlenir.
- c) Elemandaki büyüklükler yardımı ile bütün sistem için \underline{S} ve \underline{V} yazılır ve $\underline{S} - \underline{V}$ arasındaki ilişkiler belirlenir.
- d) Hesap metodlarından biri uygulanır.

Veriler \underline{R} aranan \underline{S} , \underline{r} , \underline{V}

ya da

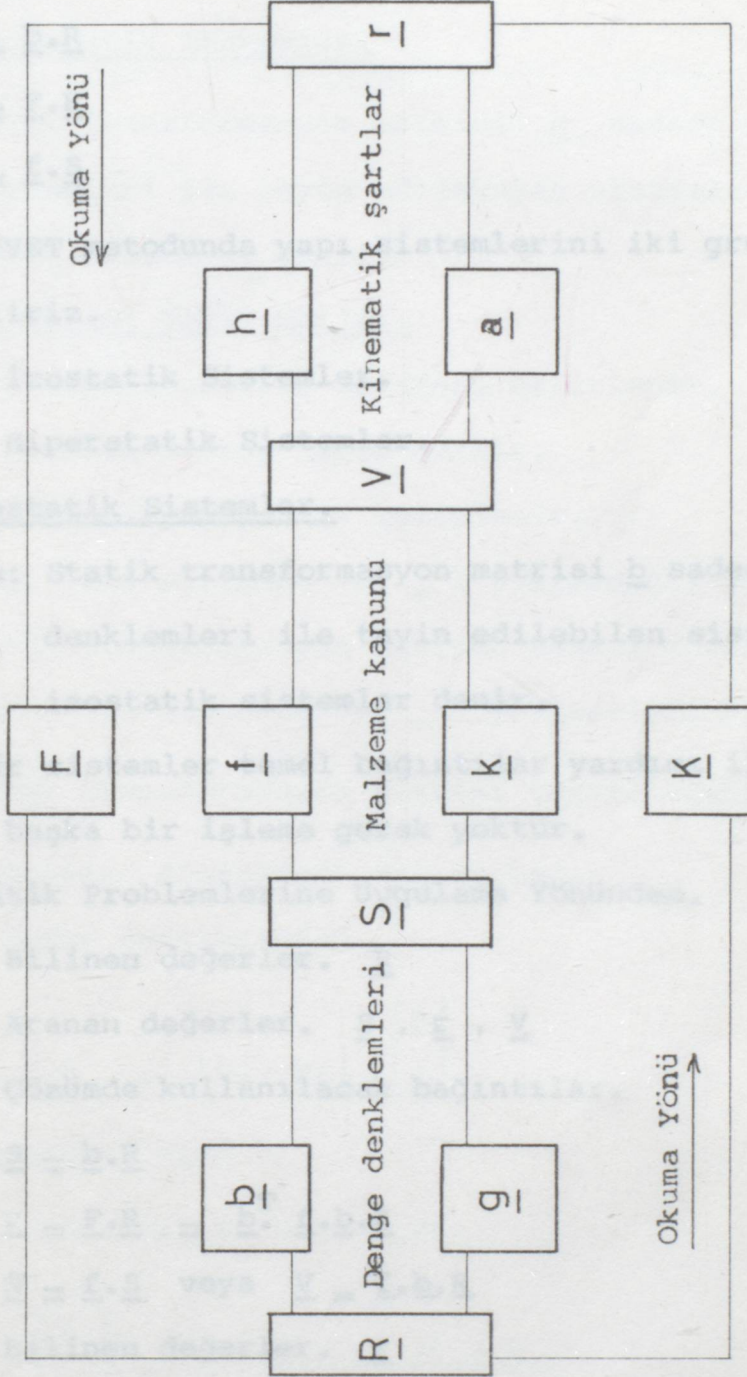
verilen \underline{r} aranan \underline{R} , \underline{S} , \underline{V} şeklinde.

Matris metodlarında bu bağıntılar aşağıdaki hesap şemasından rahatlıkla izlenebilir.

BÖLÜM 2

MATRİS-KUVVET METODU

Temel Bağıntılar.



BÖLÜM 2

MATRİS-KUVVET METODU

Temel Bağıntılar.

$$\underline{S} = \underline{b} \cdot \underline{R}$$

$$\underline{r} = \underline{F} \cdot \underline{R}$$

$$\underline{V} = \underline{f} \cdot \underline{S}$$

Matris-KUVVET metodunda yapı sistemlerini iki grupta tanımlayabiliriz.

a) İzostatik Sistemler.

b) Hiperstatik Sistemler.

2.1. İzostatik Sistemler.

Tanım: Statik transformasyon matrisi \underline{b} sadece denge denklemleri ile tayin edilebilen sistemlere izostatik sistemler denir.

Bu tür sistemler temel bağıntılar yardımı ile çözümlür, başka bir işleme gerek yoktur.

2.1.1. Statik Problemlerine Uygulama Yönünden.

a) Bilinen değerler. \underline{R}

Aranan değerler. \underline{S} , \underline{r} , \underline{V}

Çözümde kullanılacak bağıntılar.

$$\underline{S} = \underline{b} \cdot \underline{R}$$

$$\underline{r} = \underline{F} \cdot \underline{R} = \underline{b}^T \cdot \underline{f} \cdot \underline{b} \cdot \underline{R}$$

$$\underline{V} = \underline{f} \cdot \underline{S} \text{ veya } \underline{V} = \underline{f} \cdot \underline{b} \cdot \underline{R}$$

b) Bilinen değerler. \underline{r}

Aranan değerler. \underline{S} , \underline{R} , \underline{V}

Çözümde kullanılacak bağıntılar.

$$\underline{S} = \underline{b} \cdot \underline{R}$$

$$\begin{aligned}\underline{R} &= \underline{K} \cdot \underline{r} & \underline{K} &= \underline{F}^{-1} \\ \underline{R} &= \underline{F}^{-1} \cdot \underline{r} \\ \underline{V} &= \underline{f} \cdot \underline{S} = \underline{f} \cdot \underline{b} \cdot \underline{F}^{-1} \cdot \underline{r}\end{aligned}$$

2.2. Hiperstatik Sistemler.

Tanım: Statik transformasyon matrisi \underline{b} sadece denge denklemleri ile tayin edilemeyen sistemlere hiperstatik sistemler denir.

Hesaplarda Şu Yol Takip Edilir.

- Sistemin hiperstatiklik derecesi belirlenir.
- İzostatik esas sistem tayin edilir.
- Hiperstatik bilinmeyenler belirlenir.
- İzostatik esas sistemde $R_i = 1$ yüklemeleri yapılıır. \underline{b}_0 statik transformasyon matrisi teşkil edilir.
- İzostatik esas sistemde $X_i = 1$ yüklemeleri yapılıır, \underline{b}_1 statik transformasyon matrisi teşkil edilir.

2.2.1. Matrisler Arasındaki Bağlıntılar.

I: Denge Şartlarından

$$\underline{S} = \underline{b}^* \cdot \underline{R}^* = \begin{bmatrix} \underline{b}_0 & \underline{b}_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \underline{R} \\ \underline{X} \end{bmatrix}$$

$$\underline{S} = \underline{b}_0 \cdot \underline{R} + \underline{b}_1 \cdot \underline{X}$$

II: Fleksibilite bağıntısı.

$$\underline{r}^* = \begin{bmatrix} \underline{r} \\ \underline{r}_1 \end{bmatrix} = \underline{F}^* \cdot \underline{R}^* = \underline{b}^{*T} \cdot \underline{f} \cdot \underline{B}^* \cdot \underline{R}^*$$

$$\underline{F}^* = \begin{bmatrix} \underline{F}_{00} & \underline{F}_{01} \\ \underline{F}_{10} & \underline{F}_{11} \end{bmatrix}$$

F^* Sistemin fleksibilite matrisinin alt matrisleri.

$$\underline{F}_{00} = \underline{b}_0^T \cdot \underline{f} \cdot \underline{b}_0$$

$$\underline{F}_{01} = \underline{b}_0^T \cdot \underline{f} \cdot \underline{b}_1$$

$$\underline{F}_{10} = \underline{b}_1^T \cdot \underline{f} \cdot \underline{b}_0 = \underline{F}_{01}^T$$

$$\underline{F}_{11} = \underline{b}_1^T \cdot \underline{f} \cdot \underline{b}_1$$

Kiriş Elemanın fleksibilite matrisi \underline{f}_p

$$\underline{f}_p = \frac{1}{6EI} \cdot \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \quad (2 \times 2)$$

Çerçeve elemanının fleksibilite matrisi \underline{f}_p

$$\underline{f}_p = \frac{1}{6EI} \cdot \begin{bmatrix} \frac{6F}{F} & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{bmatrix} \quad (3 \times 3)$$

Toplam sistemin fleksibilite matrisi \underline{f}

$$\underline{f} = \begin{bmatrix} \underline{f}_a & 0 & \dots \\ 0 & \underline{f}_b & \\ \dots & & \underline{f}_c & \dots \\ \dots & & & \dots & \underline{f}_R \end{bmatrix}$$

2.2. III. Elastisite bağıntısı

$$\underline{r}_1 = 0$$

$$\underline{r}^* = \begin{bmatrix} \underline{r} \\ \underline{r}_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_{00} & F_{01} \\ F_{10} & F_{11} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \underline{R} \\ \underline{X} \end{bmatrix}$$

$$\underline{r}_1 = F_{10} \cdot \underline{R} - F_{11} \cdot \underline{X} = 0$$

$$\underline{X} = - F_{11}^{-1} \cdot F_{10} \cdot \underline{R}$$

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} = \dots \dots \dots \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_n \end{bmatrix}$$

2.2.2. İç Kuvvetlerin Bulunması

$$\underline{s}^* = \underline{b}^* \cdot \underline{R}^*$$

$$\underline{s}^* = \begin{bmatrix} b_0 & b_1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \underline{R} \\ \underline{X} \end{bmatrix}$$

$$\underline{s}^* = b_0 \cdot \underline{R} + b_1 \cdot \underline{X}$$

$$\underline{s}^* = b_0 \cdot \underline{R} - b_1 \cdot F_{11}^{-1} \cdot F_{10} \cdot \underline{R}$$

$$\underline{s}^* = (b_0 - b_1 \cdot F_{11}^{-1} \cdot F_{10}) \cdot \underline{R}$$

$$\underline{b} = b_0 - b_1 \cdot F_{11}^{-1} \cdot F_{10}$$

statik transformasyon matrisi

$$\underline{s} = \underline{b} \cdot \underline{R}$$

2.2.3. Yer Değiştirmelerin Bulunması.

$$\begin{aligned}\underline{r} &= \underline{F}_{00} \cdot \underline{R} + \underline{F}_{01} \cdot \underline{X} \\ &= \underline{F}_{00} \cdot \underline{R} - \underline{F}_{01} \cdot \underline{F}_{11}^{-1} \cdot \underline{F}_{10} \cdot \underline{R} \\ &= (\underline{F}_{00} - \underline{F}_{01} \cdot \underline{F}_{11}^{-1} \cdot \underline{F}_{10}) \cdot \underline{R}\end{aligned}$$

$$\underline{F} = (\underline{F}_{00} - \underline{F}_{01} \cdot \underline{F}_{11}^{-1} \cdot \underline{F}_{10})$$

$$\underline{r} = \underline{F} \cdot \underline{R}$$

2.3. Elemanda Yük Bulunması Hali.

$$\underline{V}_p = \underline{f}_p \cdot \underline{S}_p + \underline{m}$$

Elemandaki yüklemelerden dolayı meydana gelen şekil değiştirmeler.

Düğüm noktasındaki yüklemelerden meydana gelen şekil değiştirmeler.

$$\underline{r} = \underline{F} \cdot \underline{R} + \underline{b}^T \cdot \underline{m}$$

$$\underline{S} = \underline{b} \cdot \underline{R} - \underline{b}_1 \cdot \underline{F}_{11}^{-1} \cdot \underline{b}_1^T \cdot \underline{m}$$

Takip edilecek yol.

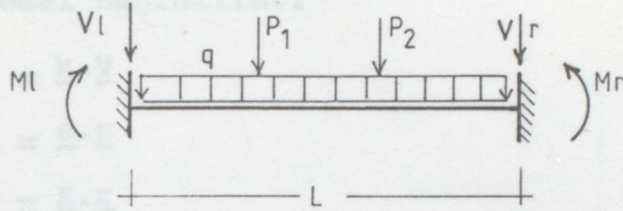
- Söz konusu yüklü eleman iki ucu ankastre bir kiriş gibi ele alınır.
- Ankastrelik momentleri ve reaksiyon kuvvetleri hesaplanır.
- Ankastrelik momentleri ve reaksiyon kuvvetleri ters işaretlerle elemanın uçlarına etki ettirilir.



BÖLÜM 3

MATRİS-DEPLASMAN METODU

Temel Denklemler.



Matris-DEPLASMAN metodunda yapı sistemlerini iki grupta

d) $V_p = 0$ kabulü ile $V_p = f_p \cdot S_p + m = 0$

a) Kinematik belirsiz sistemler. $m = -f_p \cdot S_p$

b) Kinematik belirsiz sistemler.
üzerinde yayılı yük bulunan bir elemanda

3.1. Kinematik Belirli Sistemler.

Tanın I: $\frac{q \cdot l^3}{24EI}$ transformasyon matrisi sadece kinematik belirsizlikler yardımıyla tayin edilebilen sistemler kinematik belirli sistemler denir.

Not: V_l ve V_r düğüm noktası dış yükü olarak R' 'de hesaba katılacaktır.

3.1.1. Örnek

- a) $k = k \cdot l - k \cdot l$
- $I = k \cdot l - k \cdot l$
- b) $k = k \cdot l - k \cdot l$
- c) $I = k \cdot l$

3.2. Kinematik Belirsiz Sistemler.

Tanın II: $\frac{q \cdot l^3}{24EI}$ kinematik transformasyon matrisi sadece kinematik belirsizlikler yardımıyla tayin edilemeyen sistemlerdir.

Tanın III: Sistemin düğüm noktalarının bütün yer değiştirmeleri

BÖLÜM 3

MATRİS-DEPLASMAN METODU

Temel Bağıntılar.

$$\underline{S} = \underline{k} \cdot \underline{V}$$

$$\underline{V} = \underline{a} \cdot \underline{r}$$

$$\underline{R} = \underline{K} \cdot \underline{r}$$

Matris-DEPLASMAN metodunda yapı sistemlerini iki grupta tanımlayabiliriz.

- a) Kinematik belirli sistemler.
- b) Kinematik belirsiz sistemler.

3.1. Kinematik Belirli Sistemler.

Tanım I: \underline{a} kinematik transformasyon matrisi sadece kinematik bağıntılar yardımıyla tayin edilebilen sistemlere kinematik belirli sistemler denir.

Tanım II: Sistemin düğüm noktalarının yapabileceği yer değiştirmeler doğrultusunda dış kuvvetler etki ediyorsa sistemimiz kinematik belirlidir.

3.1.1. Çözüm

$$a) \underline{R} = \underline{a}^T \cdot \underline{S} = \underline{k} \cdot \underline{r}$$

$$\underline{K} = \underline{a}^T \cdot \underline{k} \cdot \underline{a}$$

$$b) \underline{S} = \underline{k} \cdot \underline{a} \cdot \underline{r}$$

$$c) \underline{V} = \underline{a} \cdot \underline{r}$$

3.2. Kinematik Belirsiz Sistemler.

Tanım I: \underline{a} Kinematik transformasyon matrisi sadece kinematik bağıntılar yardımıyla tayin edilemeyen sistemlerdir.

Tanım II: Sistemin düğüm noktalarının bütün yer değiştirmeler

meleri doğrultusunda bir dış kuvvet yoktur.

3.2.1. Matrisler Arasındaki Bağlılıklar

I: Kinematik Bağlılık.

$$\begin{aligned}\underline{V}^* &= \underline{a}^* \cdot \underline{r}^* = \begin{bmatrix} \underline{a}_0 & \underline{a}_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \underline{r}_1 \\ \underline{r}_y \end{bmatrix} \\ &= \underline{a}_0 \cdot \underline{r} + \underline{a}_1 \cdot r_y\end{aligned}$$

II: Rijitlik Bağlılığı.

$$\begin{aligned}\underline{S} &= \underline{K} \cdot \underline{V}^* = \underline{K} \cdot \underline{a}^* \cdot \underline{r}^* \\ \underline{R}^* &= \underline{a}^{*T} \cdot \underline{S}^* = \underline{a}^{*T} \cdot \underline{k} \cdot \underline{a}^* \cdot \underline{r}^* \\ \underline{R}^* &= \underline{K}^* \cdot \underline{r}^* \\ \underline{K}^* &= \underline{a}^{*T} \cdot \underline{k} \cdot \underline{a}^*\end{aligned}$$

$$\underline{K}^* = \begin{bmatrix} \underline{K}_{11} & \underline{K}_{12} \\ \underline{K}_{21} & \underline{K}_{22} \end{bmatrix}$$

\underline{K}^* Sistemin rijitlik matrisi alt matrisleri.

$$\underline{K}_{11} = \underline{a}_0^T \cdot \underline{k} \cdot \underline{a}_0$$

$$\underline{K}_{21} = \underline{a}_1^T \cdot \underline{k} \cdot \underline{a}_0$$

$$\underline{K}_{12} = \underline{a}_0^T \cdot \underline{k} \cdot \underline{a}_1$$

$$\underline{K}_{22} = \underline{a}_1^T \cdot \underline{k} \cdot \underline{a}_1$$

Kiriş elemanının rijitlik matrisi \underline{k}_p

$$\underline{k}_p = \frac{2EI}{l} \cdot \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -1 & 2 \end{bmatrix} \quad (2 \times 2)$$

Çerçeve elemanının rijitlik matrisi \underline{k}_p

$$\underline{k}_p = \frac{2EI}{l} \begin{bmatrix} \frac{F}{2I} & 0 & 0 \\ 0 & 2 & -1 \\ 0 & -1 & 2 \end{bmatrix} \quad (3 \times 3)$$

Toplam sistemin rijitlik matrisi \underline{k}

$$\underline{k} = \begin{bmatrix} \underline{k}_a & & & & \\ & \underline{k}_b & & & \\ & & \underline{k}_c & & \\ & & & \dots & \\ & & & & \underline{k}_n \end{bmatrix}$$

3.2.1. Yapı Sisteminin rijitlik bağıntısı

$$\underline{R} = \underline{K}_{11} \cdot \underline{r}_1 + \underline{K}_{12} \cdot \underline{r}_y$$

$$\underline{R} = \underline{K}_{11} \cdot \underline{r} - \underline{K}_{12} \cdot \underline{K}_{22}^{-1} \cdot \underline{K}_{21} \cdot \underline{r}$$

$$\underline{R} = (\underline{K}_{11} - \underline{K}_{12} \cdot \underline{K}_{22}^{-1} \cdot \underline{K}_{21}) \cdot \underline{r}$$

$$\underline{K} = \underline{K}_{11} - \underline{K}_{12} \cdot \underline{K}_{22}^{-1} \cdot \underline{K}_{21}$$

$$\underline{R} = \underline{K} \cdot \underline{r}$$

3.2.2. Yer Değiştirmeler ve İç Kuvvetlerin Tayini.

Yer değiştirmeler

$$\underline{r} = \underline{K}^{-1} \cdot \underline{R}$$

İç kuvvetler

$$\underline{S} = \underline{k} \cdot \underline{V}^*$$

$$\underline{S} = \underline{k} \cdot \underline{a} \cdot \underline{r} = \underline{k} \begin{bmatrix} \underline{a}_0 & \underline{a}_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \underline{r}_x \\ \underline{r}_y \end{bmatrix}$$
$$= \underline{k} \cdot (\underline{a}_0 \cdot \underline{r}_x + \underline{a}_1 \cdot \underline{r}_y)$$

$$\underline{S} = \underline{k} (\underline{a}_0 \cdot \underline{K}^{-1} \cdot \underline{R} - \underline{a}_1 \cdot \underline{K}_{22}^{-1} \cdot \underline{K}_{21} \cdot \underline{r})$$

$$\underline{S} = \underline{k} (\underline{a}_0 \cdot \underline{K}^{-1} \cdot \underline{R} - \underline{a}_1 \cdot \underline{K}_{22}^{-1} \cdot \underline{K}_{21} \cdot \underline{K}^{-1} \cdot \underline{R})$$

$$\underline{S} = \underline{k} (\underline{a}_0 - \underline{a}_1 \cdot \underline{K}_{22}^{-1} \cdot \underline{K}_{21}) \cdot \underline{\bar{K}}^{-1} \cdot \underline{R}$$

$$\underline{S} = \underline{k} \cdot \underline{a} \cdot \underline{K}^{-1} \cdot \underline{R}$$

$$\underline{a} = \underline{a}_0 - \underline{a}_1 \cdot \underline{K}_{22}^{-1} \cdot \underline{K}_{21}$$

Kinematik transformasyon matrisi.

3. .3. Elemanda Yük Olması Hali..

$$\underline{S}_p = \underbrace{\underline{k}_p \cdot \underline{V}_p}_{\text{Düğüm noktası yüklerinden meydana gelen iç kuvvetler.}} \underbrace{\underline{R}_p}_{\text{Elemandaki yüklerden meydana gelen iç kuvvetler.}}$$

Elemandaki yüklerden meydana gelen iç kuvvetler.

Düğüm noktası yüklerinden meydana gelen iç kuvvetler.

$$\underline{R} = \underline{K} \cdot \underline{r} + \underline{a}^T \cdot \underline{n}$$

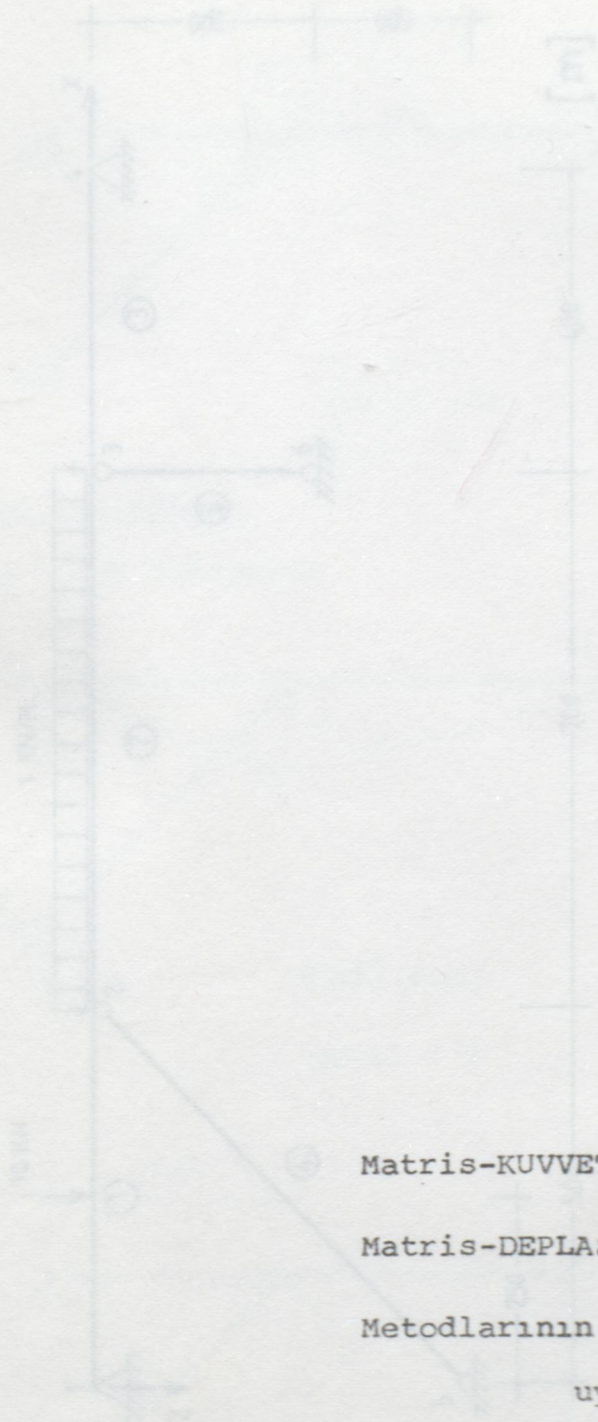
$$\underline{r} = \underline{\bar{K}}^{-1} \cdot (\underline{R} - \underline{a}^T \cdot \underline{n})$$

$$\underline{S} = \underline{k} \cdot \underline{a} \cdot \underline{\bar{K}}^{-1} \cdot \underline{R} + (\underline{r} - \underline{k} \cdot \underline{a} \cdot \underline{\bar{K}}^{-1} \cdot \underline{a}^T) \cdot \underline{n}$$

Matris Çözümü

Metodlarının Numarık

uygulanması.



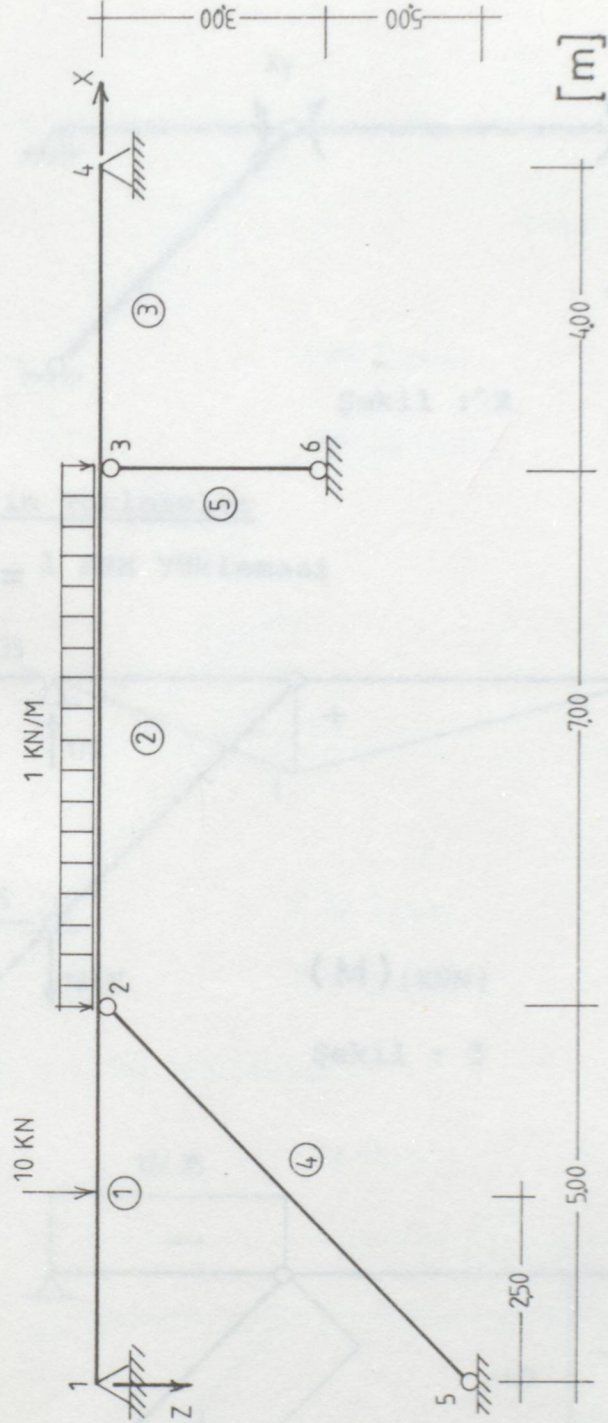
Matris-KUVVET

Matris-DEPLASMAN

Metodlarının nümerik
uygulaması.

ŞEKİL 1

Matris Yöntemi İçin Örnek Olarak Alınan Bir Yapısal Çerçeve



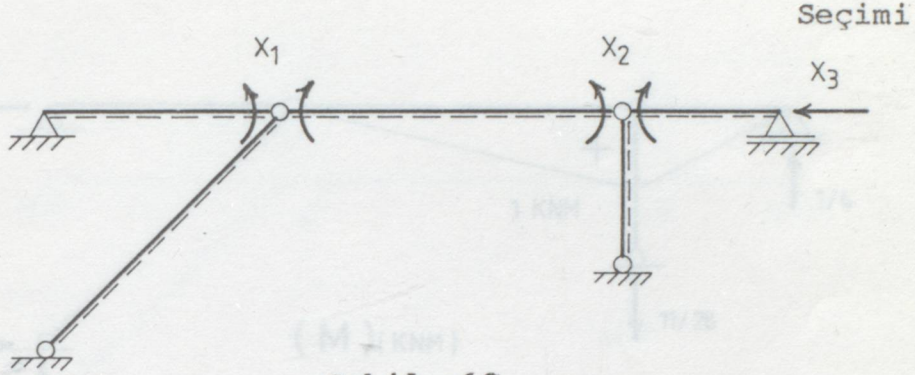
ŞEKİL 1

Nümerik Uygulama için Örnek Olarak Alınan Hiperstatik Çerçeve

BÖLÜM 4

ÖRNEK SİSTEMİN MATRİS-KUVVET METODU İLE ÇÖZÜMÜ

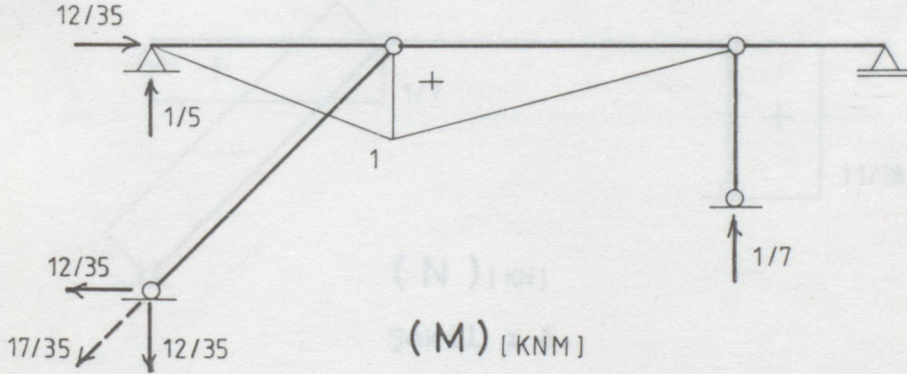
4.1. İzostatik Esas Sistem ve Hiperstatik Bilinmeyenlerin



Şekil : 2

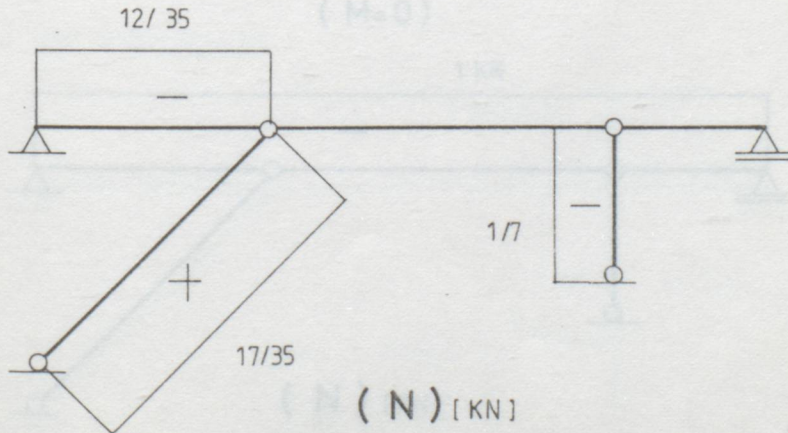
4.2. Birim Yükleme

$X_1 = 1$ KNM Yükleme



(M) [KNM]

Şekil : 3

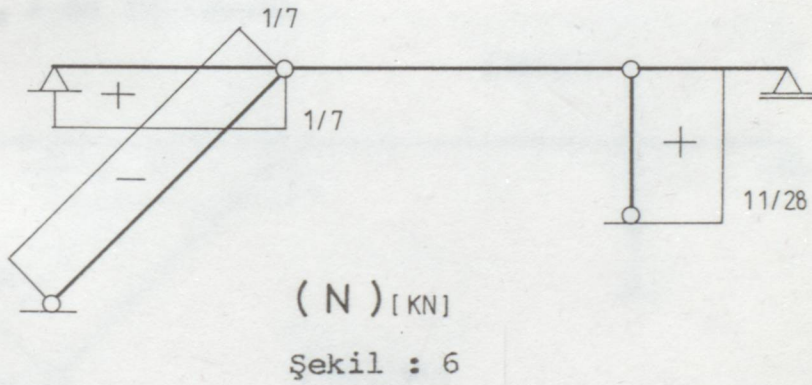
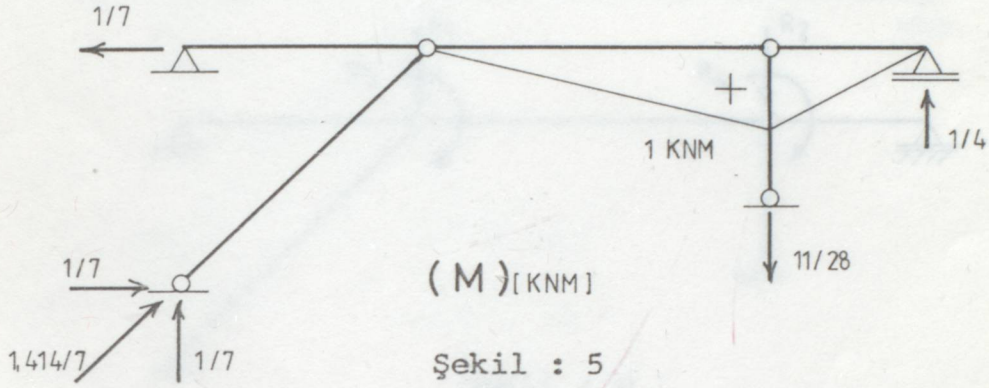


(N) [KN]

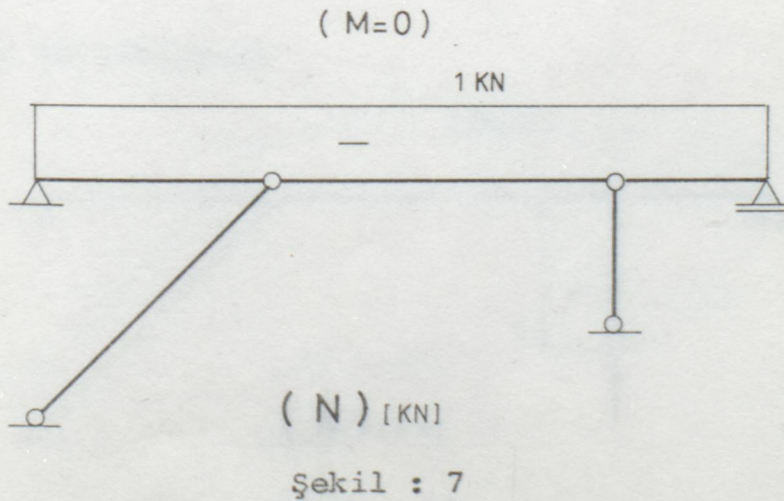
Şekil : 4

4.1. Düzgün Yükleme Üzerine Yapılabilecekleri Deplasmanlar

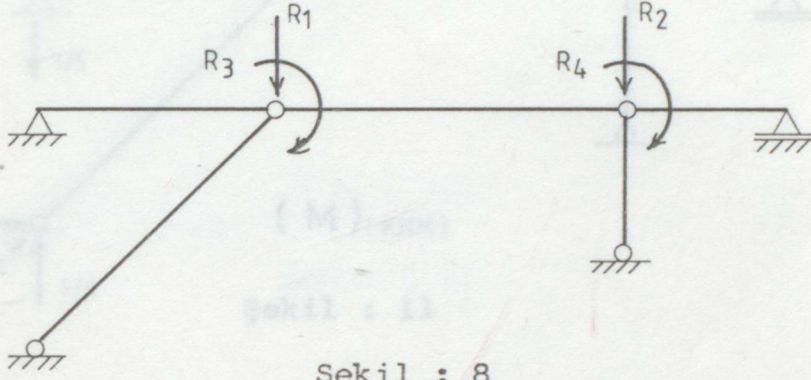
$X_2 = 1$ KNM Yükleme



$X_3 = 1$ KN Yükleme

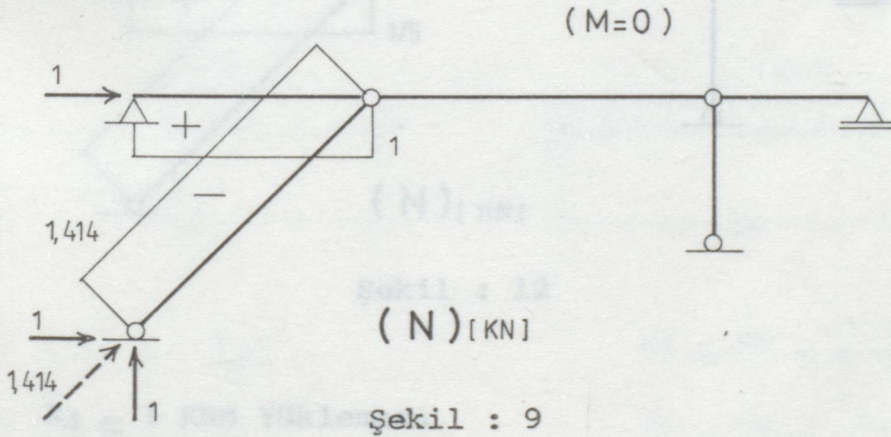


4.3. Dügüm Noktalarının Yapabilecekleri Deplasmanlar Doğrultusundaki $R_n = 1$ Yüklemeleeri.



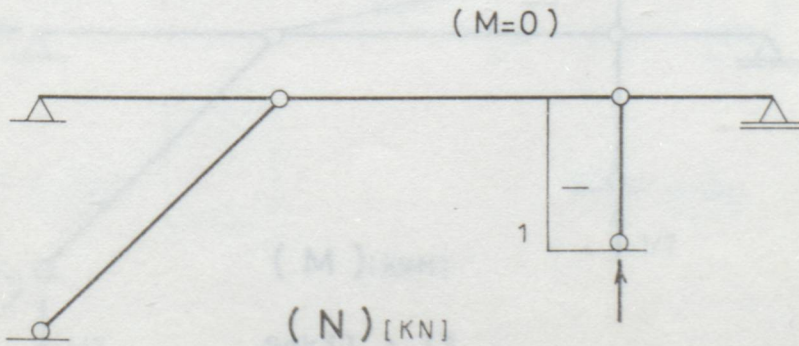
Şekil : 8

$R_1 = 1$ KN Yüklemeesi



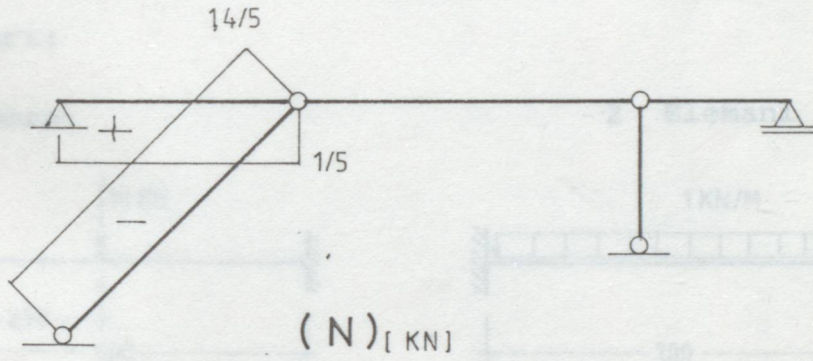
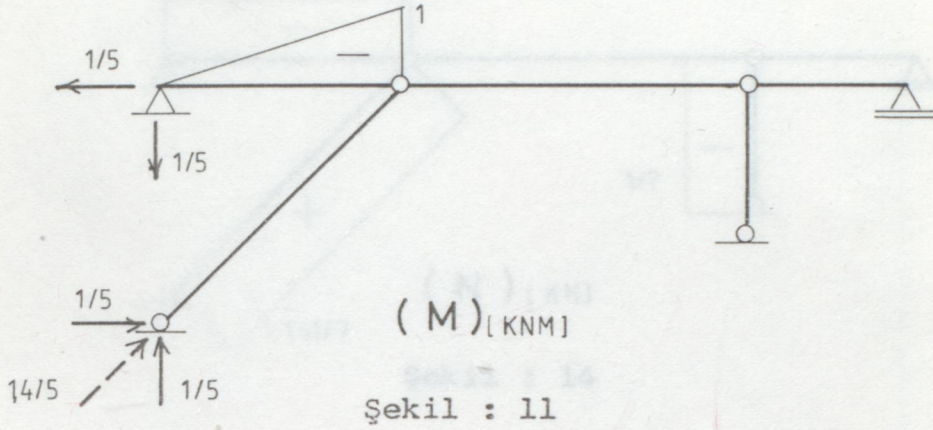
Şekil : 9

$R_2 = 1$ KN Yüklemeesi

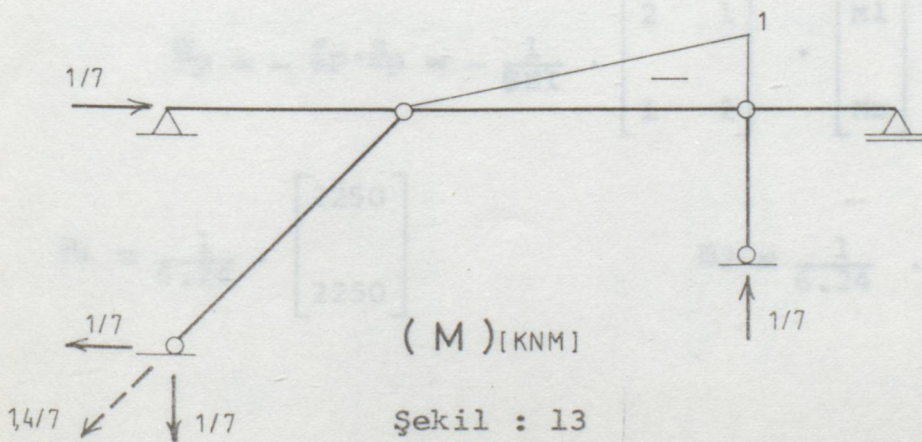


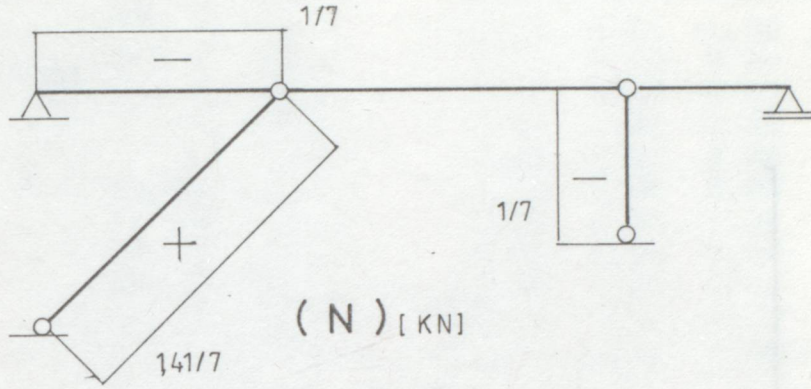
Şekil : 10

$R_3 = 1$ KNM Yüklemesi



$R_4 = 1$ KNM Yüklemesi

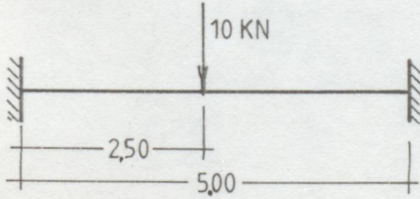




Şekil : 14

4.4. Elemandaki yükleden dolayı düğüm noktası defor-masyonları:

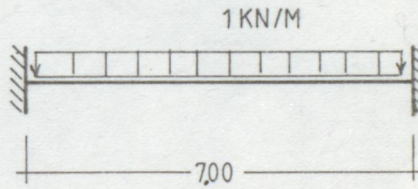
1 Elemanı



$$M_l = M_r = - \frac{P \cdot l}{8}$$

$$V_l = V_r = 5 \text{ KN}$$

2 Elemanı



$$M_l = M_r = - \frac{9 \cdot l^2}{12}$$

$$V_l = V_r = 3.5 \text{ KN}$$

$$\underline{m}_p = - \underline{f}_p \cdot \underline{s}_p = - \frac{1}{6EI} \cdot \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} M_l \\ M_r \end{bmatrix}$$

$$\underline{m}_1 = \frac{1}{6 \cdot 24} \cdot \begin{bmatrix} 2250 \\ 2250 \end{bmatrix}$$

$$\underline{m}_2 = \frac{1}{6 \cdot 24} \cdot \begin{bmatrix} 2058 \\ 2058 \end{bmatrix}$$

*** [B0] -MATRISI -

1.00	0.00	0.20	-0.14
0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-1.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	-1.00
0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.30	0.00
-1.41	0.00	-0.28	0.20
0.00	-1.00	0.00	-0.14

*** [B1] -MATRISI -

-0.34	0.14	-1.00
0.00	0.00	0.00
1.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-1.00
1.00	0.00	0.00
0.00	1.00	0.00
0.00	0.00	-1.00
0.00	1.00	0.00
0.00	0.00	0.00
0.49	-0.20	0.00
-0.14	0.39	0.00

MATRISI
-1.12
-2.35
0.64

MATRISI

0.932
0.922
0.94

*** [f] -MATRISI -

0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	1.67	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.83	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	2.33	1.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	1.17	2.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33	0.67	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	1.33	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15

*** [m] -MATRISI -

0.00
15.63
15.63
0.00
14.29
14.29
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00

*** [R] -MATRISI -

8.50
3.50
0.00
0.00

MATRISI

Normal Kuvvetin Deformasyonlara Etkisi Dikkate

*** [F00] -MATRISI -

0.95	0.00	0.19	-0.14
0.00	0.15	0.00	0.02
0.19	0.00	1.71	-0.03
-0.14	0.02	-0.03	2.36

*** [F10] -MATRISI -

-0.33	0.02	-1.73	-1.12
0.14	-0.06	0.03	-2.36
-0.25	0.00	-0.05	0.04

*** [F11] -MATRISI -

4.11	1.11	0.09
1.11	3.71	-0.04
0.09	-0.04	0.80

[F1] INVERS MATRISI

0.255	-0.080	-0.032
-0.080	0.294	0.022
-0.032	0.022	1.254

Şekil : 15

*** [B] -MATRISI-

0.66	0.00	0.01	-0.06
0.00	0.00	0.00	0.00
0.09	-0.01	-0.54	0.11
-0.30	-0.00	-0.01	0.03
0.09	-0.01	0.46	0.11
-0.06	0.02	-0.15	-0.40
-0.30	-0.00	-0.01	0.03
-0.06	0.02	-0.15	0.60
0.00	0.00	0.00	0.00
-1.35	-0.01	-0.03	0.13
-0.04	-0.99	-0.12	0.08

Şekil : 16

*** [S] UC KUVVETLERİ -MATRISI

7.054	N1
0.000	M12
-6.074	M21
-3.207	N2
-6.074	M23
-2.256	M32
-3.207	N3
-2.256	M34
0.000	M43
-14.475	N4
-3.518	N5

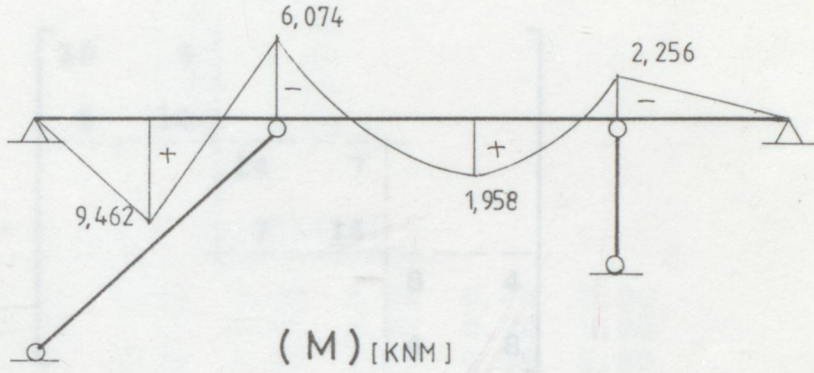
*** [r] -MATRISI-

0.907
0.528
-3.713
-3.140

(N) (M)

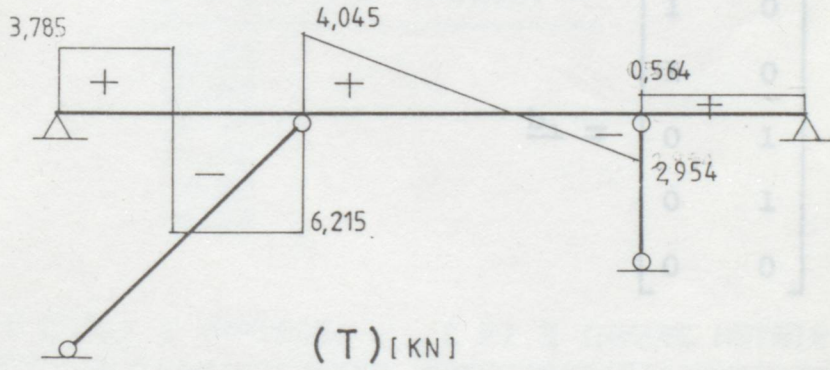
Şekil : 17

Normal Kuvvetin Deformasyonlara Etkisi Dikkate
Alınarak Bulunan Kesit Tesirleri.



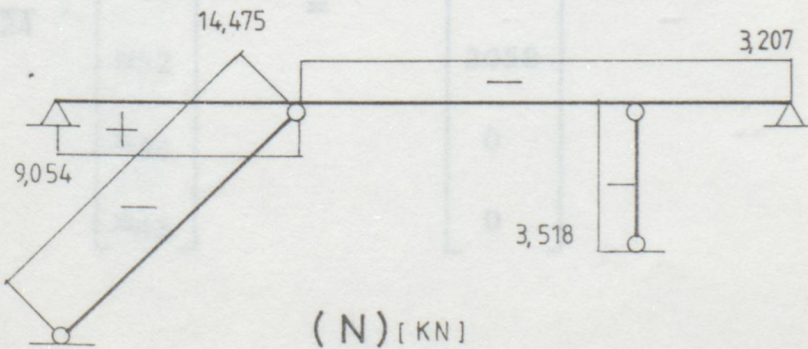
(M) [KNM]

Şekil : 15



(T) [KN]

Şekil : 16



(N) [KN]

Şekil : 17

ÖRNEK SİSTEMİN MATRİS-KUVVET METODU İLE ÇÖZÜMÜ

4.6. Normal kuvvetin deformasyonlara etki dikkate alınmaksızın
çözümü.

$$f = \frac{1}{6} \left[\begin{array}{cc|cc|cc} 10 & 5 & & & & \\ 5 & 10 & & & & \\ \hline & & 14 & 7 & & \\ & & 7 & 14 & & \\ \hline & & & & 8 & 4 \\ & & & & 4 & 8 \end{array} \right]$$

$$\underline{b}_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\underline{m} = \frac{1}{6 \cdot 24} \cdot \begin{bmatrix} m_{12} \\ m_{21} \\ m_{23} \\ m_{32} \\ m_{34} \\ m_{43} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2250 \\ 2250 \\ 2058 \\ 2058 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Normal Kuvvetin Deformasyonlara Etkisi Dikkate

Alınması Gereken Kesit Tesirleri.

*** [B1] -MATRISI -

0.00	0.00
1.00	0.00
1.00	0.00
0.00	1.00
0.00	1.00
0.00	0.00

*** [f] -MATRISI -

1.67	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00
0.83	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	2.33	1.17	0.00	0.00
0.00	0.00	1.17	2.33	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	1.33	0.67
0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	1.33

*** [m] -MATRISI -

15.63
15.63
14.29
14.29
0.00
0.00

*** [F11] -MATRISI - [FI] INVERS MATRISI

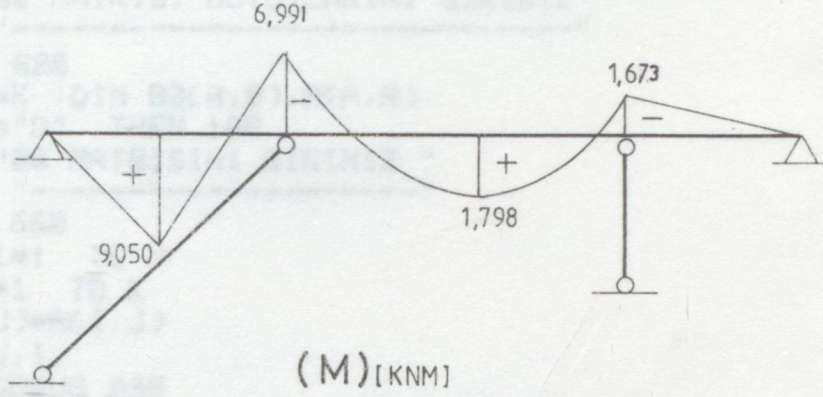
4.00	1.17	0.276	-0.088
1.17	3.67	-0.088	0.301

*** [S] UC KUVVETLERI -MATRISI -

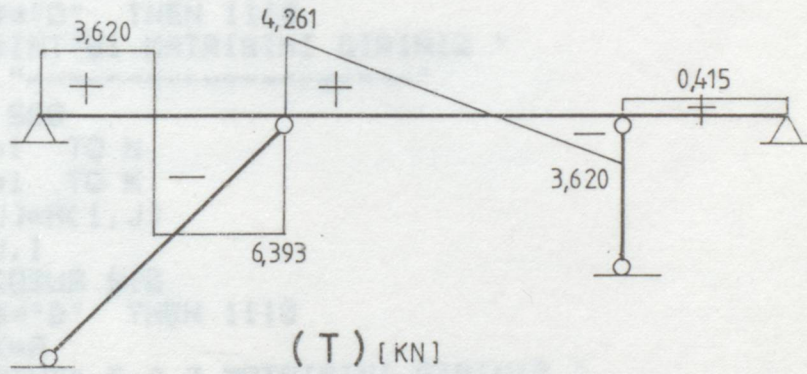
0.000
-6.991
-6.991
-1.673
-1.673
0.000

Normal Kuvvetin Deformasyonlara Etkisi Dikkate

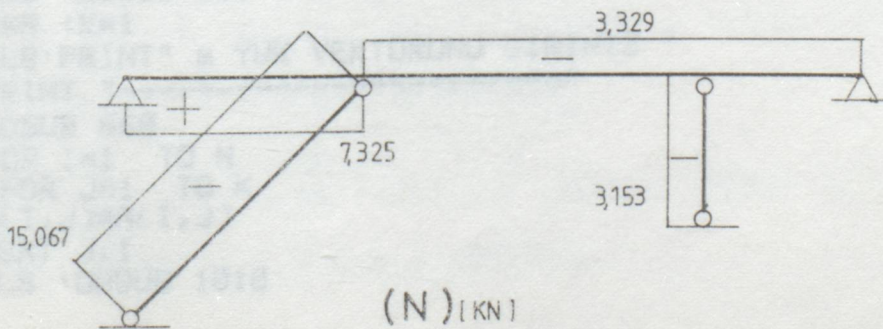
Alınmaksızın Bulunan Kesit Tesirleri.



Şekil : 18



Şekil : 19



Şekil : 20

10 REM MATRIS KUVVET METODU ILE CUBUK UC KUVVETLERININ
BULUNMASI

```
20 PRINT"VERILER DATALARDAN OKUNACAKSA - D - "  
30 PRINT"          EKRANDAN GIRILECEKSE - E - "  
40 INPUT"          TUSUNA BASINIZ ",DD$:CLS  
50 PRINT"B0 MATRISI BOYUTLARINI GIRINIZ "  
60 PRINT "-----"  
70 GOSUB 620  
80 A=N :B=K :DIM B0(A,B),A(A,A)  
90 IF DD#="D" THEN 180  
100 PRINT"B0 MATRISINI GIRINIZ "  
110 PRINT "-----"  
120 GOSUB 660  
130 FOR I=1 TO N  
140 FOR J=1 TO K  
150 B0(I,J)=A(I,J)  
160 NEXT J,I  
170 CLS :GOSUB 860  
180 PRINT"B1 MATRISI BOYUTLARINI GIRINIZ "  
190 PRINT "-----"  
200 GOSUB 620  
210 C=N :D=K :DIM B1(C,D)  
220 DIM f(A,A),m(A,1),R(B,1)  
230 IF DD#="D" THEN 1110  
240 CLS:PRINT"B1 MATRISINI GIRINIZ "  
250 PRINT "-----"  
260 GOSUB 660  
270 FOR I=1 TO N  
280 FOR J=1 TO K  
290 B1(I,J)=A(I,J)  
300 NEXT J,I  
310 CLS :GOSUB 910  
320 IF DD#="D" THEN 1110  
330 N=A :K=A  
340 CLS:PRINT" C f J MATRISINI GIRINIZ "  
350 PRINT "-----"  
360 GOSUB 660  
370 FOR I=1 TO A  
380 FOR J=1 TO A  
390 f(I,J)=A(I,J)  
400 NEXT J,I  
410 CLS :GOSUB 960  
420 N=A :K=1  
430 CLS:PRINT" m YUK VEKTORUNU GIRINIZ "  
440 PRINT "-----"  
450 GOSUB 660  
460 FOR I=1 TO N  
470 FOR J=1 TO K  
480 m(I,J)=A(I,J)  
490 NEXT J,I  
500 CLS :GOSUB 1010
```

```
510 N=B :K=1
520 CLS:PRINT" R DIS YUK VEKTORUNU GIRINIZ "
530 PRINT "-----"
540 GOSUB 660
550 FOR I=1 TO B
560 FOR J=1 TO 1
570 R(I,J)=A(I,J)
580 NEXT J,I
590 IF DD$="D" THEN 1110
600 CLS :GOSUB 1060
610 GOTO 1410
620 INPUT "SATIR SAYISI";N
630 INPUT "SUTUN SAYISI";K
640 CLS
650 RETURN
660 FOR I=1 TO K
670 LOCATE I*5,3:PRINT I;
680 LOCATE 5*I-1,4:PRINT "----- "
690 NEXT I
700 FOR J=1 TO N
710 LOCATE 1,2*J+3:PRINT J;
720 LOCATE 3,2*J+3:PRINT;"|"
730 LOCATE 3,2*J+2:PRINT;"|"
740 NEXT J
750 FOR I=1 TO N
760 FOR J=1 TO K
770 LOCATE 5*J+1,2*I+3:INPUT " ",A(I,J)
780 NEXT J,I
790 LOCATE 5*I+2,(2*J+3)/2:INPUT"X";W
800 GOSUB 3100
810 FOR I=1 TO N
820 FOR J=1 TO K
830 A(I,J)=A(I,J)*W
840 NEXT J,I
850 RETURN
860 CLS:PRINT" * * * [ B0 ] -MATRISI - "
870 PRINT"-----"
880 FOR I=1 TO A :FOR J=1 TO B
890 PRINT USING "##.## " ;B0(I,J); :NEXT J :PRINT:NEXT I
900 RETURN
910 CLS:PRINT " * * * [ B1 ] -MATRISI - "
920 PRINT "-----"
930 FOR I=1 TO C :FOR J=1 TO D
940 PRINT USING "##.## " ;B1(I,J); :NEXT J :PRINT:NEXT I
950 RETURN
960 CLS:PRINT" * * * [ f ] -MATRISI - "
970 PRINT"-----"
980 FOR I=1 TO A :FOR J=1 TO A
990 PRINT USING "##.## " ;f(I,J); :NEXT J :PRINT:NEXT I
1000 RETURN
1010 CLS:PRINT" * * * [ m ] -MATRISI - "
```

```
20 PRINT "-----"
30 FOR I=1 TO A :FOR J=1 TO 1
40 PRINT USING "###.## " ;m(I,J) ;NEXT J :PRINT :NEXT I
50 RETURN
60 CLS :PRINT " * * * [ R ] -MATRISI - "
70 PRINT "-----"
80 FOR I=1 TO B :FOR J=1 TO 1 :NEXT J :PRINT :NEXT I
90 PRINT USING "##.## " ;r(I,J) ;NEXT J :PRINT :NEXT I
00 RETURN
10 REM * * * [ B0 ] MATRISININ OKUNMASI
20 FOR I=1 TO A
30 FOR J=1 TO B
40 READ B0(I,J)
50 NEXT J,I
50 GOSUB 860
70 REM * * * [ B1 ] MATRISININ OKUNMASI
80 FOR I=1 TO C
90 FOR J=1 TO D :NEXT J :PRINT :NEXT I
00 READ B1(I,J)
10 NEXT J,I
20 GOSUB 910
30 REM * * * [ f ] MATRISININ OKUNMASI
40 FOR I=1 TO A
50 FOR J=1 TO A
60 READ f(I,J)
70 NEXT J,I
80 GOSUB 960
90 REM * * * [ m ] MATRISININ OKUNMASI
00 FOR I=1 TO A
10 FOR J=1 TO 1
20 READ m(I,J)
30 NEXT J,I
40 GOSUB 1010
50 REM * * * [ R ] MATRISININ OKUNMASI
60 FOR I=1 TO B
70 FOR J=1 TO 1
80 READ R(I,J)
90 NEXT J,I
00 GOSUB 1060
10 DIM W(D,A),F11(D,D),F1(D,D),U(D,D),X(C,B),B(A,B)
20 DIM BF(C,C),BFF(C,1),BR(A,1),S(A,1),F10(D,B)
30 DIM FF(B,B),FF1(B,1),FF2(B,1),FP(B,1),F00(B,B)
40 DIM O(B,A),H(B,D),HH(B,B)
50 REM * * * * [ F00 ] MATRISININ HESAPLANMASI * *
60 FOR I=1 TO B
70 FOR J=1 TO A
80 FOR K=1 TO C
90 O(I,J)=O(I,J)+B0(K,I)*f(K,J) ;NEXT J :PRINT :NEXT I
00 NEXT K,J,I
10 FOR I=1 TO B
20 FOR J=1 TO B
30 FOR K=1 TO A
40 F00(I,J)=F00(I,J)+O(I,K)*B0(K,J)
```

```
1550 NEXT K, J, I
1560 CLS :PRINT " * * * [ F00 ] -MATRISI - "
1570 PRINT "-----"
1580 FOR I=1 TO B :FOR J=1 TO B
1590 PRINT USING "###.## " ;F00(I, J) ;NEXT J :PRINT :NEXT I
1600 FOR LL=1 TO 2000 :NEXT LL
1610 REM * * * * [ F10 ] MATRISININ HESAPLANMASI * * * * *
1620 FOR I=1 TO D
1630 FOR J=1 TO A
1640 FOR K=1 TO C
1650 W(I, J)=W(I, J)+B1(K, I)*F(K, J)
1660 NEXT K, J, I
1670 FOR I=1 TO D
1680 FOR J=1 TO B
1690 FOR K=1 TO A
1700 F10(I, J)=F10(I, J)+W(I, K)*B0(K, J)
1710 NEXT K, J, I
1720 CLS :PRINT " * * * [ F10 ] -MATRISI - "
1730 PRINT "-----"
1740 FOR I=1 TO D :FOR J=1 TO B
1750 PRINT USING "###.## " ;F10(I, J) ;NEXT J :PRINT :NEXT I
1760 FOR LL=1 TO 2000 :NEXT LL
1770 REM * * * * [ F11 ] MATRISININ HESAPLANMASI * * * * *
1780 FOR I=1 TO D
1790 FOR J=1 TO D
1800 FOR K=1 TO A
1810 F11(I, J)=F11(I, J)+W(I, K)*B1(K, J)
1820 NEXT K, J, I
1830 CLS :PRINT " * * * [ F11 ] -MATRISI - "
1840 PRINT "-----"
1850 FOR I=1 TO D :FOR J=1 TO D
1860 F11A(I, J)=F11(I, J)
1870 PRINT USING "###.## " ;F11(I, J) ;NEXT J :PRINT :NEXT I
1880 FOR LL=1 TO 2000 :NEXT LL
1890 REM * * * * [ F11 ] 'in INVERSININ HESAPLANMASI * * *
1900 FOR I=1 TO D : F1(I, I)=1 :NEXT I
1910 FOR J=1 TO D : L=F11(J, J) :FOR K=1 TO D
1920 F11(J, K)=F11(J, K)/L : F1(K, K)=F1(K, K)/L :NEXT K
1930 FOR I=1 TO D : T=F11(I, J) :IF I=J THEN 1960
1940 FOR K=1 TO D : F11(I, K)=F11(I, K)-T*F11(J, K)
1950 F1(K, K)=F1(K, K)-T*F1(J, K) :NEXT K
1960 NEXT I :NEXT J
1970 CLS :PRINT " [ F1 ] INVERS MATRISI "
1980 PRINT "-----"
1990 FOR I=1 TO D : FOR J=1 TO D
2000 PRINT USING "##.### " ;F1(I, J) ;NEXT J :PRINT :NEXT I
2010 FOR LL=1 TO 2000 :NEXT LL
2020 REM * * * * [ B1*FI ] 'in HESAPLANMASI * * * * *
2030 FOR I=1 TO C
2040 FOR J=1 TO D
2050 FOR K=1 TO D
```

```
2050 U(I,J)=U(I,J)+B1(I,K)*F1(K,J)
2070 NEXT K,J,I
2080 CLS :PRINT" * * * [ B1*F1 ] -MATRISI- "
2090 PRINT"-----"
2100 FOR I=1 TO C :FOR J=1 TO D
2110 PRINT USING "EE.EEE " ;U(I,J) ;NEXT J :PRINT :NEXT I
2120 FOR LL=1 TO 2000 :NEXT LL
2130 REM * * * * [ B1*F1*F10 ] 'in HESAPLANMASI * * * *
2140 FOR I=1 TO C
2150 FOR J=1 TO B
2160 FOR K=1 TO D
2170 X(I,J)=X(I,J)+U(I,K)*F10(K,J)
2180 NEXT K,J,I
2190 REM * * * * [ B ] STATIK TRANSFORMASYON MATRISI * * *
2200 FOR I=1 TO A
2210 FOR J=1 TO B
2220 B(I,J)=B0(I,J)-X(I,J)
2230 NEXT J,I
2240 CLS :PRINT" * * * [ B ] -MATRISI- "
2250 PRINT"-----"
2260 FOR I=1 TO A :FOR J=1 TO B
2270 PRINT USING "EE.EE " ;B(I,J) ;NEXT J :PRINT :NEXT I
2280 FOR LL=1 TO 2000 :NEXT LL
2290 REM * * * * [ B1*F1*B1t ] 'in HESAPLANMASI * * * *
2300 FOR I=1 TO C
2310 FOR J=1 TO C
2320 FOR K=1 TO D
2330 BF(I,J)=BF(I,J)+U(I,K)*B1(K,J)
2340 NEXT K,J,I
2350 CLS :PRINT" * * * [ B1*F1*B1t ] -MATRISI- "
2360 PRINT"-----"
2370 FOR I=1 TO C :FOR J=1 TO C
2380 PRINT USING "EE.EEE " ;BF(I,J) ;NEXT J :PRINT :NEXT I
2390 FOR LL=1 TO 2000 :NEXT LL
2400 REM * * * * [ B1*F1*B1t*m ] 'in HESAPLANMASI * * * *
2410 FOR I=1 TO C
2420 FOR J=1 TO 1
2430 FOR K=1 TO C
2440 BFF(I,J)=BFF(I,J)+BF(I,K)*M(K,J)
2450 NEXT K,J,I
2460 CLS :PRINT " * * * [ B1*F1*B1t*m ] -MATRISI - "
2470 PRINT "-----"
2480 FOR I=1 TO C :FOR J=1 TO 1
2490 PRINT USING "EE.EEE " ;BFF(I,J) ;NEXT J :PRINT :NEXT I
2500 FOR LL=1 TO 2000 :NEXT LL
2510 REM * * * * [ B*R ] 'in HESAPLANMASI * * * *
2520 FOR I=1 TO A
2530 FOR J=1 TO 1
2540 FOR K=1 TO B
2550 BR(I,J)=BR(I,J)+B(I,K)*R(K,J)
2560 NEXT K,J,I
2570 CLS :PRINT " * * * [ B*R ] -MATRISI - "
```

```
2580 PRINT "-----"
2590 FOR I=1 TO A :FOR J=1 TO 1
2600 PRINT USING "###.###";BR(I,J);:NEXT J:PRINT:NEXT I
2610 FOR LL=1 TO 2000 :NEXT LL
2620 REM * * * * *C S D UC KUVVETLERININ HESAPLANMASI * * * * *
2630 FOR I=1 TO A
2640 FOR J=1 TO 1
2650 S(I,J)=BR(I,J)-BFF(I,J)
2660 NEXT J,I
2670 CLS :PRINT"* * * * *C S D UC KUVVETLERI -MATRISI - "
2680 PRINT"-----"
2690 FOR I=1 TO A
2700 FOR J=1 TO 1
2710 PRINT USING "###.### ";S(I,J);:NEXT J :PRINT:NEXT I
2720 FOR LL=1 TO 2000 :NEXT LL
2730 REM * * * * * * CF01*FI D * * * * *
2740 FOR I=1 TO B
2750 FOR J=1 TO D
2760 FOR K=1 TO D
2770 H(I,J)=H(I,J)+F10(K,I)*F1(K,J)
2780 NEXT K,J,I
2790 FOR I=1 TO B
2800 FOR J=1 TO B
2810 FOR K=1 TO D
2820 HH(I,J)=HH(I,J)+H(I,K)*F10(K,J)
2830 NEXT K,J,I
2840 FOR I=1 TO B
2850 FOR J=1 TO B
2860 REM * * * * *C F00*F01*FI D 'in HESAPLANMASI * * * * *
2870 FF(I,J)=F00(I,J)-HH(I,J)
2880 NEXT J,I
2890 FOR I=1 TO B
2900 FOR J=1 TO 1
2910 FOR K=1 TO B
2920 FF1(I,J)=FF1(I,J)+FF(I,K)*R(K,J)
2930 NEXT K,J,I
2940 REM * * * * *C B*m D 'in HESAPLANMASI * * * * *
2950 FOR I=1 TO B
2960 FOR J=1 TO 1
2970 FOR K=1 TO A
2980 FF2(I,J)=FF2(I,J)+B(K,I)*m(K,J)
2990 NEXT K,J,I
3000 REM * * * * *C r r D * * * * *
3010 FOR I=1 TO B
3020 FOR J=1 TO 1
3030 rr(I,J)=FF2(I,J)+FF1(I,J)
3040 NEXT J,I
3050 CLS :PRINT " * * * * *C r D -MATRISI - "
3060 PRINT "-----"
3070 FOR I=1 TO B :FOR J=1 TO 1
3080 PRINT USING "###.### ";rr(I,J);:NEXT J :PRINT:NEXT I
```

```
3090 GOTO 3220
3100 LOCATE 1,22 :INPUT " MATRISINIZDE HATA VARMI [ E/H ] ",HAT#
3110 IF HAT#="E" THEN 3120 ELSE 3200
3120 INPUT"hata satiri# ",HS
3130 INPUT"hata kolonu# ",HK
3140 INPUT"DOGRU DEGER # ",DD
3150 AK(HS,HK)=DD
3160 LOCATE 1,22 :PRINT "
3170 PRINT " " :PRINT " "
3180 PRINT "
3190 GOTO 3100
3200 RETURN
3210 GOTO 3100
3220 CLS
3230 PRINT"YAZICIDAN ALMAK ISTEDIGINIZ MATRISLERIN YANINA -X- YAZ
3240 INPUT " * [ B0 ] -MATRISI - ",B0#
3250 INPUT " * [ B1 ] -MATRISI - ",B1#
3260 INPUT " * [ f ] -MATRISI - ",f#
3270 INPUT " * [ m ] -MATRISI - ",m#
3280 INPUT " * [ R ] -MATRISI - ",R#
3290 INPUT " * [ F00 ] -MATRISI - ",F00#
3300 INPUT " * [ F10 ] -MATRISI - ",F10#
3310 INPUT " * [ F1 ] -MATRISI - ",F1#
3320 INPUT " * [ F11 ] -MATRISI - ",F11#
3330 INPUT " * [ B ] -MATRISI - ",B#
3340 INPUT " * [ S ] -MATRISI - ",S#
3350 INPUT " * [ r ] -MATRISI - ",r#
3360 IF B0#="X" THEN 3370 ELSE 3410
3370 PRINT#8," * * * [ B0 ] -MATRISI - "
3380 PRINT#8;"-----"
3390 FOR I=1 TO A :FOR J=1 TO B
3400 PRINT#8,USING "##.## ")(B0(I,J)) :NEXT J :PRINT#8, :NEXT I
3410 IF B1#="X" THEN 3420 ELSE 3460
3420 PRINT#8," * * * [ B1 ] -MATRISI - "
3430 PRINT#8;"-----"
3440 FOR I=1 TO C :FOR J=1 TO D
3450 PRINT#8,USING "##.## ")(B1(I,J)) :NEXT J :PRINT#8, :NEXT I
3460 IF f#="X" THEN 3470 ELSE 3510
3470 PRINT#8," * * * [ f ] -MATRISI - "
3480 PRINT#8;"-----"
3490 FOR I=1 TO A :FOR J=1 TO A
3500 PRINT#8,USING "##.## ")(f(I,J)) :NEXT J :PRINT#8, :NEXT I
3510 IF m#="X" THEN 3520 ELSE 3560
3520 PRINT#8," * * * [ m ] -MATRISI - "
3530 PRINT#8;"-----"
3540 FOR I=1 TO A :FOR J=1 TO 1
3550 PRINT#8,USING "###.## ")(m(I,J)) :NEXT J :PRINT#8, :NEXT I
3560 IF R#="X" THEN 3570 ELSE 3610
3570 PRINT#8," * * * [ R ] -MATRISI - "
3580 PRINT#8;"-----"
```

ÖRNEK SİSTEMİN MATRİS-DEPLASMAN METODU İLE ÇÖZÜMÜ

```

3590 FOR I=1 TO B :FOR J=1 TO 1
3600 PRINT#8,USING "##.## " ;R(I,J);NEXT J :PRINT#8,NEXT I
3610 IF F00#="X" THEN 3620 ELSE 3660
3620 PRINT#8," * * * [ F00 ] -MATRİSİ - "
3630 PRINT#8,"-----"
3640 FOR I=1 TO B :FOR J=1 TO B
3650 PRINT#8,USING "###.## " ;F00(I,J);NEXT J :PRINT#8,NEXT I
3660 IF F10#="X" THEN 3670 ELSE 3710
3670 PRINT#8," * * * [ F10 ] -MATRİSİ - "
3680 PRINT#8,"-----"
3690 FOR I=1 TO D :FOR J=1 TO B
3700 PRINT#8,USING "###.## " ;F10(I,J);NEXT J :PRINT#8,NEXT I
3710 IF F11#="X" THEN 3720 ELSE 3760
3720 PRINT#8," * * * [ F11 ] -MATRİSİ - "
3730 PRINT#8,"-----"
3740 FOR I=1 TO D :FOR J=1 TO D
3750 PRINT#8,USING "###.## " ;F11A(I,J);NEXT J :PRINT#8,NEXT I
3760 IF F1#="X" THEN 3770 ELSE 3810
3770 PRINT#8," [ F1 ] İNVERS MATRİSİ "
3780 PRINT#8,"-----"
3790 FOR I=1 TO D :FOR J=1 TO D
3800 PRINT#8,USING "###.### " ;F1K(I,J);NEXT J :PRINT#8,NEXT I
3810 IF B#="X" THEN 3820 ELSE 3860
3820 PRINT#8," * * * [ B ] -MATRİSİ- "
3830 PRINT#8,"-----"
3840 FOR I=1 TO A :FOR J=1 TO B
3850 PRINT#8,USING "##.## " ;B(I,J);NEXT J :PRINT#8,NEXT I
3860 IF S#="X" THEN 3870 ELSE 3910
3870 PRINT#8," * * * [ S ] ÜÇ KUVVETLERİ -MATRİSİ - "
3880 PRINT#8,"-----"
3890 FOR I=1 TO A :FOR J=1 TO 1
3900 PRINT#8,USING "###.### " ;S(I,J);NEXT J :PRINT#8,NEXT I
3910 IF r#="X" THEN 3920 ELSE 3960
3920 PRINT#8," * * * [ r ] -MATRİSİ - "
3930 PRINT#8,"-----"
3940 FOR I=1 TO B :FOR J=1 TO 1
3950 PRINT#8,USING "###.### " ;rr(I,J);NEXT J :PRINT#8,NEXT I
3960 END

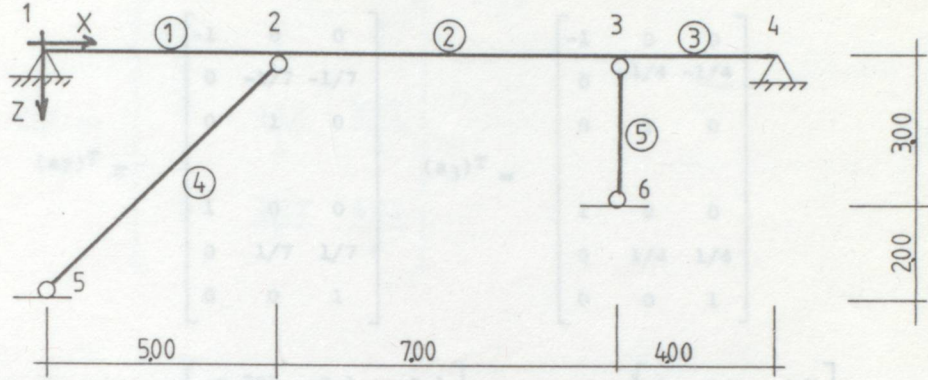
```

$\begin{bmatrix} -c & a/l & a/l \\ -c & -c/l & -c/l \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$	$(a_1)^T =$	$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1/5 & -1/5 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$
$\begin{bmatrix} c & -a/l & -a/l \\ -c & c/l & c/l \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$		$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1/5 & 1/5 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

$x_2 = 0,02x_1 = (x_1 - x_1)/11$
 $x_3 = 0,18x_1 = (2x_1 - 2x_1)/11$

ÖRNEK SİSTEMİN MATRİS-DEPLASMAN METODU İLE ÇÖZÜMÜ

Normal kuvvetin deformasyonlara etkisi dikkate alınarak çözüm



Şekil : 21

DÜĞÜM NO	KOORDİNATLAR	
	X	Z
1	0	0
2	5	0
3	12	0
4	16	0
5	0	5
6	12	3

ELEMEN	DÜĞÜM NO		li [m]	Cos a	Sin a
	l	r			
①	1	2	5	1	0
②	2	3	7	1	0
③	3	4	4	1	0
④	5	2	7.07	0.707	-0.707
⑤	6	3	3	0	-1

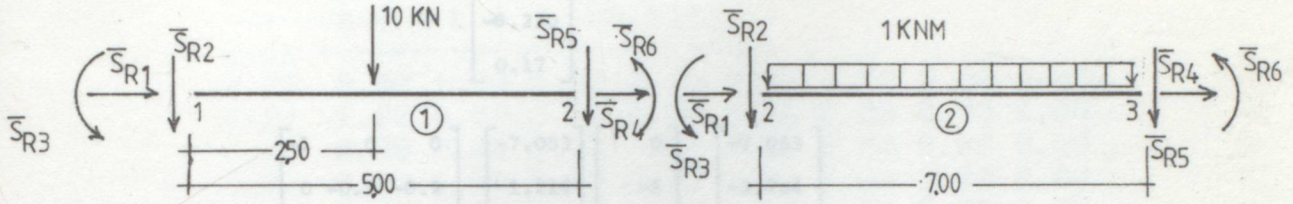
1.1. a Kinematik Transformasyon matrisinin teşkili.

$$(a_i)^T = \begin{bmatrix} -c & s/l & s/l \\ -s & -c/l & -c/l \\ 0 & 1 & 0 \\ \hline c & -s/l & -s/l \\ s & c/l & c/l \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (a_1)^T = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1/5 & -1/5 \\ 0 & 1 & 0 \\ \hline 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1/5 & 1/5 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$c = \text{Cos } x = (X_r - X_l) / l_i$$

$$s = \text{Sin } x = (Z_r - Z_l) / l_i$$

Sistem Yük Vektörü Teşkili: \underline{R}



$$\begin{aligned}\bar{S}_{R1} &= 0 \\ \bar{S}_{R2} &= \text{mesnet} \\ \bar{S}_{R3} &= 6.25 \text{ KNM}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{S}_{R1} &= 0 \\ \bar{S}_{R2} &= -3.5 \text{ KN} \\ \bar{S}_{R3} &= 4.083 \text{ KNM}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{S}_{R4} &= 0 \\ \bar{S}_{R5} &= -5.0 \text{ KN} \\ \bar{S}_{R6} &= -6.25 \text{ KNM}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{S}_{R4} &= 0 \\ \bar{S}_{R5} &= -3.5 \text{ KN} \\ \bar{S}_{R6} &= -4.083 \text{ KNM}\end{aligned}$$

Yükvektör : \underline{R}

$$\begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{matrix} \begin{bmatrix} -6.25 \\ 0 \\ 8.5 \\ 2.167 \\ 0 \\ 3.5 \\ 4.083 \\ 0 \end{bmatrix}$$

\underline{T}^i : Eleman kuvvet transformasyon matrisi.

$$\underline{T}^i = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1/L & -1/L \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1/L & 1/L \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

\underline{S}^i : Elemanın tüm uç kuvvetleri

$$\underline{S} = \underline{T}^i \cdot \underline{F}^i + \underline{S}_R$$

Çubuk Uç Kuvvetlerinin Bulunması : \bar{S}_1

$$\begin{bmatrix} 7.053 \\ -6.250 \\ 0.17 \end{bmatrix}$$

$$\bar{S}_1 = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -0.2 & -0.2 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0.2 & 0.2 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -7.053 \\ 1.216 \\ -6.25 \\ 7.053 \\ -1.216 \\ 0.17 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -5 \\ 6.25 \\ 0 \\ -5 \\ -6.25 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -7.053 \\ -3.784 \\ 0 \\ 7.053 \\ -6.216 \\ -6.08 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} -3.201 \\ 2.00 \\ 1.838 \end{bmatrix}$$

$$\bar{S}_2 = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -0.143 & -0.143 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0.143 & 0.143 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.201 \\ -0.548 \\ 1.838 \\ -3.201 \\ -0.548 \\ 1.838 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -3.5 \\ 4.083 \\ 0 \\ -3.5 \\ -4.083 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.201 \\ -4.048 \\ 5.921 \\ -3.201 \\ -2.952 \\ -2.245 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} -3.201 \\ 2.242 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\bar{S}_4 = \begin{bmatrix} 14.442 \\ 0 \\ 14.442 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\bar{S}_3 = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -0.25 & -0.25 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0.25 & 0.25 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.201 \\ 0.56 \\ 2.242 \\ -3.201 \\ 0.560 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\bar{S}_5 = \begin{bmatrix} 3.523 \\ 0 \\ -3.523 \\ 0 \end{bmatrix}$$

*** [A] -MATRISI -

*** [A] -MATRISI -

0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	1.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.24	0.00	0.00	0.20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.48	0.00	-1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	-0.14	1.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	-0.14	0.00	0.00	0.14	1.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.25	1.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.25	0.00	1.00	0.00
0.00	0.71	-0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00

*** [k]

1.546	-0.648	-0.242	-0.447	-0.817	0.808	0.677	-0.835	0.000	0.000
-0.648	0.171	0.165	-0.804	0.062	0.001	0.016	-0.088	0.000	0.000
-0.242	0.165	0.833	-0.828	0.060	0.005	0.001	-0.039	0.000	0.000
-0.447	-0.804	-0.828	0.297	-0.001	-0.018	-0.282	0.004	0.000	0.000
-0.817	0.062	0.005	-0.001	0.100	0.000	0.005	-0.003	0.000	0.000

*** [k] -MATRISI -

4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	2.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.83	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.67

*** [R] -MATRISI -

- 6.25
- 0.00
- 8.50
- 2.17
- 0.00
- 3.50
- 4.08
- 0.00

Normal Kuvvetin Deformasyonlara Etkisi Dikkate

*** E K I -MATRISI -

0.00	0.00	0.24	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.28	-1.43	0.00	-2.85	0.00	0.00	0.00
0.24	-1.43	1.56	0.12	0.00	-0.03	-0.12	0.00
0.40	0.00	0.12	1.37	0.00	0.12	0.29	0.00
0.00	-2.85	0.00	0.00	7.85	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	-0.03	0.12	0.00	6.89	-0.25	-0.38
0.00	0.00	-0.12	0.29	0.00	-0.25	1.57	0.50
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.38	0.50	1.00

*** E K I INVERS MATRISI

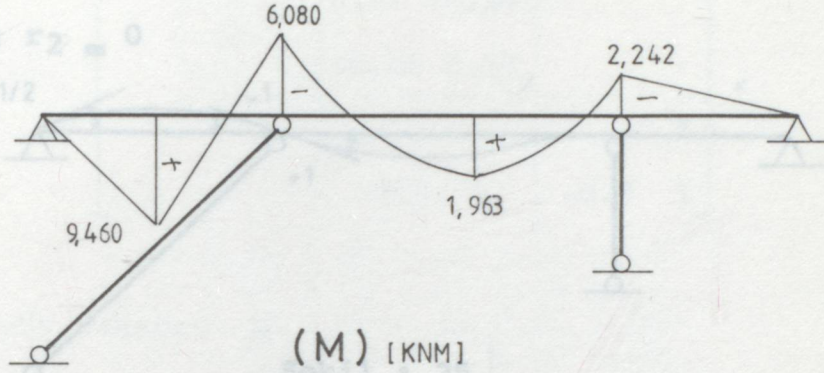
1.546	-0.048	-0.242	-0.447	-0.017	0.008	0.077	-0.035
-0.048	0.171	0.165	-0.004	0.062	0.001	0.016	-0.008
-0.242	0.165	0.839	-0.020	0.060	0.005	0.081	-0.039
-0.447	-0.004	-0.020	0.907	-0.001	-0.018	-0.202	0.094
-0.017	0.062	0.060	-0.001	0.150	0.000	0.006	-0.003
0.008	0.001	0.005	-0.018	0.000	0.149	0.012	0.050
0.077	0.016	0.081	-0.202	0.006	0.012	0.810	-0.400
-0.035	-0.008	-0.039	0.094	-0.003	0.050	-0.400	1.219

*** E F I - MATRISI -

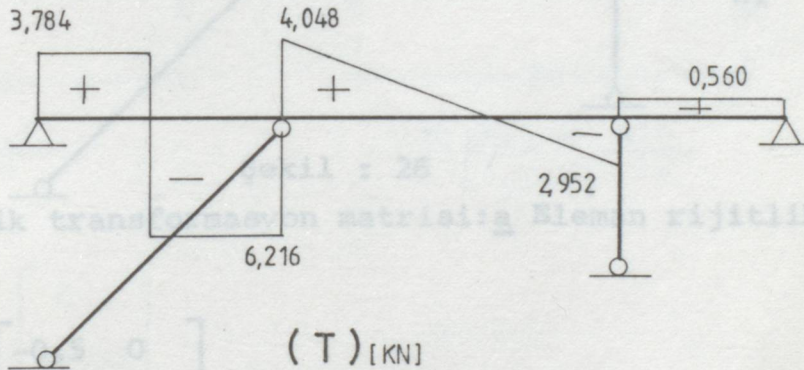
7.05
-6.25
0.17
-3.20
2.00
1.84
-3.20
2.24
0.00
-14.44
-3.52

Normal Kuvvetin Deformasyonlara Etkisi Dikkate

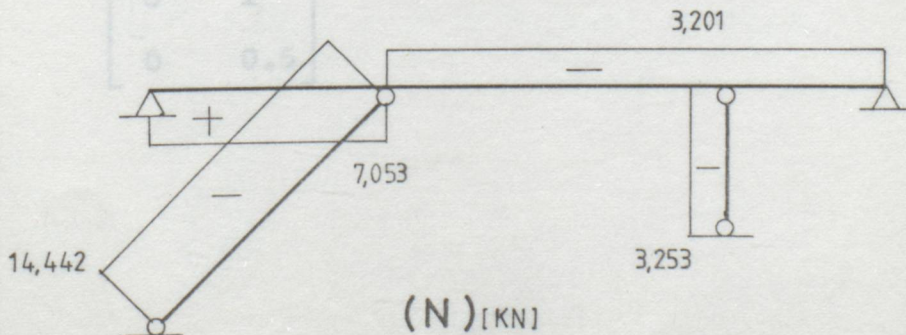
Alınarak Bulunan Kesit Tesirleri.



Şekil : 22



Şekil : 23



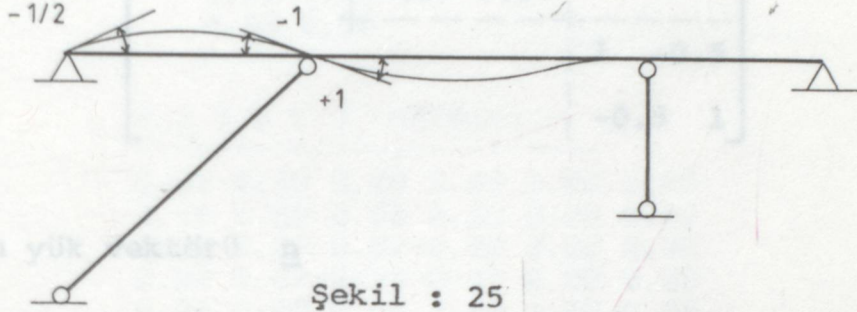
Şekil : 24

5.2.3. Örnek sistemin matris deplasman metodu ile çözümü

5.2. Normal kuvvetin deformasyonlara etkisi dikkate alınmaksızın çözüm

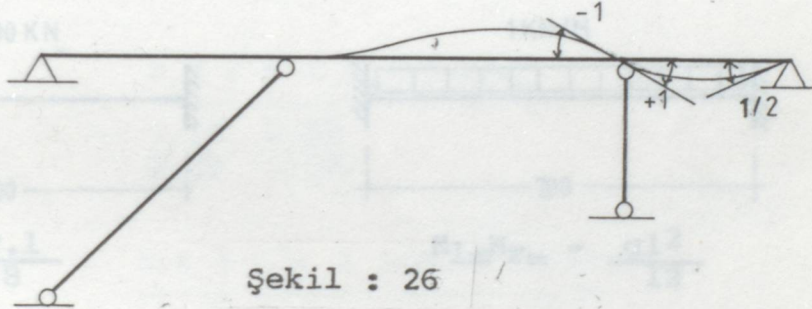
5.2.1. Virtüel yer değiştirmeler.

$$r_1 = 1 ; r_2 = 0$$



Şekil : 25

$$r_1 = 0 ; r_2 = 1$$



Şekil : 26

5.2.2. Kinematik transformasyon matrisi: a Eleman rijitlik matrisi: kp

$$\underline{a} = \begin{bmatrix} -0.5 & 0 \\ -1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & -1 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0.5 \end{bmatrix}$$

$$\underline{kp} = \frac{2EM}{l} \cdot \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -1 & 2 \end{bmatrix}$$

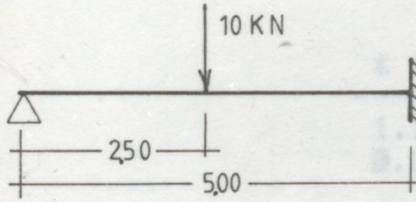
5.2.3. Toplam sistemin rijitlik matrisi. \underline{k}

$$\underline{k} = \begin{bmatrix} 0.80 & 0.40 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.40 & 0.80 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 1.00 & 0 & 0.57 & -0.29 \\ 0 & 0 & 0 & 1.00 & -0.29 & 0.57 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -0.5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -0.5 & 1 \end{bmatrix}$$

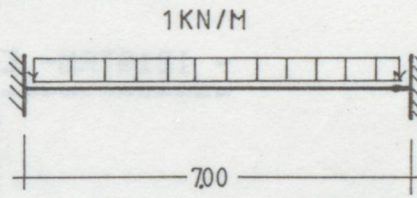
5.2.4. Eleman yük vektörü \underline{n}

1 Elemanı

2 Elemanı



$$M_r = -\frac{P \cdot l}{8}$$



$$M_l = M_r = -\frac{q l^2}{12}$$

$$\underline{n} = \begin{bmatrix} 0 \\ -9.38 \\ -4.08 \\ -4.08 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Normal Kuvvetin Deformasyonlara Etkisi Dikkate

Alınması *** [A] -MATRISI -irleri.

-0.50 0.00
-1.00 0.00
1.00 0.00
0.00-1.00
0.00 1.00
0.00 0.50

*** [k] -MATRISI -

0.80-0.40 0.00 0.00 0.00 0.00
-0.40 0.80 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.57-0.29 0.00 0.00
0.00 0.00-0.29 0.57 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00-0.50
0.00 0.00 0.00 0.00-0.50 1.00

*** [K] -MATRISI -

1.17 0.29
0.29 1.32

*** [K] INVERS MATRISI

0.904 -0.199
-0.199 0.801

*** [n] -MATRISI -

0.00
-9.38 *şekil : 28*
-4.08
-4.08
0.00
0.00

*** [S] UC KUVVETLERİ -MATRISI -

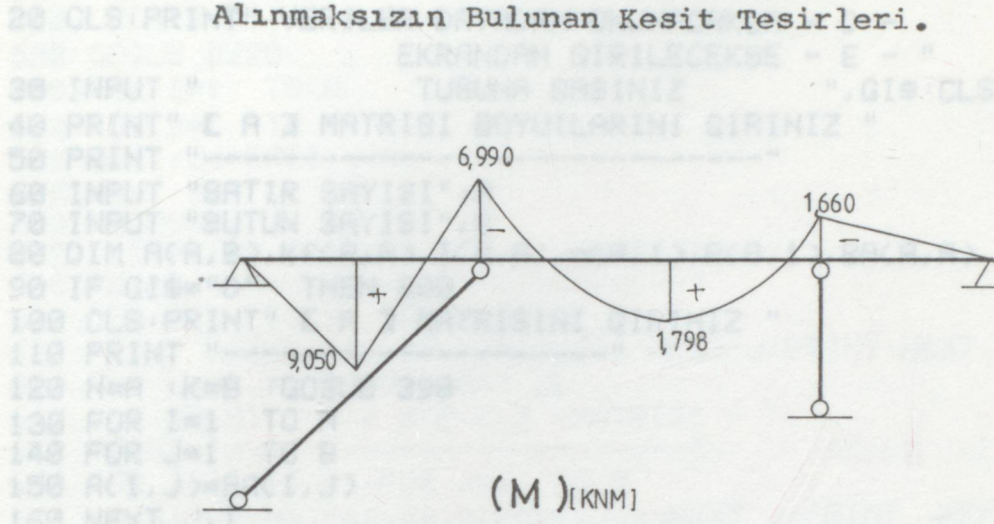
0.00
-6.99
-6.99
-1.66
-1.66
0.00

(N) LOK

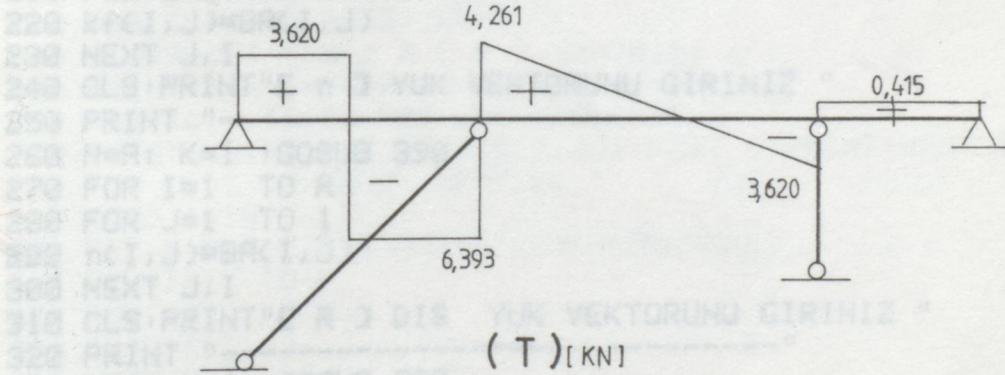
şekil : 29

Normal Kuvvetin Deformasyonlara Etkisi Dikkate

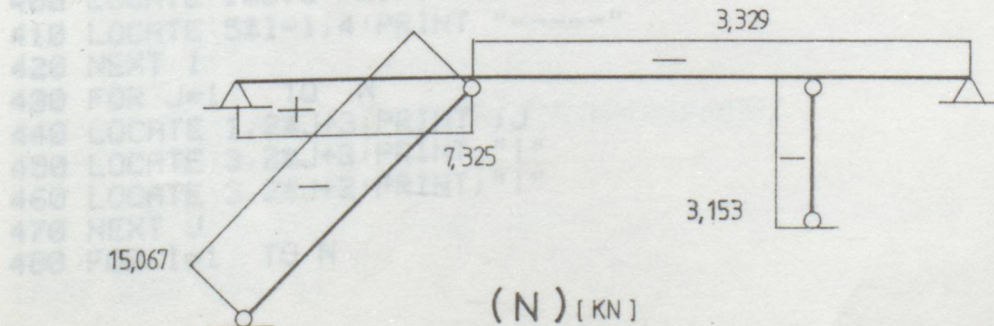
Alınmaksızın Bulunan Kesit Tesirleri.



Şekil : 27



Şekil : 28



Şekil : 29

10 REM MATRIS DEPLASMAN METODU ILE CUBUK UC KUWVETLERININ
BULUNMASI

```
20 CLS:PRINT" VERILER DATADAN OKUNACAKSA - D -  
EKRANDAN GIRILECEKSE - E - "  
30 INPUT "1 TO N TUSUNA BASINIZ ",GI#:CLS  
40 PRINT" [ A ] MATRISI BOYUTLARINI GIRINIZ "  
50 PRINT "-----"  
60 INPUT "SATIR SAYISI",A  
70 INPUT "SUTUN SAYISI",B  
80 DIM A(A,B),kf(A,A),I(A,A),n(A,1),R(B,1),BA(A,A)  
90 IF GI#="D" THEN 800  
100 CLS:PRINT" [ A ] MATRISINI GIRINIZ "  
110 PRINT "-----"  
120 N=A :K=B :GOSUB 390  
130 FOR I=1 TO A  
140 FOR J=1 TO B  
150 A(I,J)=BA(I,J)  
160 NEXT J,I  
170 CLS:PRINT" [ k ] MATRISINI GIRINIZ "  
180 PRINT "-----"  
190 N=A :K=A :GOSUB 390  
200 FOR I=1 TO A  
210 FOR J=1 TO A  
220 kf(I,J)=BA(I,J)  
230 NEXT J,I  
240 CLS:PRINT" [ n ] YUK VEKTORUNU GIRINIZ "  
250 PRINT "-----"  
260 N=A :K=1 :GOSUB 390  
270 FOR I=1 TO A  
280 FOR J=1 TO 1  
290 n(I,J)=BA(I,J)  
300 NEXT J,I  
310 CLS:PRINT" [ R ] DIS YUK VEKTORUNU GIRINIZ "  
320 PRINT "-----"  
330 N=B :K=1 :GOSUB 390  
340 FOR I=1 TO B  
350 FOR J=1 TO 1  
360 R(I,J)=BA(I,J)  
370 NEXT J,I  
380 GOTO 590  
390 FOR I=1 TO K  
400 LOCATE I*5,3:PRINT I;  
410 LOCATE 5*I-1,4:PRINT "-----"  
420 NEXT I  
430 FOR J=1 TO N  
440 LOCATE 1,2*J+3:PRINT J;  
450 LOCATE 3,2*J+3:PRINT "I"  
460 LOCATE 3,2*J+2:PRINT "I"  
470 NEXT J  
480 FOR I=1 TO N
```

```
490 FOR J=1 TO K
500 LOCATE 5*J+1,2*I+3:INPUT "",BA(I,J)
510 NEXT J,I
520 LOCATE 5*I+2,(2*J+3)/2:INPUT"X",W
530 GOSUB 2220
540 FOR I=1 TO N
550 FOR J=1 TO K
560 BA(I,J)=BA(I,J)*W
570 NEXT J,I
580 RETURN
590 CLS:PRINT " * * * [ A ] -MATRISI - "
600 PRINT "-----"
610 FOR I=1 TO A :FOR J=1 TO B
620 PRINT USING "##.##,";A(I,J);NEXT J:PRINT:NEXT I
630 FOR LL=1 TO 2000: NEXT LL
640 CLS:PRINT " * * * [ k ] -MATRISI - "
650 PRINT "-----"
660 FOR I=1 TO A :FOR J=1 TO A
670 PRINT USING "##.##,";k(I,J);NEXT J:PRINT:NEXT I
680 FOR LL=1 TO 2000: NEXT LL
690 CLS:PRINT " * * * [ n ] -MATRISI - "
700 PRINT "-----"
710 FOR I=1 TO A :FOR J=1 TO 1
720 PRINT USING "##.##,";n(I,J);NEXT J:PRINT:NEXT I
730 FOR LL=1 TO 2000: NEXT LL
740 CLS:PRINT " * * * [ R ] -MATRISI - "
750 PRINT "-----"
760 FOR I=1 TO B :FOR J=1 TO 1
770 PRINT USING "##.##,";R(I,J);NEXT J:PRINT:NEXT I
780 FOR LL=1 TO 2000: NEXT LL
790 GOTO 1010
800 REM * * * [ A ] -MATRISININ-OKUNMASI
810 FOR I=1 TO A
820 FOR J=1 TO B
830 READ A(I,J)
840 NEXT J,I
850 REM * * * [ k ] -MATRISININ-OKUNMASI
860 FOR I=1 TO A
870 FOR J=1 TO A
880 READ kf(I,J)
890 NEXT J,I
900 REM * * * [ n ] -MATRISININ-OKUNMASI
910 FOR I=1 TO A
920 FOR J=1 TO 1
930 READ n(I,J)
940 NEXT J,I
950 REM * * * [ R ] -MATRISININ-OKUNMASI
960 FOR I=1 TO B
970 FOR J=1 TO 1
980 READ R(I,J)
990 NEXT J,I
1000 GOTO 590
```

```
1010 DIM W(A,B),K(B,B),KI(B,B),U(A,B),X(A,A)
1020 DIM I(A,A),AF(A,1),AR(A,1),S(A,1)
1030 REM * * * [ K ] MATRISININ HESAPLANMASI * * *
1040 FOR I=1 TO A
1050 FOR J=1 TO B
1060 FOR K=1 TO A
1070 W(I,J)=W(I,J)+kf(I,K)*A(K,J)
1080 NEXT K,J,I
1090 FOR I=1 TO B
1100 FOR J=1 TO B
1110 FOR K=1 TO A
1120 K(I,J)=K(I,J)+A(K,I)*W(K,J)
1130 NEXT K,J,I
1140 CLS: PRINT " * * * [ K ] -MATRISI - "
1150 PRINT "-----"
1160 FOR I=1 TO B :FOR J=1 TO B
1170 PRINT USING "##.## " ;K(I,J) ;NEXT J :PRINT :NEXT I
1180 FOR LL=1 TO 2000: NEXT LL
1190 REM * * * INVERS ISLEMI * * *
1200 FOR I=1 TO B : KI(I,I)=1 :NEXT I
1210 FOR J=1 TO B : L=K(J,J) :FOR K=1 TO B
1220 K(J,K)=K(J,K)/L :KI(J,K)=KI(J,K)/L :NEXT K
1230 FOR I=1 TO B : T=K(I,J) :IF I=J THEN 1260
1240 FOR K=1 TO B : K(I,K)=K(I,K)-T*K(J,K)
1250 KI(I,K)=KI(I,K)-T*KI(J,K) :NEXT K
1260 NEXT I :NEXT J
1270 CLS :PRINT " [ K ] INVERS MATRISI "
1280 PRINT "-----"
1290 FOR I=1 TO B : FOR J=1 TO B
1300 PRINT USING "##.### " ;KI(I,J) ;NEXT J :PRINT :NEXT I
1310 FOR LL=1 TO 2000: NEXT LL
1320 REM * * * [ k*A*KI ]'nin HESAPLANMASI * * *
1330 FOR I=1 TO A
1340 FOR J=1 TO B
1350 FOR K=1 TO B
1360 U(I,J)=U(I,J)+W(I,K)*KI(K,J)
1370 NEXT K,J,I
1380 REM * * * [ k*A*KI*AT ]'nin HESAPLANMASI * * *
1390 FOR I=1 TO A
1400 FOR J=1 TO A
1410 FOR K=1 TO B
1420 X(I,J)=X(I,J)+U(I,K)*A(K,K)
1430 NEXT K,J,I
1440 FOR I=1 TO A : I(I,I)=1 :NEXT I
1450 REM * * * [ I-kf*A*KI*AT ]'nin HESAPLANMASI * * *
1460 FOR I=1 TO A
1470 FOR J=1 TO A
1480 II(I,J)=I(I,J)-X(I,J)
1490 NEXT J,I
1500 REM * * * [ I-k*A*KI*AT*n ]'nin HESAPLANMASI * * *
1510 FOR I=1 TO A
1520 FOR J=1 TO 1
```

```
1530 FOR K=1 TO A
1540 AF(I,J)=AF(I,J)+IK(I,K)*AK(K,J)
1550 NEXT K,J,I
1560 CLS: PRINT " [ I-kf*A*KI*AT ] MATRISI "
1570 PRINT " -----"
1580 FOR I=1 TO A :FOR J=1 TO 1
1590 PRINT USING "##.## "AF(I,J);:NEXT J:PRINT:NEXT I
1600 FOR LL=1 TO 2000: NEXT LL
1610 REM * * * [kf*A*KI*R] nin HESAPLANMASI * * *
1620 FOR I=1 TO A
1630 FOR J=1 TO 1
1640 FOR K=1 TO B
1650 AR(I,J)=AR(I,J)+UK(I,K)*R(K,J)
1660 NEXT K,J,I
1670 REM * * * [ S ] UC KUVVETLERININ HESAPLANMASI *
1680 FOR I=1 TO A
1690 FOR J=1 TO 1
1700 S(I,J)=AR(I,J)+AF(I,J)
1710 NEXT J,I
1720 CLS:PRINT"* * * [ S ] UC KUVVETLERI -MATRISI -"
1730 PRINT"-----"
1740 FOR I=1 TO A
1750 FOR J=1 TO 1
1760 PRINT USING "##.## "S(I,J);:NEXT J:PRINT:NEXT I
1770 FOR LL=1 TO 2000: NEXT LL
1780 CLS:PRINT "YAZICIDAN ALMAK ISTEDIGINIZ MATRISLERIN
YANINA - X - YAZINIZ "
1790 INPUT "* * * [ A ] -MATRISI - ",A$
1800 INPUT "* * * [ k ] -MATRISI - ",k$
1810 INPUT "* * * [ n ] -MATRISI - ",n$
1820 INPUT "* * * [ R ] -MATRISI - ",R$
1830 INPUT "* * * [ K ] -MATRISI - ",KR$
1840 INPUT "* * * [ KI ] -MATRISI - ",KI$
1850 INPUT "* * * [ S ] -MATRISI - ",S$
1860 IF A$="X" THEN 1870 ELSE 1910
1870 PRINT$," * * * [ A ] -MATRISI - "
1880 PRINT$,"-----"
1890 FOR I=1 TO A :FOR J=1 TO B
1900 PRINT$,USING "##.##"A(I,J);:NEXT J:PRINT$,:NEXT I
1910 IF k$="X" THEN 1920 ELSE 1960
1920 PRINT$, " * * * [ k ] -MATRISI - "
1930 PRINT$, "-----"
1940 FOR I=1 TO A :FOR J=1 TO A
1950 PRINT$,USING "##.##"kf(I,J);:NEXT J:PRINT$,:NEXT I
1960 IF n$="X" THEN 1970 ELSE 2010
1970 PRINT$, " * * * [ n ] -MATRISI - "
1980 PRINT$, "-----"
1990 FOR I=1 TO A :FOR J=1 TO 1
2000 PRINT$,USING "##.##"n(I,J);:NEXT J:PRINT$,:NEXT I
2010 IF R$="X" THEN 2020 ELSE 2060
2020 PRINT$, " * * * [ R ] -MATRISI - "
2030 PRINT$, "-----"
```

HİPERSTATİK SİSTEMLERDE İZOSTATİK ESAS SİSTEM

```

2040 FOR I=1 TO B :FOR J=1 TO 1 :PRINT OTOMATİK SEÇİMİ
2050 PRINT#8,USING "##.##",R(I,J):NEXT J:PRINT#8,:NEXT I
2060 IF KR#="X" THEN 2070 ELSE 2110
2070 PRINT#8," * * * [ K ] -MATRİSİ - "
2080 PRINT#8,"-----"
2090 FOR I=1 TO B :FOR J=1 TO B
2100 PRINT#8,USING "##.## ",K(I,J):NEXT J :PRINT#8,:NEXT I
2110 IF KI#="X" THEN 2120 ELSE 2160
2120 PRINT #8,"* * * [ K ] İNVERS MATRİSİ "
2130 PRINT#8,"-----"
2140 FOR I=1 TO B :FOR J=1 TO B
2150 PRINT#8,USING "##.### " ,KI(I,J):NEXT J :PRINT#8,:NEXT I
2160 IF S#="X" THEN 2170 ELSE 2210
2170 PRINT#8,"* * * [ S ] ÜC KUVVETLERİ -MATRİSİ - "
2180 PRINT#8,"-----"
2190 FOR I=1 TO A :FOR J=1 TO 1
2200 PRINT#8,USING "###.## " ,S(I,J):NEXT J :PRINT#8,:NEXT I
2210 GOTO 2320
2220 LOCATE 1,22 :INPUT " MATRİSİNİZDE HATA VARMI [ E/H ] ",HAT#
2230 IF HAT#="E" THEN 2240 ELSE 2310
2240 INPUT"hata satiri= ",HS
2250 INPUT"hata kolonu= ",HK
2260 INPUT"DORU DEGER = ",DD
2270 BA(HS,HK)=DD
2280 LOCATE 1,22 :PRINT "
2290 PRINT " " :PRINT " " :PRINT "
" " "
2300 GOTO 2220
2310 RETURN
2320 END

```

İzostatik esas sistemde sifira eşitlenmiş olan iç kuvvetler yani \bar{X} ler.

Bunun haricindeki iç kuvvet büyüklükleri.

Buna göre (6.a) ve (6.b) eşitlikleri şu şekilde yazılabilir.

$$\begin{bmatrix} \bar{X} \\ X \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_0 & B_1 \\ 0 & I \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \bar{X} \\ X \end{bmatrix} \dots \dots (6.a)$$

$$\begin{bmatrix} \bar{X} \\ X \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_0 & B_x \\ 0 & I \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \bar{X} \\ X_x \end{bmatrix} \dots \dots (6.b)$$

BÖLÜM 6

(6.d) HİPERSTATİK SİSTEMLERDE İZOSTATİK ESAS SİSTEM

VE HİPERSTATİK BİLİNMEYENLERİN OTOMATİK SEÇİMİ

Özellikle yüksek dereceden hiperstatik sistemlerde

\underline{X} hiperstatik bilinmeyenler vektörünün seçimi kuvvet metodunun en zor tarafıdır. Bunun seçimini otomatikleştirmek için birçok metodlar vardır. Bunlardan biri aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Bilindiği gibi.

$$\underline{S} = \underline{b}^* \cdot \underline{R}^* = \begin{bmatrix} \underline{b}_0 & \underline{b}_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \underline{R} \\ \underline{X} \end{bmatrix} = \underline{b}_0 \cdot \underline{R} + \underline{b}_1 \cdot \underline{X} \quad \dots \dots \dots (6.a)$$

şimdi bu ifadeyi,

$\underline{R}^* = \underline{q} \cdot \underline{S}$ şeklinde tayin etmeye çalışalım. (6.b)

$[(n.1) \quad (n.P).(P.1)]$ P : Toplam dış kuvvetler sayısı

\underline{S}_x : İzostatik esas sistemde sıfıra eşitlenmiş olan iç kuvvetler yani \underline{X} ler.

\underline{S}_n : Bunun haricindeki iç kuvvet büyüklükleri.

Buna göre (6.a) ve (6.b) eşitlikleri şu şekilde yazılabilir.

$$\underline{S} = \begin{bmatrix} \underline{S}_n \\ \underline{S}_x \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{b}_0 & \underline{b}_1 \\ 0 & \underline{I} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \underline{R} \\ \underline{X} \end{bmatrix} \quad \dots \dots \dots (6.c)$$

$$\begin{bmatrix} \underline{R} \\ \underline{X} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{q}_n & \underline{q}_x \\ 0 & \underline{I} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \underline{S}_n \\ \underline{S}_x \end{bmatrix} \quad \dots \dots \dots (6.d)$$

(6.d) eşitliğinden,

$$\underline{R} = \underline{q}_n \cdot \underline{S}_n + \underline{q}_x \cdot \underline{S}_x \longrightarrow \underline{S}_n = \underline{q}_n^{-1} \cdot \underline{R} - \underline{q}_n \cdot \underline{q}_x \cdot \underline{S}_x \quad \dots (6.e)$$

eşitliğinden,

$$\underline{S} = \begin{bmatrix} \underline{S}_n \\ \underline{S}_x \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{q}_n^{-1} & -\underline{q}_n^{-1} \cdot \underline{q}_x \\ 0 & \underline{I} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \underline{R} \\ \underline{X} \end{bmatrix} \quad \underline{X} = \underline{S}_x$$

(6.a) Eşitliği ile karşılaştırılırsa,

$$\underline{b}_0 = \begin{bmatrix} \underline{q}_n^{-1} \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{ve} \quad \underline{b}_1 = \begin{bmatrix} -\underline{q}_n^{-1} \cdot \underline{q}_x \\ \underline{I} \end{bmatrix} \quad \dots \dots (6.g)$$

\underline{q}_n ve \underline{q}_x matrislerini tayin etmek için kinematik transformasyon matrisi \underline{a} dan faydalanılır.

$$\underline{\dot{V}} = \underline{a} \cdot \underline{r} \quad \underline{V} = \begin{bmatrix} \underline{a}_n \\ \underline{a}_x \end{bmatrix} \cdot \underline{r}$$

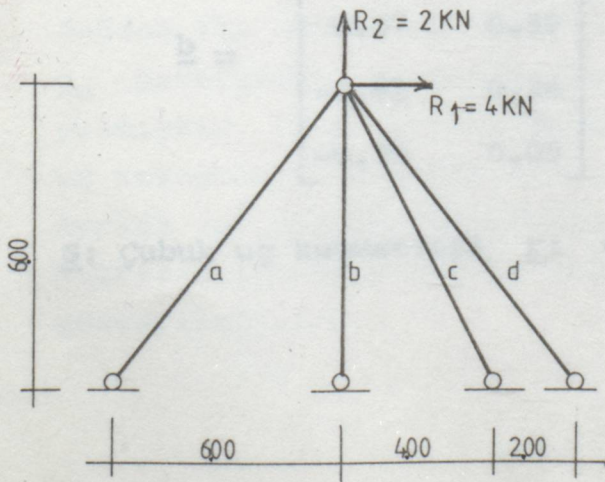
Ayrıca $\underline{q} = \underline{a}^T \longrightarrow \underline{q}_n = \underline{a}_n^T \quad \underline{q}_x = \underline{a}_x^T$

\underline{a}^T matrisi bilgisayar yardımı ile kolayca teşkil edilebilir. Eğer deplasman yapmayan ve kinematik belirli bir sistem göz önüne alırsak \underline{a}^T matrisinin sütun sayısı m satır sayısı n 'den fazla olur. $m > n$



Bu sebepten \underline{a}^T matrisinde öyle sayıda kolonlar çizilir ki geriye kalan matris bir kare matris olur ve bu matris de \underline{a}_n^T matrisidir. Çizilen kolonlar ise \underline{a}_x^T matrisini tanımlar. \underline{a}^T matrisinden istediğimiz kolonları çizebiliriz. Burada dikkat edilmesi gereken nokta geriye kalan matrisin (\underline{a}_n^T) inversinin alınabilmesi mümkün olmalıdır. Ayrıca \underline{a}_n^{-1} matrisindeki kolonlar \underline{b}_0 ve \underline{b}_1 matrislerinde aynı numaralı satırlarda bulunmalıdır.

6.1. Konuyu daha iyi inceleyebilmek için aşağıdaki sistemi örnek olarak seçelim.



VERİLENLER

	a	b	c	d
1	8.49	6.00	7.21	8.43
EF	EF	2EF	2EF	EF

Sistemimiz 2° hiperstatiktir.

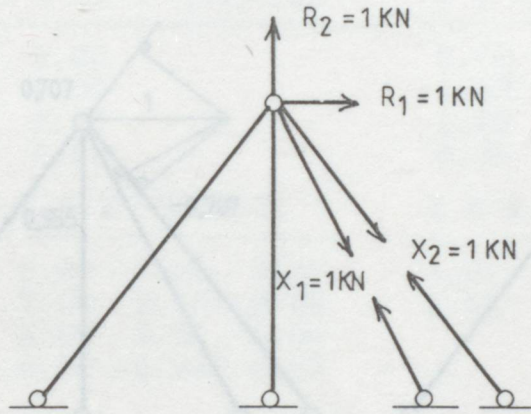
$R_1 = 1\text{KN}$ ve $R_2 = 1\text{KN}$ yüklemeleri yapılarak.

$X_1 = 1\text{KN}$ $X_2 = 1\text{KN}$ yüklemeleri yapılarak.

$$\underline{b}_0 = \begin{bmatrix} 1.41 & 0.00 \\ -1.00 & 1.00 \end{bmatrix}$$

$$\underline{b}_1 = \begin{bmatrix} 0.78 & 1.00 \\ -1.79 & -1.41 \end{bmatrix}$$

matrisleri elde edilir.



BÖLÜM (II) de verilen bağıntılarla

\underline{b} : Statik transformasyon matrisi

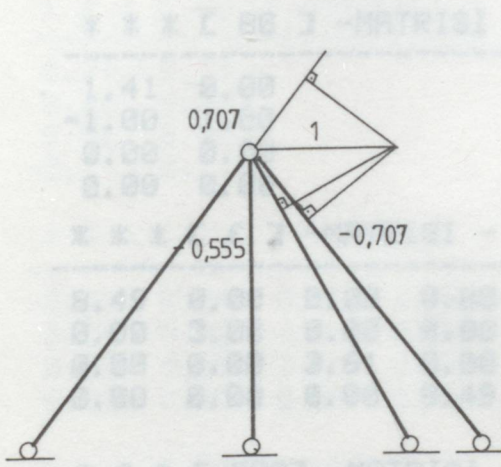
$$\underline{b} = \begin{bmatrix} 0.56 & 0.24 \\ 0.37 & 0.59 \\ -0.61 & 0.24 \\ -0.38 & 0.05 \end{bmatrix}$$

şeklinde bulunur.

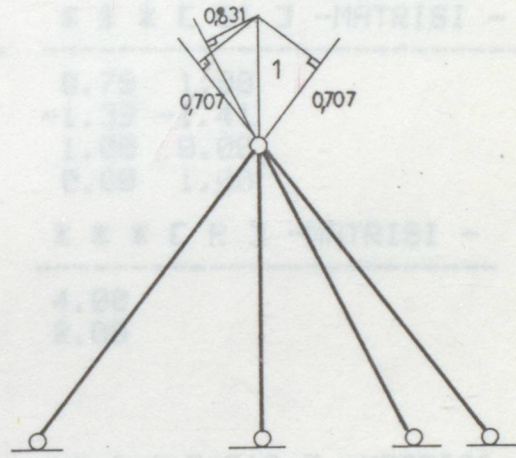
\underline{S} : Çubuk uç kuvvetleri \underline{r} : düğüm noktası deplasmanları

$$\underline{s} = \begin{bmatrix} s_a \\ s_b \\ s_c \\ s_d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.72 \\ 2.66 \\ -1.95 \\ -1.39 \end{bmatrix} \quad \underline{r} = \begin{bmatrix} 24.57 \\ 7.99 \end{bmatrix} \begin{matrix} \underline{r}_1 \\ \underline{r}_2 \end{matrix} \text{ bulunur.}$$

Şimdi bu sonuçları otomatik sistem seçiminden bulabilmek için \underline{a} (Kinematik transformasyon matrisini tayin edelim.)



$$\underline{a} = \begin{bmatrix} 0.707 & 0.707 \\ 0 & 1 \\ -0.555 & 0.831 \\ -0.707 & 0.707 \end{bmatrix}$$



$$\underline{a}^T = \begin{bmatrix} 0.707 & 0 \\ 0.707 & 1 \\ -0.555 & -0.707 \\ 0.831 & 0.707 \end{bmatrix} \begin{matrix} \underline{a}_n^T = \underline{q}_n \\ \underline{a}_x^T = \underline{q}_x \end{matrix}$$

Sağdan iki sütunu eliyoruz kalan (2x2) boyutlarında kare \underline{q}_n matrisidir. Bundan sonraki işlemler bilgisiyarla yapılmıştır. (6.g) eşitlikleriyle \underline{b}_0 ve \underline{b}_1 tayin edilip, uç kuvvetleri ve düğüm noktası deplasmanları bulunmuştur. Ayrıca \underline{a}^T den farklı sütunlar çizilerek \underline{q}_n ve \underline{q}_x matrisleri teşkil edilip aynı sonuçların bulunabileceği gösterilmiştir.

3. ve 4. Kolonların çizilmesiyle elde edilen sonuçlar

[9n] MATRISI

0.707 0.000
0.707 1.000

[9x] -MATRISI -

-0.555 -0.707
0.831 0.707

[9n⁻¹] INVERS MATRISI

1.414 0.000
-1.000 1.000

[-9n⁻¹ 9x] MATRISI

0.785 1.000
-1.386 -1.414

*** [B0] -MATRISI -

1.41 0.00
-1.00 1.00
0.00 0.00
0.00 0.00

*** [B1] -MATRISI -

0.79 1.00
-1.39 -1.41
1.00 0.00
0.00 1.00

*** [F] -MATRISI -

8.49 0.00 0.00 0.00
0.00 3.00 0.00 0.00
0.00 0.00 3.61 0.00
0.00 0.00 0.00 8.49

*** [R] -MATRISI -

4.00
2.00

*** [F00] -MATRISI -

19.88 -3.00
-3.00 3.00

*** [F10] -MATRISI -

13.56 -4.16
16.21 -4.24

*** [F11] -MATRISI -

14.60 12.54
12.54 22.98

[F1] INVERS MATRISI

0.129 -0.070
-0.070 0.082

*** [B] -MATRISI-

0.56 0.24
0.37 0.59
-0.61 0.24
-0.37 0.05

*** [S] UC KUVVETLERI

2.720
2.667
-1.951
-1.388

*** [r] -MATRISI -

24.566
8.000

2. ve 3. Kolonların çizilmesiyle elde edilen sonuçlar

[9n] MATRISI

0.707 -0.707
0.707 0.707

[9x] -MATRISI -

0.000 -0.555
1.000 0.831

[9n^A] INVERS MATRISI

0.707 0.707
-0.707 0.707

[-9n^A9x] MATRISI

-0.707 -0.195
-0.707 -0.980

*** [B0] -MATRISI -

0.71 0.71
0.00 0.00
0.00 0.00
-0.71 0.71

*** [B1] -MATRISI -

-0.71 -0.20
1.00 0.00
0.00 1.00
-0.71 -0.98

*** [f] -MATRISI -

8.49 0.00 0.00 0.00
0.00 3.00 0.00 0.00
0.00 0.00 3.61 0.00
0.00 0.00 0.00 8.49

*** [R] -MATRISI -

4.00
2.00

*** [F00] -MATRISI -

8.49 0.00
0.00 8.49

*** [F10] -MATRISI

0.00 -8.49
4.71 -7.05

*** [F11] -MATRISI

11.49 7.05
7.05 12.09

[FI] INVERS MATRISI

0.136 -0.079
-0.079 0.129

*** [B] -MATRISI-

0.56 0.24
0.37 0.59
-0.61 0.24
-0.38 0.05

*** [S] UC KUVVETLERI

2.730
2.678
-1.955
-1.391

*** [r] -MATRISI -

24.738
8.034

1. ve 2. Kolonların çizilmesiyle elde edilen sonuçlar.

[9n] MATRISI

-0.555 -0.707
0.831 0.707

[9x] -MATRISI -

0.707 0.000
0.707 1.000

[9n⁻¹] INVERS MATRISI

3.623 3.623
-4.259 -2.844

[-9n⁻¹9x] MATRISI

-5.123 -3.623
5.022 2.844

*** [B0] -MATRISI -

0.00 0.00
0.00 0.00
3.62 3.62
-4.26 -2.84

*** [B1] -MATRISI -

1.00 0.00
0.00 1.00
-5.12 -3.62
5.02 2.84

*** [f] -MATRISI -

8.49 0.00 0.00 0.00
0.00 3.00 0.00 0.00
0.00 0.00 3.61 0.00
0.00 0.00 0.00 8.49

*** [R] -MATRISI -

4.00
2.00

*** [F00] -MATRISI -

201.39 150.22
150.22 116.06

*** [F10] -MATRISI -

-248.59 -188.26
-150.22 -116.06

*** [F11] -MATRISI -

317.36 188.26
188.26 119.06

[F1] INVERS MATRISI

0.051 -0.080
-0.080 0.136

*** [B] -MATRISI-

0.56 0.24
0.37 0.59
-0.61 0.24
-0.38 0.05

*** [S] UC KUVVETLERI

2.731
2.678
-1.956
-1.392

*** [r] -MATRISI -

24.759
8.034

[9n] MATRISI

0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.707
0.000	0.200	0.200	-0.143	-0.143	0.000	0.000	-0.707
0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-1.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.143	0.143	0.000	-0.250	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000

0.25 0.00 -1.41 0.20 0.00 -3.39 0.20 -0.85
 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

[9x] -MATRISI -

0.000	0.000	0.000
-1.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000
1.000	0.000	0.000
0.000	-0.250	-1.000
0.000	1.000	0.000
0.000	0.000	0.000

[9n⁻¹] INVERS MATRISI

-0.200	1.000	1.000	-0.200	0.000	2.399	-0.200	0.600
1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	-6.993	1.000	-1.748
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.993	-1.000	1.748
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	-1.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
0.283	0.000	-1.414	0.283	0.000	-3.393	0.283	-0.848

0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 2.35 0.00
 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.15

[-9n⁻¹ 9x] MATRISI

1.000	0.000	2.399
0.000	0.000	0.000
0.000	-2.748	-6.993
0.000	2.748	6.993
0.000	-1.000	0.000
1.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000
0.000	-1.131	-3.393

*** [B0] -MATRISI -

-0.20	1.00	1.00	-0.20	0.00	2.40	-0.20	0.60
1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	-6.99	1.00	-1.75
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.99	-1.00	1.75
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
0.28	0.00	-1.41	0.28	0.00	-3.39	0.28	-0.85
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

*** [B1] -MATRISI -

1.00	0.00	2.40
0.00	0.00	0.00
0.00	-2.75	-6.99
1.00	0.00	0.00
0.00	2.75	6.99
0.00	-1.00	0.00
1.00	0.00	0.00
0.00	1.00	0.00
0.00	0.00	0.00
0.00	-1.13	-3.39
0.00	0.00	1.00

*** [f] -MATRISI -

0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	1.67	-0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	-0.83	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	2.33	-1.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	-1.17	2.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33	-0.67	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.67	1.33	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15

*** [m] -MATRISI -

0.00
-15.63
15.63
0.00
-14.29
14.29
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00

*** [R] -MATRISI -

0.00
0.00
0.50
0.00
0.00
3.50
0.00
0.00

10 REM *** [F00] -MATRISI -

1.71	-0.05	-0.19	-0.79	0.00	5.37	-0.79	1.34
-0.05	0.25	0.25	-0.05	0.00	0.60	-0.05	0.15
-0.19	0.25	0.95	-0.19	0.00	2.28	-0.19	0.57
-0.79	-0.05	-0.19	1.71	0.00	-12.11	1.71	-3.03
0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00
5.37	0.60	2.28	-12.11	0.00	201.08	-36.59	50.26
-0.79	-0.05	-0.19	1.71	0.00	-36.59	0.71	-9.15
1.34	0.15	0.57	-3.03	0.00	50.26	-9.15	13.90

110 *** [F10] -MATRISI -

-0.05	0.25	0.25	-0.05	-0.20	0.60	-0.05	0.15
2.14	0.20	0.76	-4.73	0.00	86.85	-17.85	21.04
5.37	0.60	2.28	-12.11	0.00	201.08	-36.59	50.26

120 *** [F11] -MATRISI -

[F1] INVERS MATRISI

0.00	0.20	0.60	1.254	0.022	-0.013
0.20	40.89	86.85	0.022	0.294	-0.127
0.60	86.85	201.23	-0.013	-0.127	0.060

130 *** [B] -MATRISI -

-0.19	0.68	0.66	-0.01	0.25	0.00	0.06	-0.03
1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.20	0.02	0.09	0.54	0.01	-0.01	-0.11	0.05
0.09	-0.31	-0.30	0.01	0.25	-0.00	-0.03	0.01
-0.20	-0.02	-0.09	0.46	-0.01	0.01	0.11	-0.05
-0.05	-0.01	-0.06	0.15	-0.00	0.02	0.40	-0.19
0.09	-0.31	-0.30	0.01	-0.75	-0.00	-0.03	0.01
0.05	0.01	0.06	-0.15	0.00	-0.02	0.60	0.19
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
0.39	0.01	-1.36	0.03	0.00	-0.01	-0.13	0.06
-0.05	-0.01	-0.04	0.12	-0.00	-0.99	-0.08	-0.33

140 *** [S] UC KUVVETLERI -MATRISI *** [r] -MATRISI -

7.054	N1	-12.357
0.000	M12	1.764
-6.072	M21	8.944
-3.207	N2	3.713
6.072	M23	0.641
-2.258	M32	0.528
-3.207	N3	3.142
2.258	M34	-1.372
0.000	M43	
-14.508	N4	
-3.519	N5	

```
10 REM OTOMATIK IZOSTATIK SISTEM SECIMI
20 REM -----
30 CLS:PRINT "GIRIS MATRISLERISLERINIZ
      DATALARDAN OKUNACAKSA -D-"
40 PRINT "EKRANDAN GIRILECEKSE -E- "
50 INPUT" TUSUNA BASINIZ          ",GI$:CLS
60 PRINT" 9n MATRISI BOYUTLARINI GIRINIZ "
70 PRINT "-----"
80 GOSUB 330
90 A=N :DIM 9n(A,A),A(A,A)
100 IF GI#="D" THEN GOSUB 650 :GOTO 180
110 PRINT"[9n] MATRISINI GIRINIZ "
120 PRINT"----- "
130 GOSUB 370
140 FOR I=1 TO N
150 FOR J=1 TO N
160 9n(I,J)=A(I,J)
170 NEXT J,I
180 GOSUB 1570
190 PRINT"[9x] MATRISI BOYUTLARINI GIRINIZ "
200 PRINT"----- "
210 GOSUB 330
220 C=N :D=K: DIM 9x(C,D)
230 IF GI#="D" THEN GOSUB 720 :GOTO 800
240 PRINT" [9x] MATRISINI GIRINIZ "
250 PRINT"-----"
260 GOSUB 370
270 FOR I=1 TO N
280 FOR J=1 TO K
290 9x (I,J)=A(I,J)
300 NEXT J,I
310 CLS :GOSUB 1630
320 GOTO 800
330 INPUT "SATIR SAYISI= ",N
340 INPUT "SUTUN SAYISI= ",K
350 CLS
360 RETURN
370 FOR I=1 TO K
380 LOCATE I*5,3:PRINT ;I;
390 LOCATE 5*I-1,4:PRINT " ----"
400 NEXT I
410 FOR J=1 TO N
420 LOCATE 1,2*J+3:PRINT ;J;
430 LOCATE 3,2*J+3:PRINT;"I"
440 LOCATE 3,2*J+2:PRINT;"I"
450 NEXT J
460 FOR I=1 TO N
470 FOR J=1 TO K
480 LOCATE 5*J+1,2*I+3:INPUT " ",A(I,J)
490 NEXT J,I
500 LOCATE 1,22:INPUT"MATRISINIZDE HATA VARMI [ E/H ] ",HAT$
```

```
510 IF HAT#="E" THEN 520 ELSE 600
520 INPUT"hata satiri= ",HS
530 INPUT"hata kolonu= ",HK
540 INPUT"DOGRU DEGER = ",DD
550 A(HS,HK)=DD
560 LOCATE 1,22 :PRINT "
570 PRINT " " :PRINT " "
580 PRINT " "
590 GOTO 500
600 LOCATE 4*I+2,(2*J+3)/2:INPUT"X",W
610 FOR I=1 TO N
620 FOR J=1 TO K
630 RETURN
640 NEXT J,I
650 PRINT" [en] MATRISI":PRINT"-----"
660 FOR I=1 TO A
670 FOR J=1 TO A
680 READ en(I,J)
690 PRINT USING "##.### ";en(I,J)
700 NEXT J :PRINT:NEXT I:PRINT ""
710 RETURN
720 PRINT" [ex] MATRISI":PRINT"-----"
730 FOR I=1 TO C
740 FOR J=1 TO D
750 READ ex(I,J)
760 PRINT USING "##.### ";ex(I,J)
770 NEXT J :PRINT :NEXT I:PRINT ""
780 GOSUB 1630
790 RETURN
800 REM * GELISTIRILMIS GAUSS-JORDAN YONTEMI ILE INVERS *
810 N=A :DIM C(N):DIM E(N):DIM F(N):DIM G(N)
820 DET=1
830 FOR I=1 TO N
840 REM PIVOT ELEMAN ARAMA
850 PIV=0
860 FOR J=1 TO N
870 IF G(J)=1 THEN GOTO 960
880 FOR K=1 TO N
890 IF G(K) >1 THEN GOTO 1500
900 IF G(K) =1 THEN GOTO 950
910 IF PIV >=ABS(en(J,K)) THEN GOTO 950
920 SA=J
930 KD=K
940 PIV=ABS(en(J,K))
950 NEXT K
960 NEXT J
970 G(KD)=G(KD)+1
980 E(I)=SA:F(I)=KD
990 REM * * SATIR DEGISTIRME * *
1000 IF SA=KD THEN GOTO 1080
1010 DET=-DET
1020 FOR J=1 TO N
```

```
1030 KQ=gn(SA,J)
1040 gn(SA,J)=gn(KD,J)
1050 gn(KD,J)=KQ
1060 NEXT J
1070 REM PIVOT SATIRIN PIVOT ELEMANA BOLUNMESI
1080 PIVOT=gn(KD,KD)
1090 DET=DET*PIVOT
1100 gn(KD,KD)=1
1110 FOR J=1 TO N
1120 gn(KD,J)=gn(KD,J)/PIVOT
1130 NEXT J
1140 REM DIGER SATIRLARA INDIRGEME
1150 FOR J=1 TO N
1160 IF J=KD THEN GOTO 1220
1170 SI=gn(J,KD)
1180 gn(J,KD)=0
1190 FOR K=1 TO N
1200 gn(J,K)=gn(J,K)-gn(KD,K)*SI
1210 NEXT K
1220 NEXT J
1230 NEXT I
1240 REM KOLON DEGISTIRME
1250 FOR I=1 TO N
1260 K=N+1-I
1270 IF E(K)=F(K) THEN GOTO 1350
1280 SA=E(K)
1290 KD=F(K)
1300 FOR J=1 TO N
1310 KU=gn(J,SA)
1320 gn(J,SA)=gn(J,KD)
1330 gn(J,KD)=KU
1340 NEXT J
1350 NEXT I
1360 CLS:PRINT "gn KATSAYILAR MATRISININ DETARMINANTI=";DET
1370 PRINT ' '
1380 PRINT " [gn] KATSAYILAR MATRISININ INVERSI:"
1390 FOR I=1 TO N
1400 FOR J=1 TO N
1410 PRINT USING "##.### ",gn(I,J);
1420 NEXT J
1430 PRINT
1440 NEXT I
1450 PRINT ' '
1460 GOTO 1690
1470 STOP
1480 PRINT "MATRISINIZ ZAYIF veya TEKILDIR"
1490 GOTO 1470
1500 PRINT "MATRISINIZ TEKILDIR "
1510 GOTO 1470
1520 FOR I=1 TO N
1530 IF G(I)<>1 THEN GOTO 1500
```

BÖLÜM 7

BİLGİSAYAR PROGRAMLARI ÜZERİNE

```
1540 NEXT I
1550 IF ABS(DET)<=0.000001 THEN GOTO 1480
1560 GOTO 1360
1570 PRINT#8," [ en ] MATRISI "
1580 PRINT#8,"-----"
1590 FOR I=1 TO A :FOR J=1 TO A
1600 PRINT#8,USING "##.### " ;en(I,J);NEXT J:PRINT#8,NEXT I
1610 PRINT #8,PRINT #8,
1620 RETURN
1630 PRINT#8," [ ex ] -MATRISI - "
1640 PRINT#8,"-----"
1650 FOR I=1 TO C :FOR J=1 TO D
1660 PRINT#8,USING "##.### " ;ex(I,J);NEXT J:PRINT#8,NEXT I
1670 PRINT #8,PRINT #8,
1680 RETURN
1690 DIM U(A,D)
1700 PRINT#8," [ en ] INVERS MATRISI "
1710 PRINT#8,"-----"
1720 FOR I=1 TO A :FOR J=1 TO A
1730 PRINT#8,USING "##.### " ;en(I,J);NEXT J:PRINT#8,NEXT I
1740 PRINT #8,PRINT #8,
1750 REM * * * * [ -en ] * ex ] 'in HESAPLANMASI * * * *
1760 FOR I=1 TO A
1770 FOR J=1 TO D
1780 FOR K=1 TO A
1790 U(I,J)=U(I,J)+en(I,K)*ex(K,J)
1800 NEXT K,J,I
1810 FOR I=1 TO A :FOR J=1 TO D
1820 U(I,J)=-1*U(I,J):NEXT J:NEXT I
1830 PRINT#8," [ -en*ex ] MATRISI "
1840 PRINT#8,"-----"
1850 FOR I=1 TO A :FOR J=1 TO D
1860 PRINT#8,USING "##.### " ;U(I,J);NEXT J:PRINT#8,NEXT I
1870 END
1880 DATA 0,1,0,0,0,0,0,0
```

Bu şekilde bütün terimleri arasında kontrol imkanı bulunabilmektedir. Bir matrisin tamamı girildiğinde bazı elemanların hatalı olabileceği düşünüldükçe aşağıdaki komutlar eklendi.

MATRİSİNİZDE HATA YARIN S/H

Cevabınız evet ise bu durumda,

BÖLÜM 7

BİLGİSAYAR PROGRAMLARI ÜZERİNE

Programlarda verilerin yüklenmesi iki şekilde yapılabilir.

"VERİLER DATALARDAN OKUNACAKSA -D-

EKRANDAN GİRİLECEKSE -E-

TUŞUNA BASINIZ"

komutuna verilen cevap -D- ise veriler daha önceden

hazırlanmış olan datalardan okunur. Şayet cevabınız

-E- ise bu takdirde giriş matrislerinin boyutları veril-

dikten sonra girdiğiniz matrisin adı, satır sütun boyut-

ları kadar bir şekil ekranda görünür.

ÖRNEK: -- A MATRİSİNİ GİRİNİZ --

```
      1  2  3  4  5
-----
1  | ■  Kursör
2  |
3  |
4  |
5  |
```

Bu şekilde bütün terimleri anında kontrol imkânı bulunabilmektedir. Bir matrisin tamamı girildiğinde bazı elemanların hatalı olabileceği düşünülerek aşağıdaki komutlar eklenmiştir.

"MATRİSİNİZDE HATA YARIM E/H "

Cevabınız evet ise bu durumda,

BÖLÜM 8

"Hata satırı = " ?

"Hata kolonu = " ?

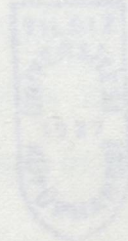
"DOĞRU DEĞER = " ?

Sorularına verilecek cevapla istenilen terim anında değiştirilebilir.

Programın akışı sırasında yapılan işlemlerin sonuçları ekrana yansıtacaktır. Bu sonuçlar yaklaşık 5 saniye ekranda kalır. Şayet kontrolü yada değerlendirilmesi düşünülen bölümler varsa stop tuşuna basarak akışı istediğimiz kadar geçiktirebiliriz.

Daha sonra elde edilen tüm çarpım sonuçlarının isimleri ekrana gelecek ve yazıcıdan alınması istenilen değerlerin karşısına -X- işaretini koymak yeterli olacaktır.

Not: Dataların verilmiş sırası isimleri verilerek boyutları sorulan matrislerle aynı sırada olmalıdır.



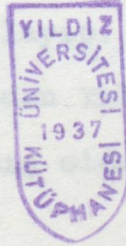
BÖLÜM 8

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Örnek olarak ele alınan hiperstatik çerçevenin Matris-KUVVET ve Matris-DEPLASMAN metodları ile çözümünden aynı sonuçlar az farklılıklarla elde edilmiştir. Ayrıca bu sonuçlar otomatik izostatik sistem seçimi kullanılarak da bulunmuştur.

Normal kuvvetin deformasyonlara etkisini dikkate almama durumunda sonuçlarda önemli farklılıklar olmaktadır. Çünkü bu durumda sadece normal kuvvete çalışan 4 ve 5 numaralı elemanlar tamamen rijit kabul edilmekte ve hiç hesaplara girmemektedir. Sonuç olarak böyle bir sistemde normal kuvvetin deformasyonlara etkisini göz ardı etmek hatalı olacaktır.

Örnek sistem 3° hiperstatik olduğu için matris-KUVVET metodu ile çözümü daha kolay ve işlemlerin takibi daha rahattır. Fakat matris-DEPLASMAN metodu giriş matrislerinin ve ara işlemlerinin daha az olması sebebi ile tercih edilmektedir.



YAPARLANILAN KAYNAKLAR

- 1) GÖZÜK, İ. : "Yapı Sistemlerinin Hesabında Matris Metodları ders notları" Y.Ü., 1985
- 2) GÖZÜK, İ. : "Yapı Statik" Matbaa Teknisyenleri Koll. 345-İstanbul 1978
- 3) GÖZÜK, İ. / ÇETİNELİ, M. "Yapı Statik I, II" Matbaa Teknisyenleri Meslek Bül. 1981
- 4) GÖZÜK, İ. / ÜZÜM, S. / ÇETİNELİ, M. "Yapı Sistemlerinin Hesabında İlgili Matris Metodları ve

ÖZGEÇMİŞ

1962 ŞİLE-Akçakese köyü doğumluyum.

İlkokul öğrenimime 1967-1968 öğretim yılında Karamürsel'-in Subaşı Köyünde başladım. Ortaokulu İstanbul Rami Ortaokulunda, Liseyi İstanbul Bayrampaşa Endüstri Meslek Lisesi'nde okudum.

Lisans öğrenimime 1980-1981 öğretim yılında Konya Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümünde başlayıp, 4 yılda tamamladım.

Mezuniyetimin ardından Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünün açmış olduğu sınavı kazanıp, İnşaat/YAPI dalına girdim.

Halen bilgisayarla Statik-Betonarme proje yapan bir büroda çalışmaktayım.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- 1) GÖĞÜŞ, İ. : "Yapı Sistemlerinin Hesabında Matris Metodları ders notları" Y.Ü., 1985
- 2) GÖĞÜŞ, İ. : "Yapı Statiği" Matbaa Teknisyenleri Koll. Şti.-İSTANBUL 1978
- 3) ÇAKIROĞLU, A./ÇETMELİ, E: "Yapı Statiği Cild I, II" Matbaa Teknisyenleri Basım Evi. 1983
- 4) ÇAKIROĞLU, A./ ÖZDEN, E./ ÖZMEN, G: "Yapı Sistemlerinin hesabı için matris metodları ve Elektronik Hesap makinası Programları Cild I,II" Dizerkonca Matbaası, 1970
- 5) CELASUN, H. : "Yapı Sistemleri Matris Analizi ve Sonlu Elemanlar Metodu" Çağlayan Basımevi 1976
- 6) TEZCAN, S. : "Çubuk Sistemlerinin Elektronik Hesap Makinaları ile Çözümü" Arı Kitapevi
- 7) MICHAEL, L./ THIERAUF, G. : "Stabtragwerke, Matrizen-Methoden der Statik und Dynamik" 1980
- 8) RUBINSTEIN, M.F.: "Matrix Computer Analysis of Structures" 1966

