İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SONLU ELAMANLAR YÖNTEMİ KULLANILARAK BİLGİSAYAR YARDIMIYLA MİLLERİN ANALİZİ VE TASARIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mak. Müh. İSMAİL ESEN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 8 Haziran 1994

Tezin Savunulduğu Tarih : 28 haziran 1994

Tez Danışmanı : Yrd.Doc. Dr. İsmail GERDEMELİ

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Teoman KURTAY

: Öğr. Görev.,Dr. Muzaffer ERTEN

HAZİRAN 1994

ÖNSÖZ

Miller, makina sistemleri icinde güç ve hareket iletmek amacıyla, binlerce tonluk türbinlerden küçük el aletlerine kadar kaçınılmaz olarak kullanılan önemli makina elamanlarıdır. Böylesine yaygın olarak kullanılan millerin tasarımını kolaylaştıracak güvenilir araçlar geliştirerek tasarımcıların hizmetine sunmak gereklidir. Burada sunulan tez çalışması, bu görüşler doğrultusunda atılmış bir ön adımdır. Bu vesileyle calışmalarımı yöneten sayın Yrd.Doç. Dr. İsmail GERDEMELİ ' ye ve eserlerinden faydalandığım bütün bilim adamlarına teşekkürü bir borç bilirim.

Mak. Müh. İsmail ESEN

İÇİNDEKİLER

NOTASYON LİSTESİ

A	alan
L	uzunluk
I	atalet momenti
J	kutupsal atalet momemti
E	elestiste modulü
G	kayma modulü
d	çap
n	enmiyet katsayısı
k	kayma cökme faktörü
F	kuvvet
M	moment
Ma	değişken moment
Mm	sabit moment
T	tork
Ta	değişken tork
Tm	sabit tork
K_f	eğilmede gerçek gerilme yığılma faktörü
K_{fs}	burulmada " " " "
Kt	eğilmede teorik gerilme yığılma faktörü
Kts	burulmada " " " "
Se	sürekli mukavemet gerilmesi (çekmede)
Ses	sürekli mukavemet gerilmesi (burulmada)
Sut	çekme mukavemeti
Sy	akma mukavemeti
Ka	yüzey faktörü
Kb	boyut faktörü

Kc	yük faktörü
Kd	sıcaklık faktörü
Ke	gerçek gerilme yığılması düzeltme faktörü
σa	dinamik normal gerilme
σm	statik ortalalma normal gerilme
$\sigma_{1,2}$	asal gerilmeler
τa	dinamik kayma gerilmesi
τm	statik ortalama kayma gerilmesi
ϕ	açısal şekil değiştirme
υ	sehim
θ	eğim

ŞEKİL VE TABLO LİSTESİ

Şekil listesi :

Tablo listesi:

ÖZET

Dişli kutuları, pompalar, elektrik motorları gibi makinalarda mekanik güc ileten makina elamanlarının tasarımı zor ve zaman alıcıdır. Özellikle takım tezgahlarının hareket iletim sistemi veya hassas çalışan aletler söz konusu olduğunda daha ciddi analiz ve tasarım gerekir. Gerçek makina elamanlarına ait mukavemet hesaplarını bilinen mukavemet yöntemleriyle hassas olarak yapmak genellikle imkansız olduğu için basitleştirme yapılarak çözümler elde edilir. Bu basitleştirmede yapılan hata değer olarak tasarlanan mekanik sistemim amaçlanan hassasiyetinden büyük ise, yapılan hesaplamayla amaçlanan çözüme ulaşılamayacağı açıktır. Bu tez çalışmasında Sonlu Elamanlar Yöntemini kullanarak milleri modelleyip deplasmanlar, statik ve dinamik zorlanmalar açısından kontrol edebilen Quick Basic dilinde yazılmış bir bilgisayar programı ve kullanılması anlatılmaktadır. Dönen yada dönmeyen milleri analiz etmede kullanılabilinen bu program iki bölümden oluşmaktadır. Program, birinci bölümde mil boyunca eğim, sehim, açısal deplasmanları ve statik normal, kayma, ve asal gerilmelerini hesaplar. İkinci bölümde ise, mil üzerinde istenen kritik noktalardaki emniyet katsayılarını statik ve dinamik şartlar için kontrol ederek verilen emniyet katsayısı şartına göre gerekirse boyutlandırma yapar. Herhangi bir şekle sahip ve üzerinde bir veya daha çok yerde dış kuvvetler (kesme kuvvetleri, eğilme momentleri, burulma momentleri) bulunan miller modellenip analiz edilebilir. Çalışmanın amacı hesaplama kolaylığı için yapılan basitleştirmeden dolayı ortaya çıkan hataları ve zaman kaybını önlemek ve tasarımcılara daha hassas hesaplar yapabilecekleri bir araç sağlamaktır.

SUMMARY

The desing work of mechanical power transmission components in machines such as gear boxes, elektrik motors, etc. is complicated and time consuming. Serious analysis is required when drive system of machine tools or other accurate appliances are considered. For a designer it may generally be difficult to determine real deflections and stresses for real machine elements using classical strenght of materials methods. So this designer often simplifies the systems being analysed. And this simplifications can result in inaccurate calculations, and there is an error in solutions. The aimed solutions cannot be obtained if the error is greater than the desired sensitivity of the machine. This study introduses a computer program which is written in Quick Basic. The program can be used to analyse rotating or non-rotating shafts, and consists of two sub program. The first sub program computes deflections and static stresses along a shaft. The second sub program computes safety factors at selected nodes and determines new dimemsions of sections in terms of given safety factors if it is necessary. The prime aim of this study to supply an accurate and quick calculation device for designers.

1. THEORY

The finite element method used to determine deflections an static stresses requires the shaft to be divided into a system of elements. These elements are inter-connected and form the shaft by means of nodes. A shaft can be considered as a one dimensional body and divided into a desiered quantity of simple elements. It will be explained how to divide a shaft into a system of elements as follows.

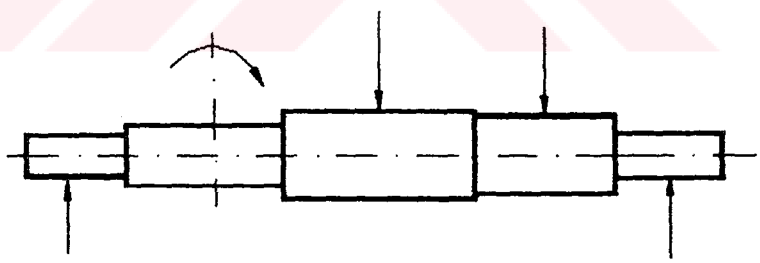


Figure 1 A shaft under a system of loading.

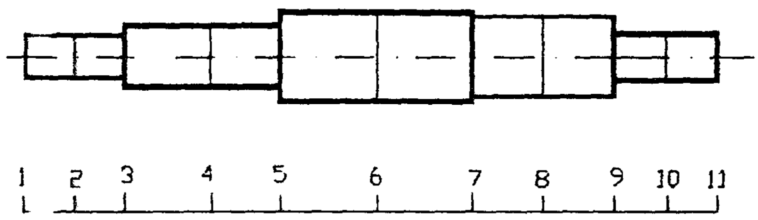


Figure 2 The shaft divided into elements.

Fugure 1 shows a shaft having non-uniform configuration, and under a system of loading. And Figure 2 illustrates the shaft divided into elements. The parts with different cross-sections must be defined as different elements because their stiffnesses are different. Since in finite element method the external and reaction forces are applied nodes, new nodes must be defined at force application points. A shaft having a complex configuration can be simply modelled using this method. The next step is to determine the element stiffness matrix of the individual element. By assambling these elemental stiffness matrices The overall stiffness matrix is obtained.

2. FORMULATION

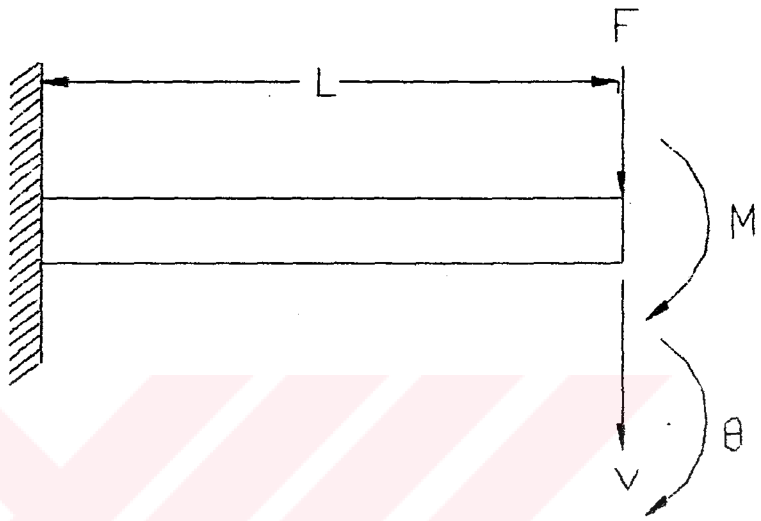


Figure 3 Model of cantilevered beam used to determine stiffness matrix in bending.

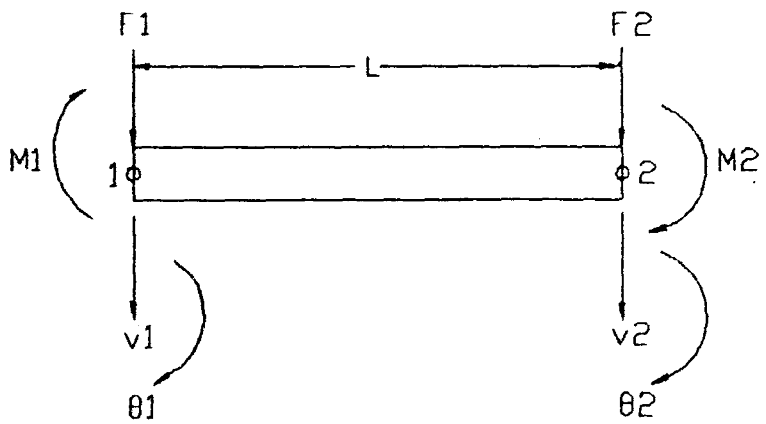


Figure 4 Free body diagram of the cantilevered beam

The following can be written from Figure 3 and figure 4

$$F_2 = F \quad ; \quad F_1 = -F$$
$$M_2 = M \quad ; \quad M_1 = -M_2 - FL = -M - Fl \tag{1}$$

then

$$\begin{bmatrix} F_1 \\ M_1 \\ F_2 \\ M_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -L & -1 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F \\ M \end{bmatrix} \tag{2}$$

The deflection in consideration with the effect of shear can be written by using the moment-area method.

$$v = \frac{Fl^3}{3EI} + \frac{Ml^2}{2EI} + \frac{Fkl}{AG} \tag{3}$$
$$\theta = \frac{Fl^2}{2EI} + \frac{Ml}{EI}$$

where k is the shear factor. (k=1.18 for round sections)
The relaionship above can be arranged in matrix form as

$$\begin{bmatrix} \upsilon \\ \theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{L^3}{3EI} + \frac{kL}{AG} & \frac{L^2}{2EI} \\ \frac{L^2}{2EI} & \frac{L}{EI} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F \\ M \end{bmatrix} \tag{4}$$

$$\upsilon = \upsilon_1 - \upsilon_2 - \theta_1 L$$

$$\theta = \theta_2 - \theta_1 \tag{5}$$

Doing matrix operations and substituting;

$$\begin{bmatrix} F_1 \\ M_1 \\ F_2 \\ M_2 \end{bmatrix} = \frac{12AGEI}{AGL^3+12EIkL} \begin{bmatrix} 1 & 0,5L & -1 & 0,5L \\ 0,5L & \left[\frac{L^2}{3} + \frac{kEI}{AG}\right] & -0,5L & \left[\frac{L^2}{6} - \frac{kEI}{AG}\right] \\ 1 & -0,5L & 1 & -0,5L \\ 0.5L & \left[\frac{L^2}{6} - \frac{kEI}{AG}\right] & -0,5L & \left[\frac{L^2}{3} + \frac{kEI}{AG}\right] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \upsilon_1 \\ \theta_1 \\ \upsilon_2 \\ \theta_2 \end{bmatrix} \tag{6}$$

obtained.

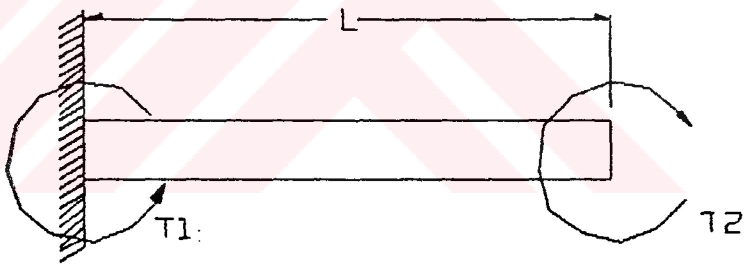


Figure 5 External torque applied on cantilevered beam.

If there is external torque applied on the cantilevered beam, it can be shown that

$$\begin{bmatrix} T_1 \\ \\ T_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{GJ}{L} & -\frac{GJ}{L} \\ -\frac{GJ}{L} & \frac{GJ}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_1 \\ \\ \phi_2 \end{bmatrix} \tag{7}$$

The torque matrix can be combined with the matrix equation (6)

$$\begin{bmatrix} F_1 \\ M_1 \\ T_1 \\ F_2 \\ M_2 \\ T_2 \end{bmatrix} = a \begin{bmatrix} 1 & b & 0 & -1 & b & 0 \\ b & c & 0 & -b & d & 0 \\ 0 & 0 & e & 0 & 0 & -e \\ -1 & -b & 0 & 1 & -b & 0 \\ b & d & 0 & -b & c & 0 \\ 0 & 0 & -e & 0 & 0 & e \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \upsilon_1 \\ \theta_1 \\ \phi_1 \\ \upsilon_2 \\ \theta_2 \\ \phi_2 \end{bmatrix} \tag{8}$$

$$\{P\bullet\} \quad = \quad [\,K\,] \quad \{\delta\bullet\}$$

Where

$\{P\bullet\}$ is the external force matrix
$[K]$ is the overall stiffness matrix
$\{\delta\bullet\}$ is te vector of displacement

$$a = \frac{12EIAG}{AGL^3+12EIkL} \qquad b = 0,5L$$

$$c = \frac{L^2}{3} + \frac{kE}{AG} \qquad d = \frac{L^2}{6} - \frac{kEI}{AG} = 0,5L^2 - c$$

$$e = \frac{1}{a} \cdot \frac{GJ}{L}$$

The overall stiffness matrix is formed by adding each individual matrix.

$$\begin{bmatrix} F_1 \\ M_1 \\ T_1 \\ F_2 \\ M_2 \\ T_2 \\ F_3 \\ M_3 \\ T_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} & a_{16} & & & \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} & a_{26} & & & \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} & a_{36} & & & \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44}+b_{11} & a_{45}+b_{12} & a_{46}+b_{13} & b_{14} & b_{15} & b_{16} \\ a_{52} & a_{52} & a_{53} & a_{54}+b_{21} & a_{55}+b_{22} & a_{56}+b_{23} & b & b & b_{26} \\ a_{61} & a_{62} & a_{63} & a_{64}+b_{31} & a_{65}+b_{32} & a_{66}+b_{33} & b & b & b \\ & & & b_{41} & b_{42} & b_{44}+c_{11} & b_{45}+c_{12} & b & b \\ & & & b & b & b & b & b & b \\ & & & b & b & b & b & b & b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \upsilon_1 \\ \theta_1 \\ \phi_1 \\ \upsilon_2 \\ \theta_2 \\ \phi_2 \\ \upsilon_3 \\ \theta_3 \\ \phi_3 \end{bmatrix}$$

The overall stiffness matrix is diogonal and symmetrical. It has a bandwith of six elements. Since the overall sitiffness matrix has three degrees of fredom (i.e υ, θ, ϕ), there must be at least three end-conditions. The more information on how to impose the end-conditions on the overall stiffness matrix can be seen in referance [1].

3 COMPUTER PROGRAM

The program was written in Quick Basic and divided into three parts, i.e., input data, main processing ,and output.

3.1 Input data

First of all, the shaft to be analysed must be divided into a system of elements. Then element lenght and outer diameter for each element, and the external force application and bearing points' node numbers, elasticity and shear moduluses, and external forces must be ready for data input. As the program runs, the user will be asked to input necessary inputs. If the shaft has hollow sections the inner diameters will be asked. If the shaft or beam has a section different from round secion then the second moments of area will be asked. The user can select the type of sections from Shaft Menu. See page 15.

3.2 Main processing

When data inputing has finished, the program starts to run up to data output section. Firstly it forms elements' stiffness matrices. Then builts up the overall stiffness matrix by adding the element stiffness matrices. After that the overall stiffness matrix is rearranged in terms of end-conditions. Then its inverse is formed. And new overall stiffness matrix is solved by multiplying with force matrix to obtain displacement matrix. Finally, the overall stifness matrix is rearranged and element stiffness matrices are multiplied with deflections of each elements to obtain internal forces.

3.3 Output

The main output menu gives the following options.

1. Displacement sub menu
   deflections;
   slopes;
   angular deflections;
2. Force sub menu
   shear forces;
   bending moments;
   torques;
   stresses;
3. Drawing sub menu
   loadig;
   displacement diagrams;
   shear force diagrams;
   bending moment diagrams;

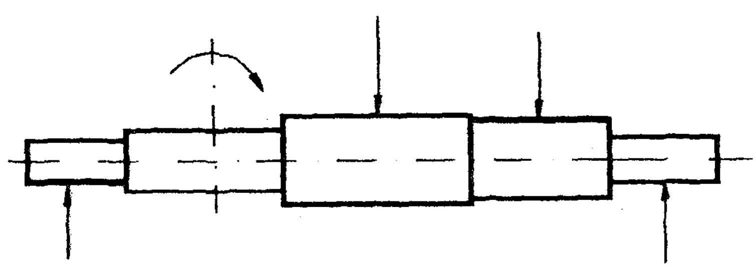
4 DESING AND FATIGUE ANALYSIS

Fatigue analysis needs some data such as ultimate strengt, yielding point of material and some fatigue factors such as stress concentration, size, load, surface finish, temperature and miscellaneous-effects factor. Dynamic and static analysis are done and if necessary new values of critical sections' diameter are computed in terms of given safaty factor. In this program Max-shear stress and Distortion energy teorem are used to determine safety factors.

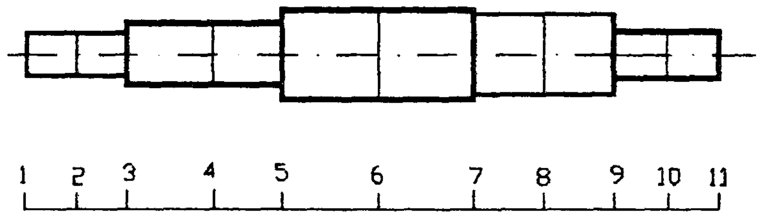
BÖLÜM 1. TEORİ

1.1 GİRİŞ

Sonlu elemanlar metodu kullanılarak deplasmanları (eğim, sehim, açısal) ve statik gerilmeleri bulmak için, mili elemanlardan oluşan bir sistem haline getirmek gerekir. Bu elemanlar düğümlerle birbilerine bağlanarak mili oluştururlar. Mili bir boyutlu cisim gibi düşünerek uzunluğu boyunca istenilen sayıda sonlu elemanlara ayırmak mümkündür. Herhangi bir milin nasıl sonlu elamanlarına ayrılacağı örnek verilerek aşağıda açıklanacaktır.



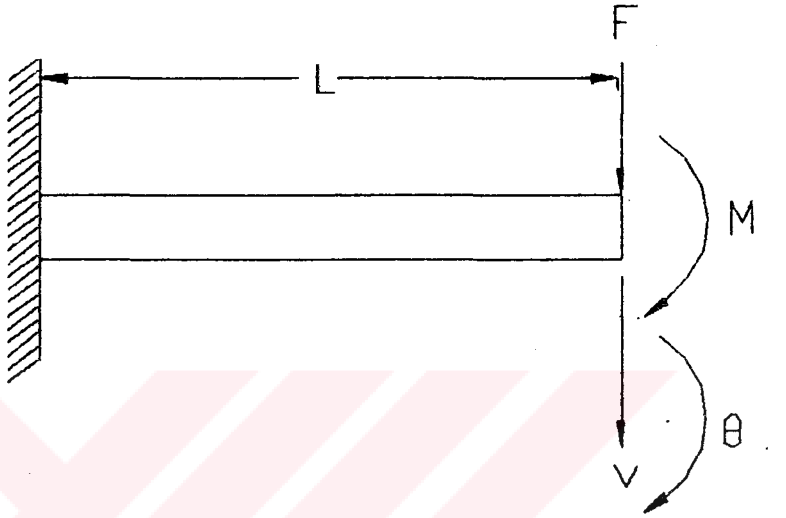
ŞEKİL 1.1.1 Herhangi bir mil



ŞEKİL 1.1.2 Şekil 1.1.1 deki milin düğümlerle elemanlara ayrılmış durumu

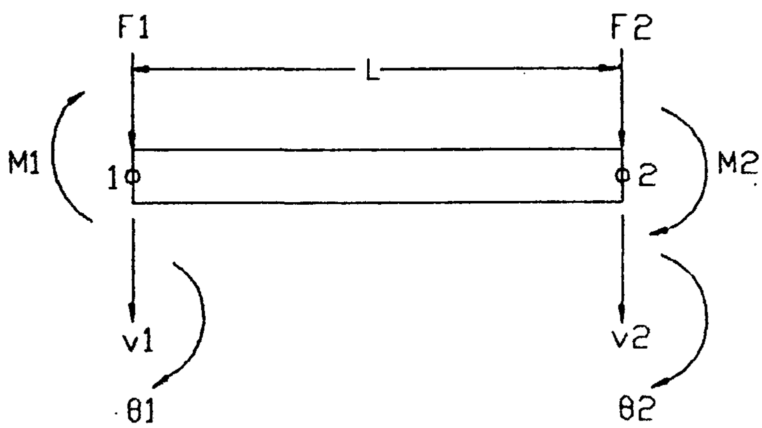
Şekil 1.1.1'de üzerinde farklı yerlerde kuvvetler olan ve geometrisi üniform olmayan bir mil görülmektedir. Şekil 1.1.2'de de bu milin düğümlerle elamanlara ayrılmış hali görülmektedir. Şekil 1.1.1'de görüldüğü gibi mil geometrisi farklı kesitlerden oluşmuştur. Farklı kesitlerin ataletleri farklı olacağından, kesitin değiştiği yerler farklı elemanlar olarak düğümlerle birbirilerinden ayrılırlar. Sonlu elemanlar yönteminde etki ve reksiyon kuv vetleri düğümlere uygulandığından, mil üzerinde kuvvet etki eden yerlere, kesit değişimi olmamasına rağmen düğüm konulmuştur. İki düğüm arasında kalan kısım sonlu eleman olarak adlandırılır. Kompleks bir şekle sahip bir mil, bu metod kullanılarak modellenebilir. Bundan sonraki adım her elemanın direngenlik matrisini tayin etmektir. Bütün elemanların direngenlik matrisleri bir araya getirilerek bütün mili temsil eden ana direngenlik matrisi oluşturulur. Eleman direngenlik matrislerinin bulunması ve ana matrisin oluşturulması aşağıda anlatılacaktır.

1.2 FORMULASYON



ŞEKİL 1.2.1 Eğilmede direngenlik matrisini tayin etmek için kullanılan konsol kiriş.

Konsol,serbest cisim diyagramı için mesnetten izole edilirse;



ŞEKİL 1.2.2 Konsol kirişin serbest cisim diyagramı

Şekil 1.2.1 ve Şekil 1.2.2'den

$$F_2 = F \quad ; \quad F_1 = -F$$
$$M_2 = M \quad ; \quad M_1 = -M_2 - FL = -M - Fl \tag{1.2.1}$$

elde edilir, ve bu ilişkilerden

$$\{P\bullet\} = [N]\{P\} \tag{1.2.2}$$

yazılabilir. Denklem (1.2.2) daha açık yazılırsa,

$$\begin{bmatrix} F_1 \\ M_1 \\ F_2 \\ M_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -L & -1 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F \\ M \end{bmatrix} \tag{1.2.2.1}$$

olduğu görülür. Ve buradan da,

$$\{P\bullet\} = \begin{bmatrix} F_1 \\ M_1 \\ F_2 \\ M_2 \end{bmatrix} \tag{1.2.2.2}$$

$$[N] = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ -L & -1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{1.2.2.3}$$

$$\{P\} = \begin{bmatrix} F \\ M \end{bmatrix} \qquad (1.2.2.4)$$

dir.

Şekil 1.2.1'deki konsol kirişin ucundaki çökme, moment-alan metodunu kullanarak ve kayma etkisinden meydana gelen çökmeyi de gözönünde tutarak;

$$v = \frac{Fl^3}{3EI} + \frac{Ml^2}{2EI} + \frac{Fkl}{AG} \qquad (1.2.3)$$

$$\theta = \frac{Fl^2}{2EI} + \frac{Ml}{EI}$$

şeklinde yazılabilir.Burada k, kayma çökme faktörüdür.(k=1.18 dairesel kesitte)

Denk. (1.2.3) matris formunda yazılırsa,

$$\{\delta\} = [H]\ \{P\} \qquad (1.2.4)$$

elde edilir. Denklem (1.2.4)'de,

$$\{\delta\} = \begin{bmatrix} \upsilon \\ \theta \end{bmatrix} \qquad (1.2.4.1)$$

$$[H] = \begin{bmatrix} \dfrac{L^3}{3EI} + \dfrac{kL}{AG} & \dfrac{L^2}{2EI} \\ -\dfrac{L^2}{2EI} & \dfrac{L}{EI} \end{bmatrix} \qquad (1.2.4.2)$$

$\{\delta\}$, $\{P\}$ Denklem (1.2.4.1) ve (1.2.2.4)'de verilmişti. Rijit cisim yer eğiştirmesinden

$$\upsilon = \upsilon_1 - \upsilon_2 - \theta_1 L$$

$$\theta = \theta_2 - \theta_1 \qquad (1.2.5)$$

yazılabilir. Denklem (1.2.5) matris formunda yazılırsa,

$$\{\delta\} = [N]^T \ \{\delta\bullet\} \qquad (1.2.6)$$

denklem (1.2.6)'daki matris denklemi elde edilir.
$\{\delta\}$ denklem (1.2.4.1)'de ve $[N]$ denklem (1.2.2.3)'de verilmişti. Ve

$$\{\delta\bullet\} = \begin{bmatrix} \upsilon_1 \\ \theta_1 \\ \upsilon_2 \\ \theta_2 \end{bmatrix} \qquad (1.2.6.1)$$

dir.

Denklem (1.2.4)'den {P} çekilerek, denklem (1.2.2)'de yerine konulursa,

$$\{P\bullet\} = [N]\,[H]^{-1}\,\{\delta\} \qquad (1.2.7)$$

elde edilir. Denk. (1.2.6)'deki {δ} ifadesi denk. (1.2.7)'de yerine yazılırsa,

$$\{P\bullet\} = [N]\,[H]^{-1}\,[N]^{T}\,\{\delta\bullet\} \qquad (1.2.8)$$

elde edilir. Matris işlemi yapılırsa,

$$\{P\bullet\} = [K]\,\{\delta\bullet\} \qquad (1.2.9)$$

elde edilir. Burada,

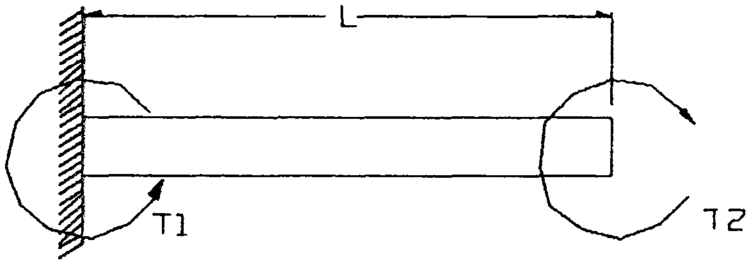
$$[K] = [N]\,[H]^{-1}\,[N]^{T} \qquad (1.2.9.1)$$

dır. Denk. (1.2.9) açık yazılırsa,

$$\begin{bmatrix} F_1 \\ M_1 \\ F_2 \\ M_2 \end{bmatrix} = \frac{12AGEI}{AGL^3+12EIkL} \begin{bmatrix} 1 & 0{,}5L & -1 & 0{,}5L \\ 0{,}5L & \left[\frac{L^2}{3} + \frac{kEI}{AG}\right] & -0{,}5L & \left[\frac{L^2}{6} - \frac{kEI}{AG}\right] \\ 1 & -0{,}5L & 1 & -0{,}5L \\ 0.5L & \left[\frac{L^2}{6} - \frac{kEI}{AG}\right] & -0{,}5L & \left[\frac{L^2}{3} + \frac{kEI}{AG}\right] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \upsilon_1 \\ \theta_1 \\ \upsilon_2 \\ \theta_2 \end{bmatrix}$$

(1.2.9.2)

denklem (1.2.9.2) elde edilir.



ŞEKİL 1.2.3 Konsol kirişin burulması.

Konsol kiriş'e Şekil (1.2.3)'de görüldüğü gibi burulma momenti de uygulanıyorsa, burulma deformasyonları ile diğer deformasyonlar birbirinden bağımsız olduğundan,burulma momenti ile açısal yerdeğiştirmeler arasındaki ilişki,

$$\begin{bmatrix} T_1 \\ T_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{GJ}{L} & -\frac{GJ}{L} \\ -\frac{GJ}{L} & \frac{GJ}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \end{bmatrix} \tag{1.2.10}$$

şeklinde yazılabilir. Denklem (1.2.9.2) ve (1.2.10) birleştirilirse,

$$\begin{bmatrix} F_1 \\ M_1 \\ T_1 \\ F_2 \\ M_2 \\ T_2 \end{bmatrix} = a \begin{bmatrix} 1 & b & 0 & -1 & b & 0 \\ b & c & 0 & -b & d & 0 \\ 0 & 0 & e & 0 & 0 & -e \\ -1 & -b & 0 & 1 & -b & 0 \\ b & d & 0 & -b & c & 0 \\ 0 & 0 & -e & 0 & 0 & e \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \upsilon_1 \\ \theta_1 \\ \phi_1 \\ \upsilon_2 \\ \theta_2 \\ \phi_2 \end{bmatrix} \qquad (1.2.11)$$

$$\{P\bullet\} \quad = \quad [\,K\,] \quad \{\delta\bullet\}$$

denklem (1.2.11) elde edilir.Burada,

$$a = \frac{12EIAG}{AGL^3+12EIkL}$$

$$b = 0{,}5L$$

$$c = \frac{L^2}{3} + \frac{kE}{AG}$$

$$d = \frac{L^2}{6} - \frac{kEI}{AG} = 0{,}5L^2 - c$$

$$e = \frac{1}{a} \cdot \frac{GJ}{L}$$

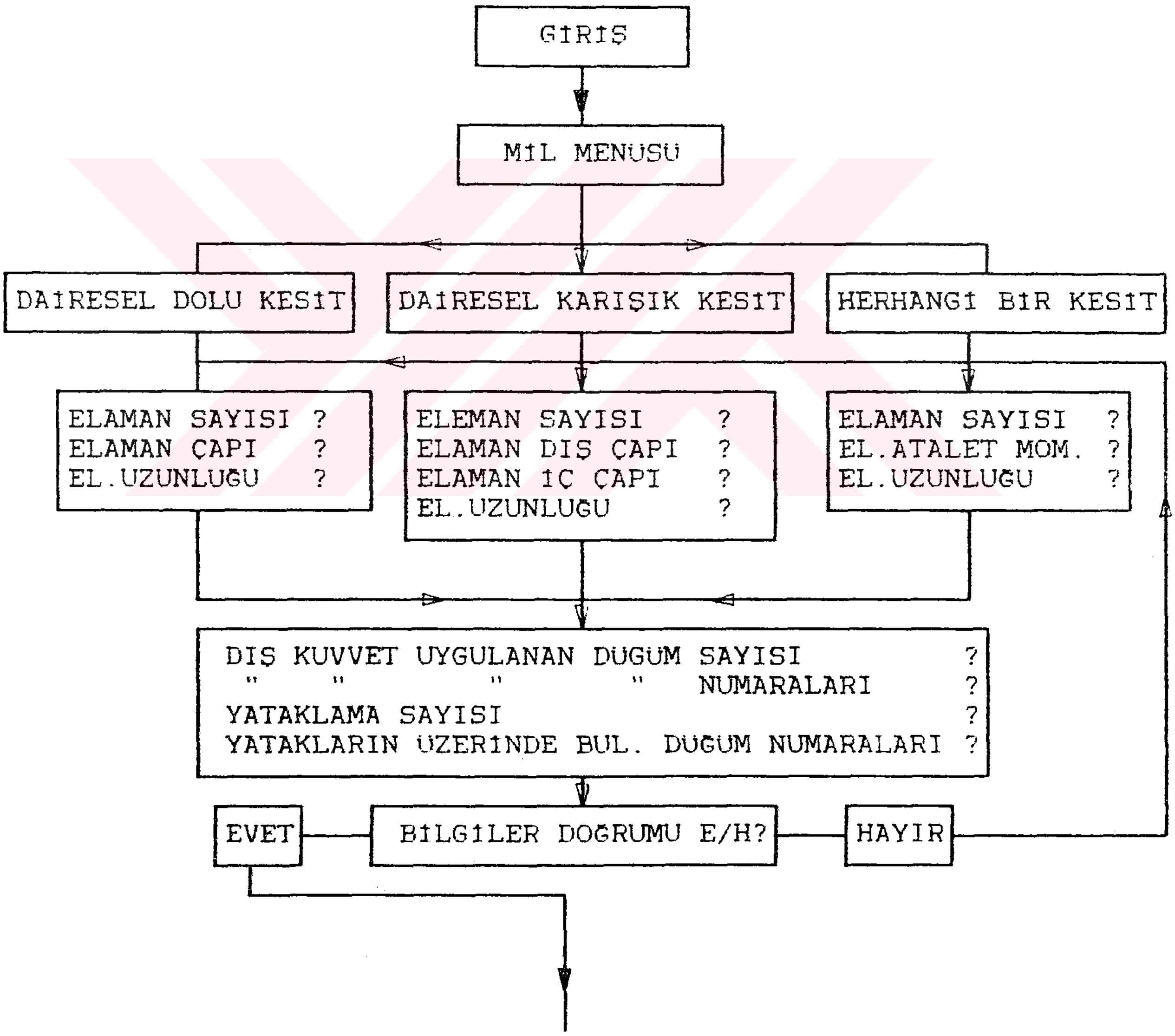
dir. [K] matrisi elaman direngenlik matrisidir. Bütün elamanları temsil eden ana direngenlik matrisi, elaman matrislerinin belirli bir düzen içinde yerleştirilmeleriyle oluşturulur.

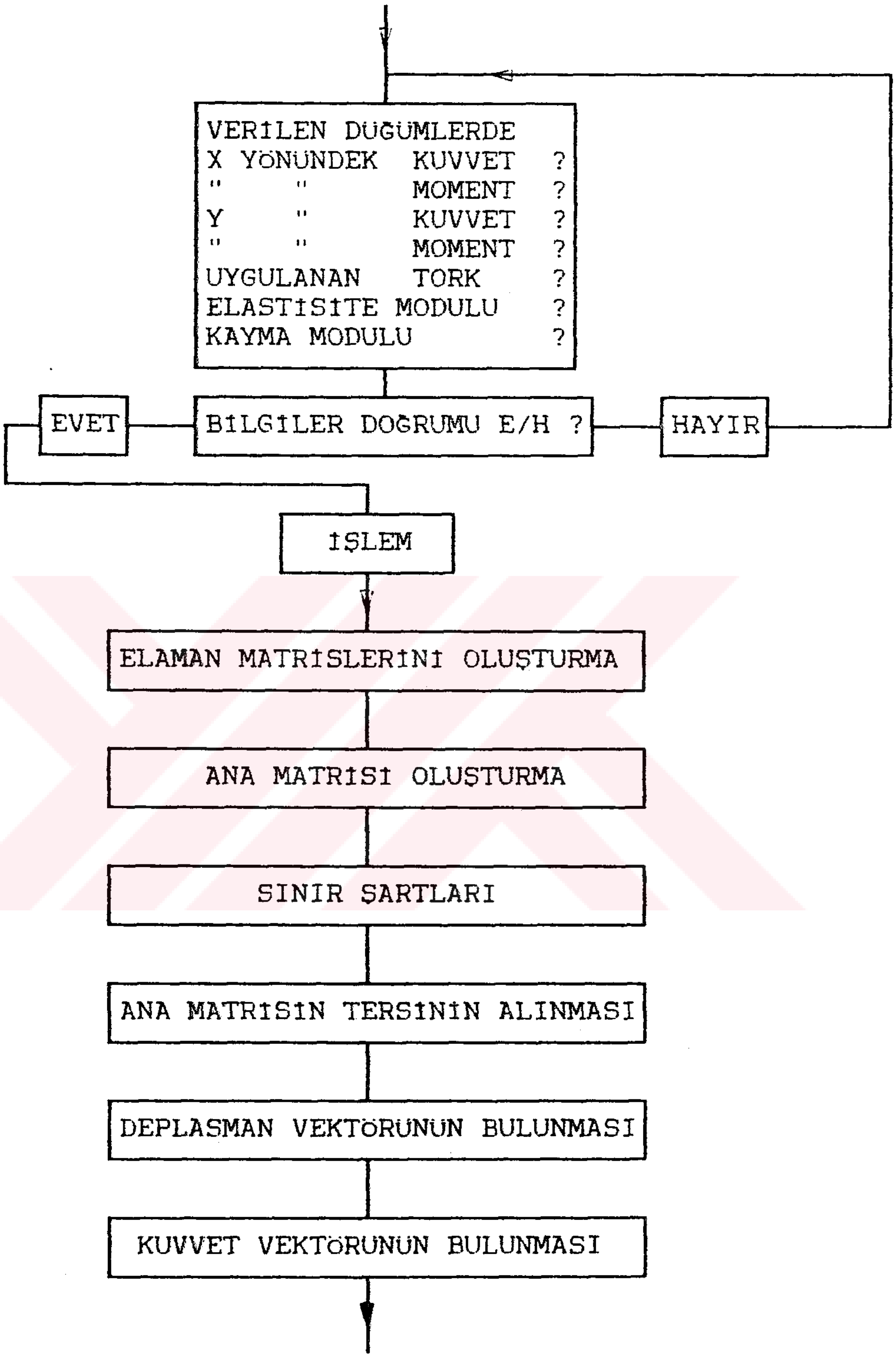
$$\begin{bmatrix} F_1 \\ M_1 \\ T_1 \\ F_2 \\ M_2 \\ T_2 \\ F_3 \\ M_3 \\ T_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} & a_{16} & & & \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} & a_{26} & & & \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} & a_{36} & & & \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44}+b_{11} & a_{45}+b_{12} & a_{46}+b_{13} & b_{14} & b_{15} & b_{16} \\ a_{52} & a_{52} & a_{53} & a_{54}+b_{21} & a_{55}+b_{22} & a_{56}+b_{23} & b & b & b_{26} \\ a_{61} & a_{62} & a_{63} & a_{64}+b_{31} & a_{65}+b_{32} & a_{66}+b_{33} & b & b & b \\ & & & b_{41} & b_{42} & b_{44}+c_{11} & b_{45}+c_{12} & b & b \\ & & & b & b & b & b & b & b \\ & & & b & b & b & b & b & b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \upsilon_1 \\ \theta_1 \\ \phi_1 \\ \upsilon_2 \\ \theta_2 \\ \phi_2 \\ \upsilon_3 \\ \theta_3 \\ \phi_3 \end{bmatrix} \quad (1.2.12)$$

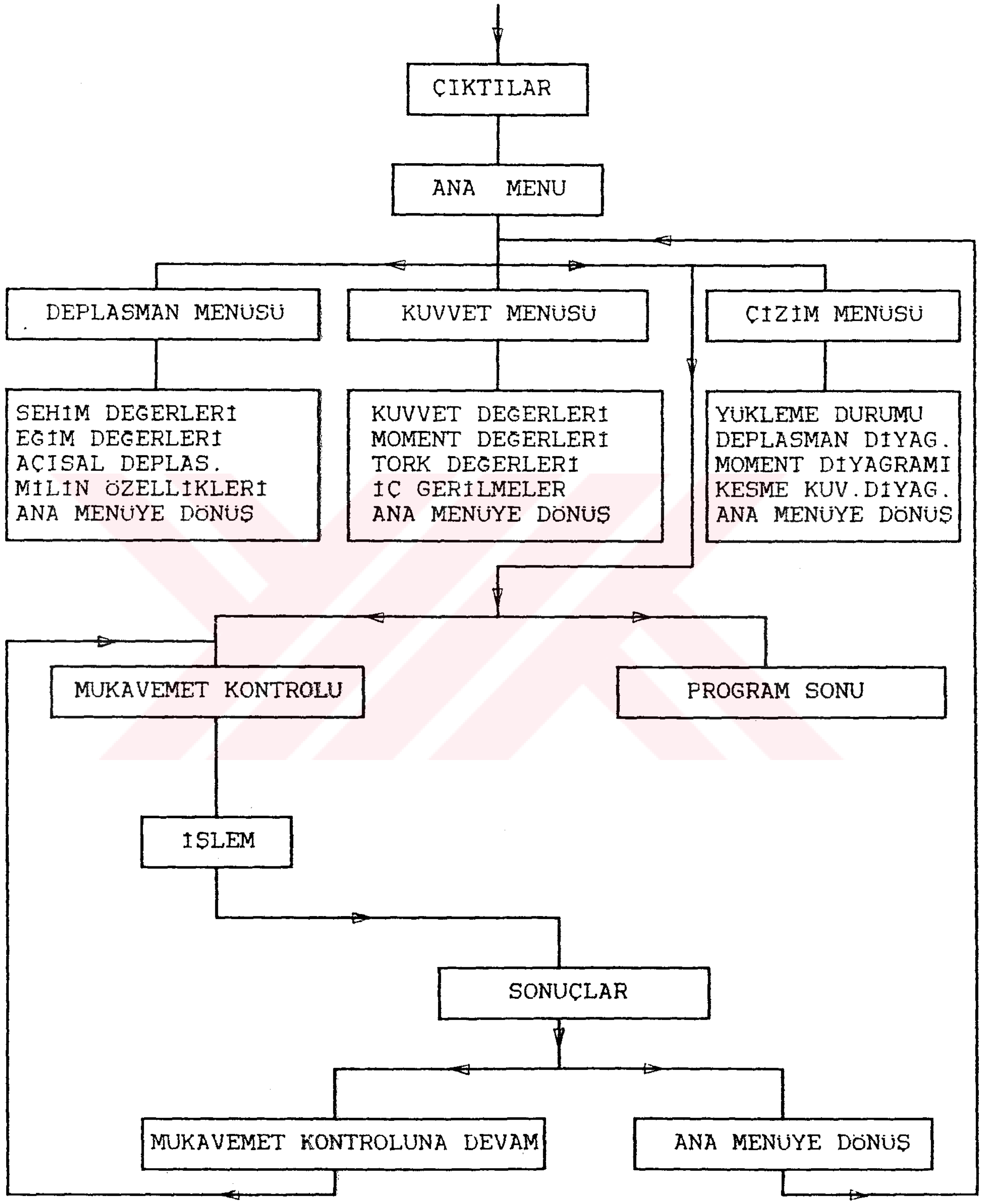
Yukarıda görüleceği üzere elamanları birleştiren ortak düğümlere karşılık gelen terimler toplanmakta ve diğer terimler değiştirilmeden alınmaktadır. Burada her elaman iki düğümden oluştuğu ve herdüğüm için üç deplasman alındığı için elaman direngenlik matrisleri üç serbestlik derecesine sahiptir ve ana direngenlik matrisi altı elaman genişliğinde bantlı bir diagonal, simetrik bir matristir. [1]

BÖLÜM 2 BİLGİSAYAR PROGRAMI

2.1 AKIŞ ŞEMASI




VERİLEN DÜĞÜMLERDE
X YÖNÜNDEK KUVVET ?
" " MOMENT ?
Y " KUVVET ?
" " MOMENT ?
UYGULANAN TORK ?
ELASTİSİTE MODULU ?
KAYMA MODULU ?
EVET
BİLGİLER DOĞRUMU E/H ?
HAYIR
İŞLEM
ELAMAN MATRİSLERİNİ OLUŞTURMA
ANA MATRİSİ OLUŞTURMA
SINIR ŞARTLARI
ANA MATRİSİN TERSİNİN ALINMASI
DEPLASMAN VEKTÖRÜNÜN BULUNMASI
KUVVET VEKTÖRÜNÜN BULUNMASI


ÇIKTILAR
ANA MENU
DEPLASMAN MENÜSÜ
KUVVET MENÜSÜ
ÇİZİM MENÜSÜ
SEHİM DEĞERLERİ
EĞİM DEĞERLERİ
AÇISAL DEPLAS.
MİLİN ÖZELLİKLERİ
ANA MENÜYE DÖNÜŞ
KUVVET DEĞERLERİ
MOMENT DEĞERLERİ
TORK DEĞERLERİ
İÇ GERİLMELER
ANA MENÜYE DÖNÜŞ
YÜKLEME DURUMU
DEPLASMAN DİYAG.
MOMENT DİYAGRAMI
KESME KUV.DİYAG.
ANA MENÜYE DÖNÜŞ
MUKAVEMET KONTROLU
PROGRAM SONU
İŞLEM
SONUÇLAR
MUKAVEMET KONTROLUNA DEVAM
ANA MENÜYE DÖNÜŞ

2.2 BİLGİ GİRİŞİ

Bölüm 2.1 de verilen program akış şeması basit olarak bir ön bilgi verebilir. Fakat programın nasıl çalıştırılacağı aşağıda ayrıntılı olarak verilecektir.

İlk olarak kontrol edilecek olan milin bilgisayarda modellene bilmesi için Bölüm 1.1 de verilen bilgiler doğrultusunda elamanlarına ayrılması gerekir. Çünkü program çalıştırıldığında milinize ait gerekli bilgileri isteyecektir. Bu bilgiler mil menüsünden seçilen mil seçeneğine göre farklı olmaktadır.Aşağıda mil menüsü ve gerekli bilgiler açıklanacaktır.

2.2.1 MiL MENÜSÜ

1.Dairesel dolu kesit
2.Dairesel karışık kesit
3.Herhangibir kesit

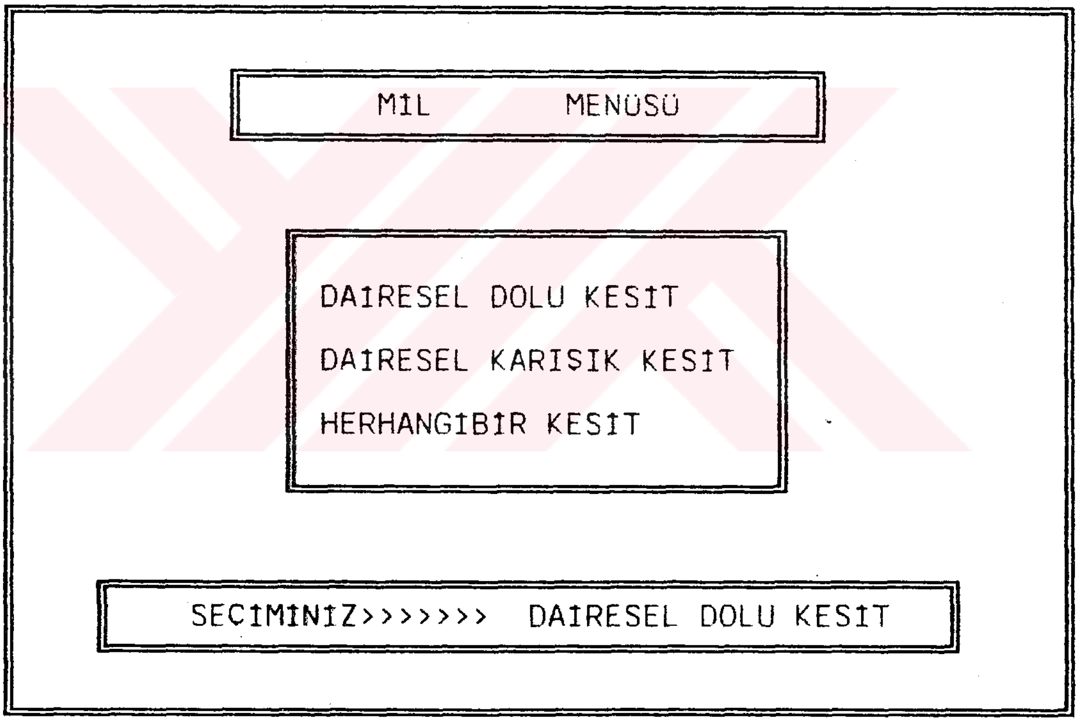
1. DAİRESEL DOLU KESİT
   Gerekli bilgiler:
   a. Elaman sayısı
   b. Elamanların çapları
   c. Elamanların uzunlukları

2. DAİRESEL KARIŞIK KESİT
   Gerekli bilgiler:
   a. Elaman sayısı
   b. Elamanların dış çapları

c. Elamanların iç çapları
d. Elamanların uzunlukları

3. HERHANGİ BİR KESİT

Gerekli bilgiler:
a. Elamanların atalet momentleri (alanın ikinci momenti)
b. Elamanların uzunlukları



Şekil 2.2.1 Mil menüsü

Kontrol edilecek her hangibir geometriye sahip mil veya kirişe ait ilgili bilgilerin önceden hazırlanması gereklidir. Mil menüsünden (Şekil 2.2.1) de anlaşılacağı üzere programla sadece yuvarlak ve dolu kesitli milleri değil, herhangibir kesite sahip olan ve kesiti kiriş boyunca değişebilen kirişler de modellenebilir. Bu konudaki esneklik programın önemini ortaya koymaktadır.

2.2.2 DIŞ KUVVETLER VE YATAKLAMA DURUMU

Bilgisayar elamanlara ait yukarıdaki bilgilerden sonra kullanıcıya kaçtane düğüme dış kuvvet uygulandığını ve bu düğüm numaralarını ister. Bundan sonra milin kaç yerinden yataklandığı ve yataklamanın yapıldığı düğüm numaralarını ister. (Şekil 2.2.2) Yatakların bulunduğu düğüm numaralarındaki sehim değerleri sıfır olduğu için sınır şartları olarak çözümde bunların dikkate alınması gerekir aksi durumda çözüm denklemleri tekil olur ve beklenmeyen çok büyük anlamsız değerler elde edilir.

```
  ELAMAN SAYISINI VERINIZ    :13

13 . ELAMAN CAPI    MM    :  25
13 . ELAMAN UZUNLU  MM    :  15


KAC TANE DUGUME  DIS KUVVET UYGULANIYOR   1

1 .  DIS KUVVET UYGULANAN DUGUM NUMARASINI VERINIZ   8

MILINIZ KAC YERDEN YATAKLANMIS    2

2 .  YATAGIN UZERINDE BULUNDUGU DUGUM NUMARASINI GIRINIZ 13



BU DEGERLER DOGRUMU ? (E/H)
```

Şekil 2.2.2 Bilgi girişi

```
 8  DUGUMDE
 X YONUNDEKI KUVVETI GIRINIZ (N)      : -2500
 X YONUNDEKI MOMENTI GIRINIZ (NMM)    : 0
 Y YONUNDEKI KUVVETI GIRINIZ ( N )    : 5000
 Y YONUNDEKI MOMENTI GIRINIZ (NMM)    : 42564
 UYGULANAN TORKU GIRINIZ     (NMM)    : 78654




MALZEME                                    ST 60
ELASTISITE MODULUNU VERINIZ (N/MM2)       212000
KAYMA MODULUNU VERINIZ      (N/MM2)       81200



           BU DEGERLER DOGRUMU     (E/H)
```

Şekil 2.2.3 Dış kuvvet girişi

Yataklama bilgilerinden sonra daha önce verilen düğümkerdeki dışkuvvetleri ,elastisite modulü ve kayma modulünun de girilmesi istenir. (Şekil 2.2.3) Bilgi girişi burada statik analiz için sona ermiştir.

2.3 ANA İŞLEM

Bilgi girişinden sonra program çalışmaya devam eder.İlk önce elamanların direngenlik matrisleri, ve bu matrislerden de milin bütününe ait ana direngenlik matrisi oluşturulur.Ana matrisin oluşturulmasından sonra sınır şartları bu matrise uygulanır. İki yerinden yataklanmış bir mil için enaz üç adet sınır şartı olmalıdır. Bunlar iki yatağın üzeründe bulunduğu düğümlerde sehimlerin sıfır olması ve ayrıca mil üzerinde herhangi bir düğümde açısal deplasmanın sıfır olduğunun kabulüdür.Bu düğüm düğüm pozitif burulma momentinin olduğu düğüm olarak bilgisayar tarafından tayin edilir. Diğer düğümlerdeki açısal deplasmanlar bu referans değere göre hesaplanır. Ana matriste deplasmanların sıfıra eşit olduğu düğümlere karşılık gelen satır ve sutunlardaki diagonal terim 1 (bir) ile , diğer terimler 0 (sıfır) ile değiştirilir.

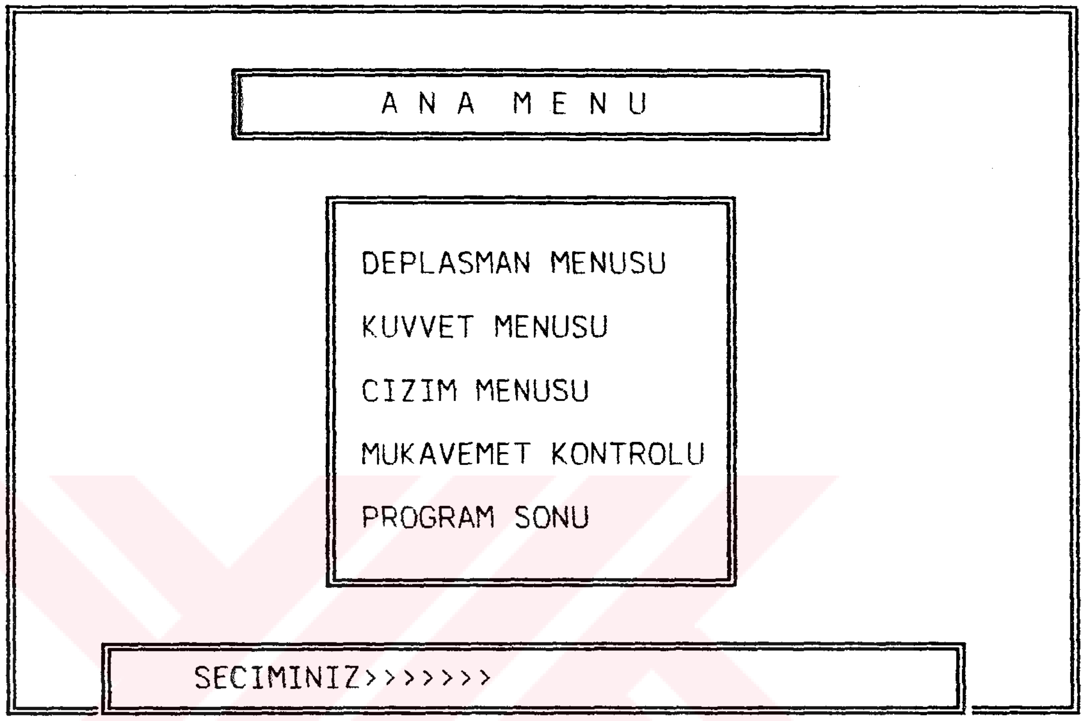
Sınır şartları uygulanan ana matrisin tersi alınır ve elde edilen matris kuvvet vektörüyle çarpılarak yerdeğiştirme vektörü elde edilir. Yerdeğiştirme vektöründeki terimler ayrıştırılarak her elamana ait düğümlerdeki deplasmanlar elde edilir. Yerdeğiştirmeler sehim, eğim, ve açısal dönmedir. Bu noktadan sonra geri dönülerek elamanlardaki yerdeğiştirmeler ile elamanların direngenlik matrisleri çarpılarak iç kuvvetler elde edilir.İç kuvvetler kesme kuvveti, moment, ve burulma momenti (Tork) dir.

2.4 SONUÇLAR

1. Deplasmanlar
   a. Sehim
   b. Eğim
   c. Açısal dönme

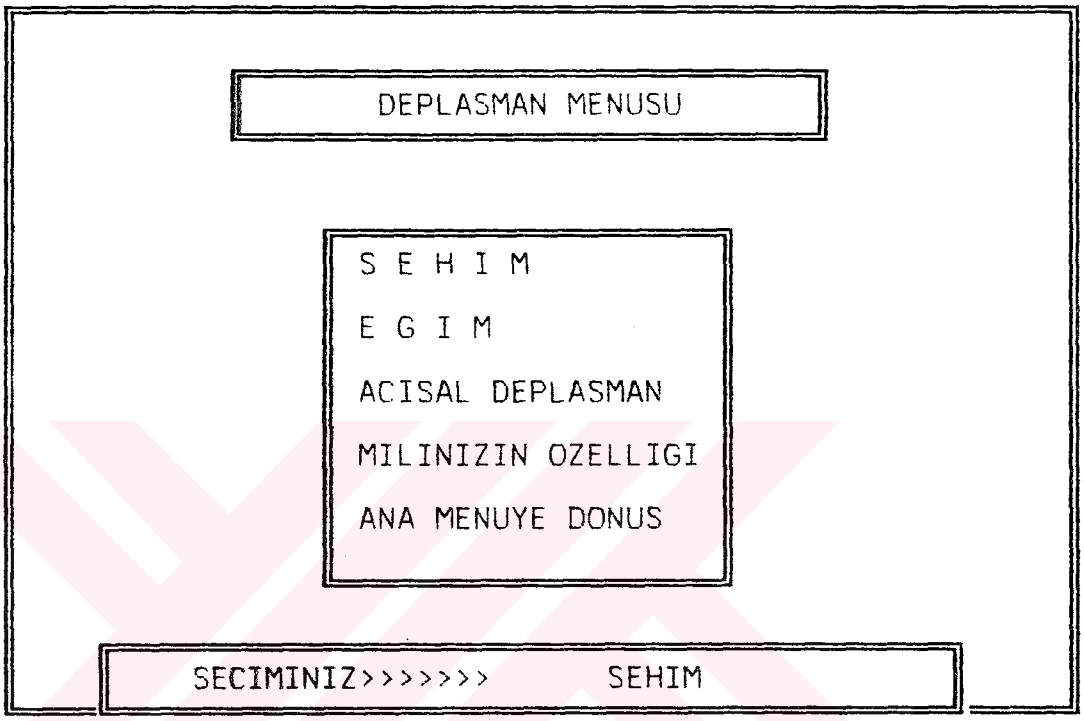
2. İç kuvvetler
   a. Kesme kuvveti
   b. Moment
   c. Tork
   d. Gerilme

3. Çizimler
   a. Yükleme durumu
   b. Deplasmanlar
   c. Moment diyagramı
   d. Kesme kuvveti diyagramı

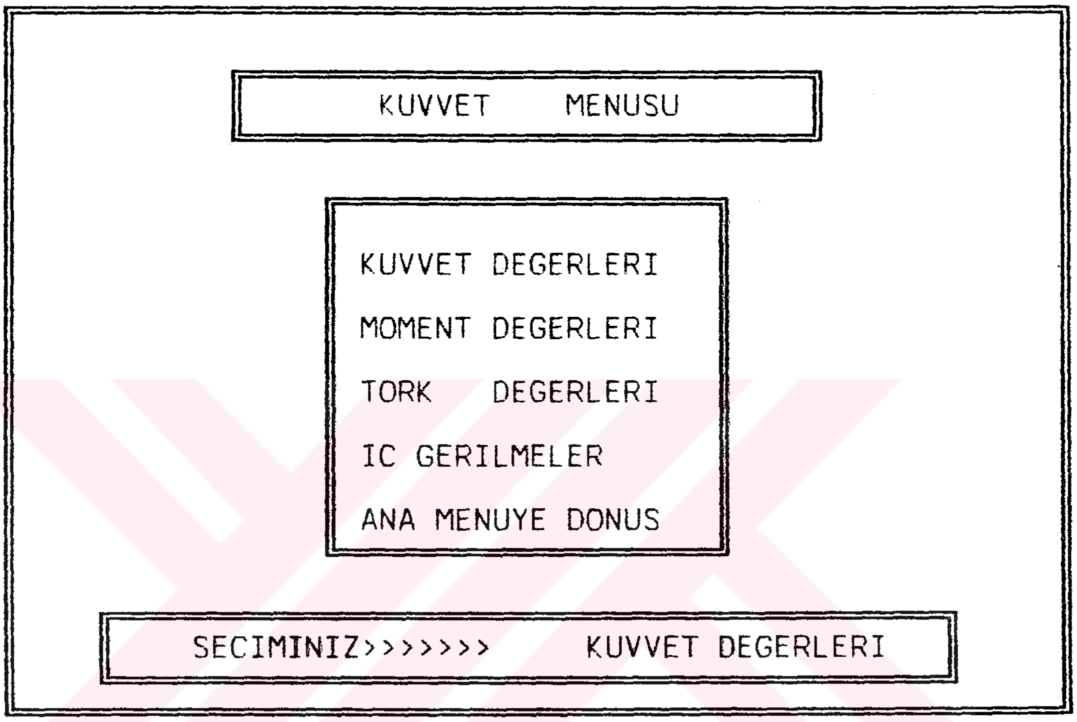


Şekil 2.4.1 Ana menü

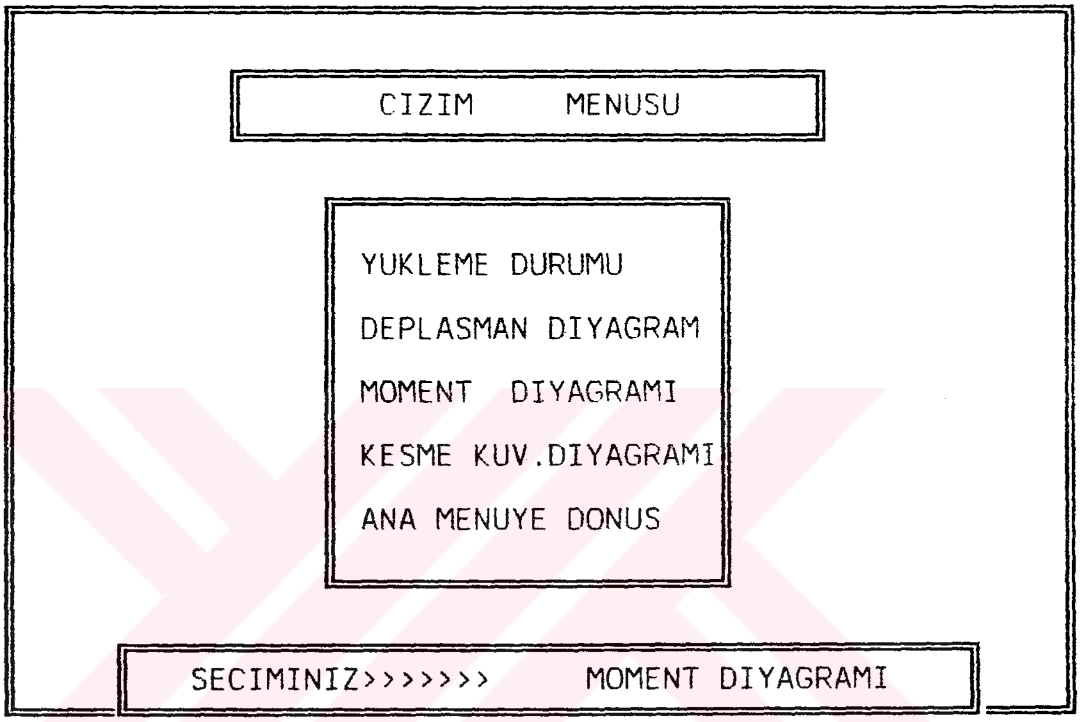
Sonuçların alınması menüler vasıtasıyla kolaylaştırılmıştır. Şekil 2.4.1 'de görüleceği üzere ana menü deplasman, kuvvet, çizim alt menüleriyle mukavemet kontrolu seçeneğinden oluşmuştur. Anamenüden ilgili altmenü seçenekleri ile bu menülerde sunulan çıkış bilgileri bilgisayar ekranına veya yazıcıdan alınabilinir. Şekil 2.4.2 'de deplasman, Şekil 2.4.3 'te kuvvet, Şekil 2.4.4 'te çizim alt menüleri görülüyor.



Şekil 2.4.2 Deplasman alt menüsü



Şekil 2.4.3 Kuvvet alt menüsü



Şekil 2.4.4 Çizim alt menüsü

BÖLÜM 3 MUKAVEMET KOTROLU

3.1 STATİK YÜKLEME

Eğilme, burulma ve eksenel yükleme halinde d çapındaki dolu bir milin dış yüzeyindeki bir noktada oluşan gerilmeler, σ_x ,normal gerilmesi τ_{xy} kayma gerilmesi ;

$$\sigma x = \frac{32M}{\pi d^3} + \frac{4F}{\pi d^2} \tag{3.1.1}$$

$$\tau xy = \frac{16T}{\pi d^3} \tag{3.1.2}$$

dir. Burada M eğilme momenti, F eksenel kuvvet ve T tork tur. Mohr dairesini kullanarak sıfır olmayan iki asal gerilme ;

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma x}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma x}{2}\right)^2 + \tau xy^2} \tag{3.1.3}$$

dir. Bu asal gerilmeler, Max-kayma gerilmesi (τmax) ve Max-şekil değiştirme gerilmesi (σ') ni elde etmek için birleştirilirse;

$$\tau max = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} = \sqrt{(\frac{\sigma x}{2}) + \tau xy^2} \qquad (3.1.4)$$

$$\sigma' = \sqrt{(\sigma_1^2 - \sigma_1\sigma_2 + \sigma_2^2)} = \sqrt{(\sigma x^2 + 3\tau xy^2)} \qquad (3.1.5)$$

Denklem (3.1.1) ve (3.1.2), denklem (3.1.4) ve (3.1.5) de yerine konarak ;

$$\tau max = \frac{2}{\pi d^3} \sqrt{(8M + Fd)^2 + 8T^2} \qquad (3.1.6)$$

$$\sigma' = \frac{4}{\pi d^3} \sqrt{(8M + Fd)^2 + 48T^2} \qquad (3.1.7)$$

elde edilir. Maksimum kayma gerilmesi için

$$\tau em = \frac{Sy}{2.n} \qquad (3.1.8)$$

yazılır. Burada Sy akma mukavemeti , n emniyet katsayısıdır. F eksenel kuvveti çok küçük olduğu için ihmal edilsin, böylece Mak.kay.gerilmesi teoremi için,

$$\frac{1}{n} = \frac{32}{\pi d^3 \, Sy} \sqrt{(M^2 + T^2)} \qquad (3.1.9)$$

Maksimum şekil değiştirme teoremi için,

$$\sigma em = \frac{Sy}{n} \tag{3.1.10}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi d^3\, Sy} \sqrt{(4M^2+3T^2)} \tag{3.1.11}$$

elde edilir. [2]

3.2 DİNAMİK YÜKLEME

Eğilme gerilmesi milin dönmesi sebebiyle tam değişkendir. Burulma gerilmesi ise sabit kalmaktadır. Bu halde (3.1.1) ve (3.1.2) denklemleri ;

$$\sigma xa = \frac{32.Ma}{\pi\, d^3} \qquad (3.2.1)$$

$$\tau xym = \frac{16.Tm}{\pi . d^3} \qquad (3.2.2)$$

haline gelir.
Eğer Max-kayma gerilmesi teoremi kullanılır ise iki mohr dairesiyle ayrı ayrı σa ve τm gerilmeleri bulunur.

$$\sigma a = 2\tau a \;\; ; \;\; \sigma m = 2\tau m \qquad (3.2.3)$$

Eğer Max-Distorsion-Enerji teoremi kullanılırsa ;

$$\sigma a = \sigma xa \;\; ; \sigma m = \sqrt{3}\,\tau xym \qquad (3.2.4)$$

bulunur.

Tablo 5.2.1 Miller için yorulma mukavemeti bağıtıları

Soderberg	a	$\frac{n.\sigma a}{Se} + \frac{n.\sigma m}{Sy} = 1$
Goodman	b	$\frac{n.\sigma a}{Se} + \frac{n.\sigma m}{Sut} = 1$
Gerber	c	$\frac{n.\sigma a}{Se} + (\frac{n.\sigma m}{Sut})^2 = 1$
ASME elliptic	d	$(\frac{n.\sigma a}{Se})^2 + (\frac{n.\sigma m}{Sy})^2 = 1$
Bağcı	e	$\frac{n.\sigma a}{Se} + (\frac{n.\sigma m}{Sy})^4 = 1$

Maksimum kayma gerilmesi teoremi ile Soderberg bagıntısına uygulanırsa;

$$\frac{1}{n} = \frac{32}{\pi d^3} [(\frac{Mm}{Sy} + \frac{K_f Ma}{Se})^2 + (\frac{Tm}{Sy} + \frac{K_{fs} Ta}{Se})^2]^{0.5} \quad (3.2.5)$$

elde edilir. Diğer bağıntılar ve ayrıntılı bilgiler için referans [2] ye bakılabilir. Burada ;

Sy : akma mukavemeti
Sut : çekme mukavameti
Se : sürekli mukavemet gerilmesi
Se′ : çentiksiz ve yüzeyleri parlatılmış deney m alzemesinin sürekli mukavemet gerilmesi.
Mm : sabit eğilme momenti
Ma : değişen eğilme momenti
Tm : sabit burulma momenti
Ta : değişen burulma momenti
K_f : gerçek gerilme yığılma faktörü (eğilmede)
Kt : teorik " " " "
K_{fs} : gerçek gerilme yığılması faktörü (burulmada)
Kts : teorik " " " "
q : çentik hassasiyeti faktörü

$$K_f = 1+q\,(Kt - 1) \qquad (3.2.6)$$

$$K_f = \frac{\text{Çentiksiz gerilme genliği}}{\text{Çentikli gerilme genliği)}} \qquad (3.2.7)$$

$$K_f, Kt > 1 \quad ; \quad Kt > K_f$$

$$q : \frac{\text{Gerçek gerilme büyümesi}}{\text{Teorik gerilme büyümesi}} \quad (3.2.8)$$

$$q = \frac{K_f - 1}{Kt - 1} \quad (3.2.9)$$

$$Sc = Ka.Kb.Kc.Kd.Ke.Kh.Se' \quad (3.2.10)$$

Ka : Yüzey faktörü
Kb : Boyut faktörü
Kc : Yük faktörü
Kd : Sıcaklık faktörü
Ke : Gerilme yığılması için düzeltilmiş faktör.
Kh : Diğer etklerin (korozyon vs.)faktörü

Yüzey faktörü $Ka = a.Sut^b$

Yüzey durumu	a	b
Taşlanmış	1.58	-0.085
Talaş kal.dırılmış ve soğuk çekilmiş	4.51	-265
Sıcak haddelenmiş	57.7	-0.718
Dövülmüş	222	-0.995

Boyut faktörü Kb;

1	$d < 8mm$
$1.189\, d^{-0.097}$	$8mm < d < 250mm$

Yük fakktörü Kc;

0.923	eksenel yükleme	Sut < 1520 MPa
1	" "	Sut > 1520 MPa
1	eğilme	
0.577	burulma ve kesme	

Sıcaklık faktörü Kd;

1	$T < 350°C$
0.5	$350°C < T < 500°C$

Gerilme yığılması düzeltme faktörü Ke;

$$Ke = \frac{1}{K_f}$$

Deney malzemesinin sürekli mukavemet gerilmesi Se′

0.540 Sut	Sut < 1400 MPa
700 MPa	Sut > 1400 MPa

Bilgisayarda Mukavemet kontrolu yapılırken bilgi girişi için yukarıda verilen yardımcı tablolar kullanılabilinir. [2]

MALZEME ÖZELLİKLERİ

MALZEME	ST 52	
ELASTİSİTE MODULÜ	208000	N/mm2
KAYMA MODULÜ	78200	N/mm2

YUKLEME DURUMU

6 DÜĞÜMDE		
X YÖNÜNDEKİ KUVVET	(N)	-1250
Y YÖNÜNDEKİ KUVVET	(N)	2000
X YÖNÜNDEKİ MOMENT	(N.mm)	35650
Y YÖNÜNDEKİ MOMENT	(N.mm)	0
TORK	(N.mm)	50000
10 DÜĞÜMDE		
X YÖNÜNDEKİ KUVVET	(N)	-2000
Y YÖNÜNDEKİ KUVVET	(N)	1250
X YÖNÜNDEKİ MOMENT	(N.mm)	0
Y YÖNÜNDEKİ MOMENT	(N.mm)	32323
TORK	(N.mm)	-50000

BOYUTLAR

	ELAMAN ÇAPI	ELAMAN UZUNLUĞU
1 .	20	12
2 .	20	12
3 .	25	15
4 .	30	20
5 .	45	50
6 .	45	30
7 .	55	10
8 .	46	15
9 .	40	20
10 .	40	50
11 .	35	12
12 .	30	15
13 .	25	20
14 .	20	12
15 .	20	12

YATAKLAMA DURUMU

1 .YATAKLAMA	2 .DUĞUMDE
2 .YATAKLAMA	15 .DUĞUMDE

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sonlu elamanlar yöntemini kullanan program, millerin kolay, hızlı ve gerçek şartlarda modellenebilmesini sağlamaktadır. Günümüzde artık boyut olarak çok küçük ölçüler bile çok önemlidir. Çünkü teknoloji ilerlemiştir, çok kompleks ve hassas makinalar imal edilmektedir. Şüphesiz bu makinaların tasarım hesapları karmaşıktır ve yapılırken cok titizlik gösterilmesi gerekir. Ancak, bu karmaşık ve hassas hesapları klasik yöntemlerle yapmak imkansızdır. İşte burada bilgisayarların ve geliştirilen hesaplama yöntemlerinin önemi anlaşılır.

İlgili bölümlerde anlatıldığı gibi burada anlatılan bilgisayar programı kullanıcılar için kullanma kolaylığı dikkate alınarak, yazılmıştır ve kullanım esnasında kullanıcıya yardımcı olacak yazılımlarla kullanımı zevkli hale getirilmiştir. Ekte verilen uygulama örneklerinden de görüleceği üzere analiz edilen mile ait analiz sonuçları tasarımcılar için çok büyük kolaylık oluştur. Kontrol edilen milin uzunluğu boyunca deplasmanlar, içkuvvetler, deplasman ve içkuvvet diyagramlarının tablo ve grafik olarak sunulması da çok önemli tasarın kolaylığı sağlar. Dinamik şartlar için de mukavemet kontrolu ve boyutlandırma yapılabilinir. Mukavemet kontrolu için Maksimum Kayma gerilmesi ve Maksimum Şekil Değiştime Enerjisi teoremleriyle Soderberg ve Goodman bağıntılarının kullanımı iyi sonuçlar vermektedir.

Esasen program çok daha kapsamlı olabilrdi,örneğin yorulma analizi için gerekli tablolar veya bu tabloların formulleştirilmiş halleri programa eklenebilirdi. Fakat böyle kapsamlı bir program için fazla zaman gereksinimi vardır; ve ancak belirli dillerde yazılabilir. Özellikle bellek ihtiyacı bu tür programları sınırlamaktadır. Pekçok derleyici derleyici belleğinden başka bir belleği kullanamamaktadır. Bu sebebten proğramın yazıldığı dil de önemlidir. Bu program kişisel bilgisayarların esas belleğini kullanabilme imkanını sağlayabilen bir dil olan Quick Basic dilinde yazılmıştır. Fakat programın kapsamlı olarak diğer dillerde (C , Pascal vb.) yazılması bir doktora çalışması olabilir.

REFERANSLAR

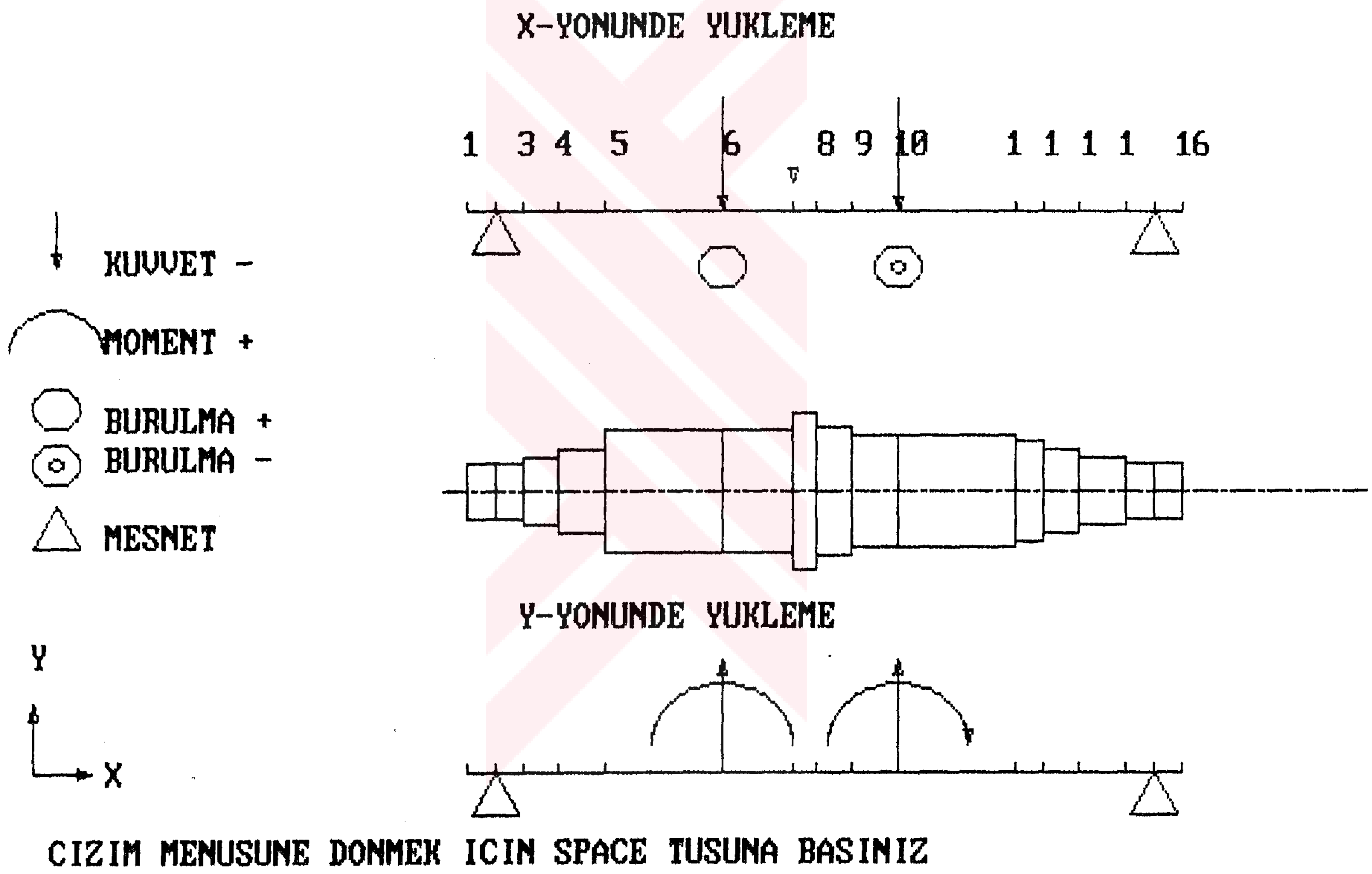
[1] GÜNAY, D., Mühendisler için Sonlu Elamanlar Metodunun Temelleri, Çeviri, B. NATH 1974 ,Humanities Press Inc.New York.

Sonlu Elamanlar ders notları Sakarya Ü. 1990

[2] SHIGLEY, J.E, Mechanical Engineering Desing, Seventh Edition , McGraw Hill, 1989

EKLER

1. UYGULAMA


X-YONUNDE YUKLEME
1 3 4 5 6 8 9 10 1 1 1 1 16
KUVVET -
MOMENT +
BURULMA +
BURULMA -
MESNET
Y-YONUNDE YUKLEME
Y
X
CIZIM MENUSUNE DONMEK ICIN SPACE TUSUNA BASINIZ

SEHİM (mm)

DUGUM	SEHIM-X	SEHIM-Y	MAX.SEHİM
1	0.008352	-0.008316	0.011786
2	0.000000	0.000000	0.000000
3	-0.009041	0.008988	0.012748
4	-0.018311	0.018242	0.025847
5	-0.027523	0.027509	0.038913
6	-0.042064	0.042391	0.059719
7	-0.046494	0.046618	0.065841
8	-0.047373	0.047395	0.067012
9	-0.048217	0.048061	0.068079
10	-0.047634	0.047353	0.067166
11	-0.035097	0.035199	0.049707
12	-0.030298	0.030443	0.042951
13	-0.022838	0.022997	0.032411
14	-0.009636	0.009725	0.013690
15	0.000000	0.000000	0.000000
16	0.009024	-0.009097	0.012814

EGİM (rad)

DUGUM	EGİM-X	EGİM-Y	MAX.EGİM
1	-0.000696	0.000693	0.000982
2	-0.000696	0.000693	0.000982
3	-0.000620	0.000619	0.000876
4	-0.000494	0.000496	0.000700
5	-0.000340	0.000346	0.000485
6	-0.000192	0.000201	0.000278
7	-0.000093	0.000088	0.000128
8	-0.000077	0.000072	0.000105
9	-0.000027	0.000023	0.000035
10	0.000097	-0.000086	0.000130
11	0.000343	-0.000338	0.000481
12	0.000406	-0.000403	0.000572
13	0.000516	-0.000516	0.000729
14	0.000685	-0.000689	0.000971
15	0.000752	-0.000758	0.001068
16	0.000752	-0.000758	0.001068

AÇISAL YERDEGİŞTİRME

DUGUM	RADYAN
1	0.000000
2	-0.000000
3	-0.000000
4	-0.000000
5	-0.000000
6	-0.000000
7	-0.000048
8	-0.000055
9	-0.000077
10	-0.000127
11	-0.000127
12	-0.000127
13	-0.000127
14	-0.000127
15	-0.000127
16	-0.000127

KESME KUVVETİ (N)

		KUVVET ----- X	KUVVET ----Y	MAX.KUVVET
ELEMAN 1	DUGUM 1	0	-1	0
ELEMAN 1	DUGUM 2	0	-1	0
ELEMAN 2	DUGUM 2	1721	-1680	2404
ELEMAN 2	DUGUM 3	1721	-1680	2404
ELEMAN 3	DUGUM 3	1721	-1680	2404
ELEMAN 3	DUGUM 4	1721	-1680	2404
ELEMAN 4	DUGUM 4	1721	-1680	2404
ELEMAN 4	DUGUM 5	1721	-1680	2404
ELEMAN 5	DUGUM 5	1721	-1680	2404
ELEMAN 5	DUGUM 6	1721	-1680	2404
ELEMAN 6	DUGUM 6	471	-321	569
ELEMAN 6	DUGUM 7	471	-321	569
ELEMAN 7	DUGUM 7	471	-321	569
ELEMAN 7	DUGUM 8	471	-321	569
ELEMAN 8	DUGUM 8	471	-321	569
ELEMAN 8	DUGUM 9	471	-321	569
ELEMAN 9	DUGUM 9	471	-321	569
ELEMAN 9	DUGUM 10	471	-321	569
ELEMAN 10	DUGUM 10	-1529	1570	2191
ELEMAN 10	DUGUM 11	-1529	1570	2191
ELEMAN 11	DUGUM 11	-1529	1570	2191
ELEMAN 11	DUGUM 12	-1529	1570	2191
ELEMAN 12	DUGUM 12	-1529	1570	2191
ELEMAN 12	DUGUM 13	-1529	1570	2191
ELEMAN 13	DUGUM 13	-1529	1570	2191
ELEMAN 13	DUGUM 14	-1529	1570	2191
ELEMAN 14	DUGUM 14	-1529	1570	2191
ELEMAN 14	DUGUM 15	-1529	1570	2191
ELEMAN 15	DUGUM 15	-1	0	0
ELEMAN 15	DUGUM 16	-1	0	0

EĞİLME MOMENTİ (N.mm)

		MOMENT---X	MOMENT---Y	MAX.MOMENT
ELEMAN 1	DUGUM 1	0	-1	0
ELEMAN 1	DUGUM 2	0	-1	0
ELEMAN 2	DUGUM 2	0	-1	0
ELEMAN 2	DUGUM 3	20653	-20154	28856
ELEMAN 3	DUGUM 3	20653	-20153	28856
ELEMAN 3	DUGUM 4	46470	-45345	64927
ELEMAN 4	DUGUM 4	46470	-45345	64928
ELEMAN 4	DUGUM 5	80893	-78933	113022
ELEMAN 5	DUGUM 5	80893	-78933	113023
ELEMAN 5	DUGUM 6	166950	-162904	233259
ELEMAN 6	DUGUM 6	131300	-162905	209231
ELEMAN 6	DUGUM 7	145434	-153287	211300
ELEMAN 7	DUGUM 7	145433	-153286	211299
ELEMAN 7	DUGUM 8	150147	-150082	212293
ELEMAN 8	DUGUM 8	150146	-150082	212293
ELEMAN 8	DUGUM 9	157214	-145273	214057
ELEMAN 9	DUGUM 9	157214	-145274	214057
ELEMAN 9	DUGUM 10	166638	-138863	216912
ELEMAN 10	DUGUM 10	166637	-171186	238898
ELEMAN 10	DUGUM 11	90198	-92660	129312
ELEMAN 11	DUGUM 11	90198	-92660	129311
ELEMAN 11	DUGUM 12	71852	-73814	103010
ELEMAN 12	DUGUM 12	71852	-73814	103010
ELEMAN 12	DUGUM 13	48921	-50257	70135
ELEMAN 13	DUGUM 13	48921	-50257	70135
ELEMAN 13	DUGUM 14	18345	-18846	26300
ELEMAN 14	DUGUM 14	18345	-18847	26300
ELEMAN 14	DUGUM 15	0	-1	0
ELEMAN 15	DUGUM 15	0	-1	0
ELEMAN 15	DUGUM 16	0	-1	0

TORK (N.mm)

ELEMAN 1	DÜGÜM 1	-1
ELEMAN 1	DÜGÜM 2	-1
ELEMAN 2	DÜGÜM 2	-1
ELEMAN 2	DÜGÜM 3	-1
ELEMAN 3	DÜGÜM 3	-1
ELEMAN 3	DÜGÜM 4	-1
ELEMAN 4	DÜGÜM 4	-1
ELEMAN 4	DÜGÜM 5	-1
ELEMAN 5	DÜGÜM 5	-1
ELEMAN 5	DÜGÜM 6	-1
ELEMAN 6	DÜGÜM 6	-50000
ELEMAN 6	DÜGÜM 7	-50000
ELEMAN 7	DÜGÜM 7	-50001
ELEMAN 7	DÜGÜM 8	-50001
ELEMAN 8	DÜGÜM 8	-50000
ELEMAN 8	DÜGÜM 9	-50000
ELEMAN 9	DÜGÜM 9	-50001
ELEMAN 9	DÜGÜM 10	-50001
ELEMAN 10	DÜGÜM 10	-1
ELEMAN 10	DÜGÜM 11	-1
ELEMAN 11	DÜGÜM 11	-1
ELEMAN 11	DÜGÜM 12	-1
ELEMAN 12	DÜGÜM 12	-1
ELEMAN 12	DÜGÜM 13	-1
ELEMAN 13	DÜGÜM 13	-1
ELEMAN 13	DÜGÜM 14	-1
ELEMAN 14	DÜGÜM 14	-1
ELEMAN 14	DÜGÜM 15	-1
ELEMAN 15	DÜGÜM 15	-1
ELEMAN 15	DÜGÜM 16	-1

GERILME ANALIZI (N/mm2)

		NOR.GER.	BUR.GER.	MAX.KAY.GER.	SAL GER.1	ASAL GEF
EL. 1	DUG. 1	0	−1	0	−1	0
EL. 1	DUG. 2	0	−1	0	−1	0
EL. 2	DUG. 2	0	−1	0	−1	0
EL. 2	DUG. 3	36	−1	18	0	36
EL. 3	DUG. 3	18	−1	9	0	18
EL. 3	DUG. 4	42	−1	21	0	42
EL. 4	DUG. 4	24	−1	12	0	24
EL. 4	DUG. 5	42	−1	21	0	42
EL. 5	DUG. 5	12	−1	6	0	12
EL. 5	DUG. 6	26	−1	13	0	26
EL. 6	DUG. 6	23	−3	12	−1	23
EL. 6	DUG. 7	23	−3	12	−1	23
EL. 7	DUG. 7	12	−2	6	−1	13
EL. 7	DUG. 8	12	−2	6	−1	13
EL. 8	DUG. 8	22	−3	11	−1	22
EL. 8	DUG. 9	22	−3	11	−1	22
EL. 9	DUG. 9	34	−4	17	−1	34
EL. 9	DUG. 10	34	−4	17	−1	34
EL. 10	DUG. 10	38	−1	19	0	38
EL. 10	DUG. 11	20	−1	10	0	20
EL. 11	DUG. 11	30	−1	15	0	30
EL. 11	DUG. 12	24	−1	12	0	24
EL. 12	DUG. 12	38	−1	19	0	38
EL. 12	DUG. 13	26	−1	13	0	26
EL. 13	DUG. 13	45	−1	22	0	45
EL. 13	DUG. 14	17	−1	8	0	17
EL. 14	DUG. 14	33	−1	16	0	33
EL. 14	DUG. 15	0	−1	0	−1	0
EL. 15	DUG. 15	0	−1	0	−1	0
EL. 15	DUG. 16	0	−1	0	−1	0

MUKAVEMET KONTROLU VE YORULMA ANALIZI

GIRIS

Dugum numarasi	10	
Malzemenin cekme mukavemeti	520	N/mm2
Malzemenin akma mukavemeti	370	N/mm2
Egilmede surekli mukavemet gerimesi	220	N/mm2
Burulmada surekli mukavemet gerilmesi	200	N/mm2
Maksimum egilme gerilmesi	34	N/mm2
Minumum egilme gerilmesi	-34	N/mm2
Maksimum burulma gerilmesi	4	N/mm2
Minumum burulma gerilmesi	4	N/mm2
Istedigininiz emniyet katsayisi	3	
Centik hassasiyeti faktoru	.9	
Egilmede gerilme yigilma faktoru	1.9	
Burulmada gerilme yigilma faktoru	1.82	
Yuzey duzeltme faktoru	.91	
Boyut duzeltme faktoru	.8089601	
Gerilme yigilmasi duzelme faktoru	.5524862	
Scaklik duzeltme faktoru	1	
Diger etkiler icin duzeltme faktoru	1	

CIKIS

STATIK YUKLEMEDE EMNIYET KATSAYILARI:

Teoriler:

Maksimum kayma gerilmesi teoremi	107.5869
Maksimum sekil degistirme enerjisi teoremi	124.2306

DINAMIK YUKLEMEDE SUREKLI MUK.ICIN EMNIYET KATSAYILARI :

Maksimum kayma gerilmesi teoremi uygulanarak;

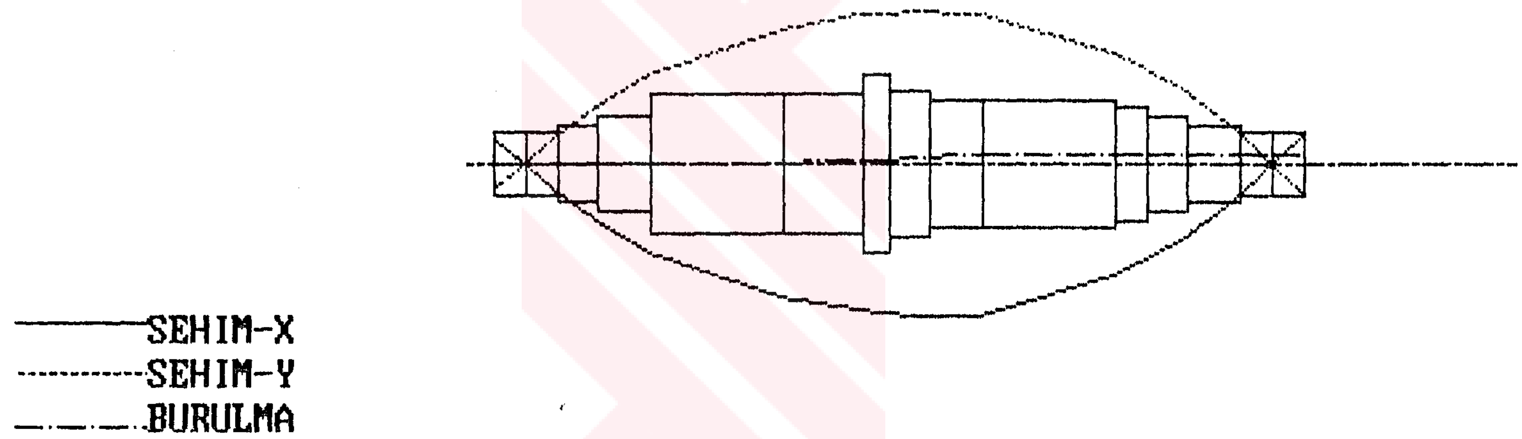
Soderberg bagintisi	3.042786
Goodman bagintisi	3.043387

Maksimum sekil degistirme teoremi uygulanarak;

Soderberg bagintisi	2.971201
Goodman bagintisi	2.991842

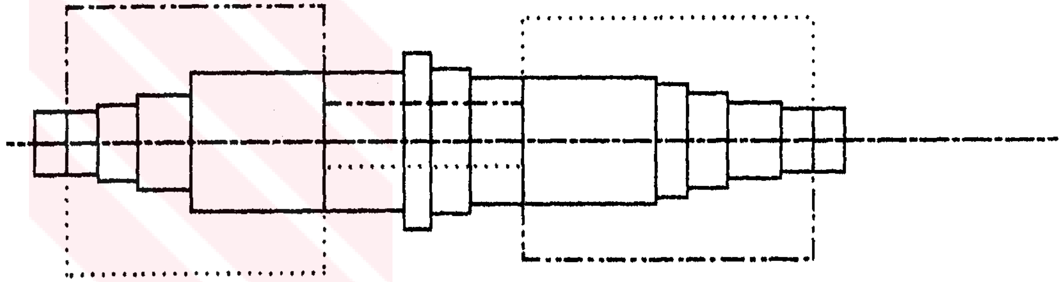
Emniyet katsayisi sartiniz	3	
Eski cap	40	mm
Emniyet sartinizi saglayan cap	53	mm

YER DEGISTIRME DIYAGRAMI



CIZIM MENUSUNE DONMEK ICIN SPACE TUSUNA BASINIZ

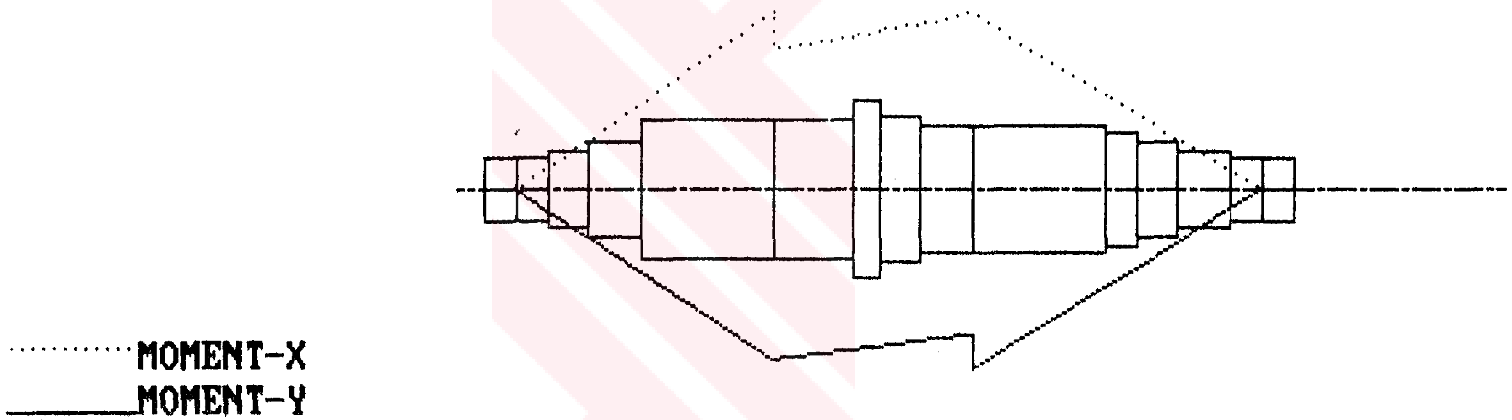
KESME KUVVETI DIYAGRAMI



KUVVET-X
KUVVET-Y

CIZIM MENUSUNE DONMEK ICIN SPACE TUSUNA BASINIZ

MOMENT DIYAGRAMI



CIZIM MENUSUNE DONMEK ICIN SPACE TUSUNA BASINIZ

2. UYGULAMA

MALZEME ÖZELLİKLERİ

MALZEME	ST 60
ELASTİSİTE MODULU	212000
KAYMA MODULU	81200

YUKLEME DURUMU

1 DUGUMDE		
X YÖNUNDEKİ KUVVET	(N)	0
Y YÖNUNDEKİ KUVVET	(N)	0
X YÖNUNDEKİ MOMENT	(N.mm)	0
Y YÖNUNDEKİ MOMENT	(N.mm)	0
TORK	(N.mm)	-78654
8 DUGUMDE		
X YÖNUNDEKİ KUVVET	(N)	-2500
Y YÖNUNDEKİ KUVVET	(N)	5000
X YÖNUNDEKİ MOMENT	(N.mm)	0
Y YÖNUNDEKİ MOMENT	(N.mm)	42564
TORK	(N.mm)	78654

BOYUTLAR

	ELAMAN ÇAPI	ELAMAN UZUNLUGU
1 .	25	20
2 .	25	20
3 .	28	15
4 .	28	15
5 .	35	25
6 .	40	55
7 .	48	65
8 .	48	30
9 .	58	10
10 .	40	60
11 .	35	20
12 .	25	15
13 .	25	15

YATAKLAMA DURUMU

1 .YATAKLAMA	4 .DUGUMDE
2 .YATAKLAMA	13 .DUGUMDE

SEHİM (mm)

DUGUM	SEHIM-X	SEHIM-Y	MAX.SEHİM
1	0.020583	-0.039849	0.044851
2	0.013098	-0.025358	0.028541
3	0.005614	-0.010868	0.012232
4	0.000000	0.000000	0.000000
5	-0.005918	0.011438	0.012879
6	-0.014669	0.028417	0.031980
7	-0.028314	0.055265	0.062096
8	-0.033188	0.065910	0.073794
9	-0.030661	0.061476	0.068698
10	-0.029371	0.059056	0.065956
11	-0.013929	0.028303	0.031545
12	-0.006514	0.013276	0.014788
13	0.000000	0.000000	0.000000
14	0.006099	-0.012403	0.013822

EĞİM (rad)

DUGUM	EGİM-X	EGİM-Y	MAX.EGİM
1	-0.000374	0.000725	0.000815
2	-0.000374	0.000725	0.000815
3	-0.000374	0.000725	0.000815
4	-0.000374	0.000725	0.000815
5	-0.000354	0.000687	0.000773
6	-0.000304	0.000592	0.000666
7	-0.000144	0.000294	0.000327
8	0.000027	-0.000028	0.000039
9	0.000116	-0.000214	0.000243
10	0.000127	-0.000238	0.000270
11	0.000326	-0.000656	0.000733
12	0.000369	-0.000748	0.000834
13	0.000407	-0.000827	0.000921
14	0.000407	-0.000827	0.000921

AÇISAL YERDEGİŞTİRME

DUGUM	RADYAN
1	0.000000
2	0.000505
3	0.001010
4	0.001251
5	0.001492
6	0.001656
7	0.001868
8	0.001989
9	0.001989
10	0.001989
11	0.001989
12	0.001989
13	0.001989
14	0.001989

KESME KUVVETİ (N)

		KUVVET-X	KUVVET-Y	MAX.KUVVET
ELEMAN 1	DUGUM 1	0	-1	0
ELEMAN 1	DUGUM 2	0	-1	0
ELEMAN 2	DUGUM 2	0	-1	0
ELEMAN 2	DUGUM 3	0	-1	0
ELEMAN 3	DUGUM 3	0	-1	0
ELEMAN 3	DUGUM 4	0	-1	0
ELEMAN 4	DUGUM 4	1144	-2144	2429
ELEMAN 4	DUGUM 5	1144	-2144	2429
ELEMAN 5	DUGUM 5	1144	-2144	2429
ELEMAN 5	DUGUM 6	1144	-2144	2429
ELEMAN 6	DUGUM 6	1144	-2144	2429
ELEMAN 6	DUGUM 7	1144	-2144	2429
ELEMAN 7	DUGUM 7	1144	-2144	2429
ELEMAN 7	DUGUM 8	1144	-2144	2429
ELEMAN 8	DUGUM 8	-1356	2856	3161
ELEMAN 8	DUGUM 9	-1356	2856	3161
ELEMAN 9	DUGUM 9	-1356	2855	3161
ELEMAN 9	DUGUM 10	-1356	2855	3161
ELEMAN 10	DUGUM 10	-1356	2856	3161
ELEMAN 10	DUGUM 11	-1356	2856	3161
ELEMAN 11	DUGUM 11	-1356	2856	3161
ELEMAN 11	DUGUM 12	-1356	2856	3161
ELEMAN 12	DUGUM 12	-1356	2856	3161
ELEMAN 12	DUGUM 13	-1356	2856	3161
ELEMAN 13	DUGUM 13	-1	0	0
ELEMAN 13	DUGUM 14	-1	0	0

EĞİLME MOMENTİ (N.mm)

		MOMENT-X	MOMENT-Y	MAX.MOMENT
ELEMAN 1	DUGUM 1	0	-1	0
ELEMAN 1	DUGUM 2	0	-1	0
ELEMAN 2	DUGUM 2	0	-1	0
ELEMAN 2	DUGUM 3	0	-1	0
ELEMAN 3	DUGUM 3	0	-1	0
ELEMAN 3	DUGUM 4	0	-1	0
ELEMAN 4	DUGUM 4	0	-1	0
ELEMAN 4	DUGUM 5	17160	-32157	36449
ELEMAN 5	DUGUM 5	17160	-32157	36449
ELEMAN 5	DUGUM 6	45761	-85752	97198
ELEMAN 6	DUGUM 6	45761	-85752	97198
ELEMAN 6	DUGUM 7	108683	-203661	230845
ELEMAN 7	DUGUM 7	108683	-203661	230846
ELEMAN 7	DUGUM 8	183046	-343008	388793
ELEMAN 8	DUGUM 8	183046	-385573	426816
ELEMAN 8	DUGUM 9	142368	-299886	331964
ELEMAN 9	DUGUM 9	142367	-299886	331963
ELEMAN 9	DUGUM 10	128809	-271327	300349
ELEMAN 10	DUGUM 10	128809	-271326	300348
ELEMAN 10	DUGUM 11	47455	-99962	110654
ELEMAN 11	DUGUM 11	47455	-99962	110654
ELEMAN 11	DUGUM 12	20338	-42841	47423
ELEMAN 12	DUGUM 12	20338	-42841	47423
ELEMAN 12	DUGUM 13	0	-1	0
ELEMAN 13	DUGUM 13	0	-1	0
ELEMAN 13	DUGUM 14	0	-1	0

TORK (N.mm)

ELEMAN 1	DUGUM 1	78652
ELEMAN 1	DUGUM 2	78652
ELEMAN 2	DUGUM 2	78652
ELEMAN 2	DUGUM 3	78652
ELEMAN 3	DUGUM 3	78652
ELEMAN 3	DUGUM 4	78652
ELEMAN 4	DUGUM 4	78652
ELEMAN 4	DUGUM 5	78652
ELEMAN 5	DUGUM 5	78652
ELEMAN 5	DUGUM 6	78652
ELEMAN 6	DUGUM 6	78652
ELEMAN 6	DUGUM 7	78652
ELEMAN 7	DUGUM 7	78652
ELEMAN 7	DUGUM 8	78652
ELEMAN 8	DUGUM 8	1
ELEMAN 8	DUGUM 9	1
ELEMAN 9	DUGUM 9	0
ELEMAN 9	DUGUM 10	0
ELEMAN 10	DUGUM 10	0
ELEMAN 10	DUGUM 11	0
ELEMAN 11	DUGUM 11	0
ELEMAN 11	DUGUM 12	0
ELEMAN 12	DUGUM 12	0
ELEMAN 12	DUGUM 13	0
ELEMAN 13	DUGUM 13	0
ELEMAN 13	DUGUM 14	0

GERILME ANALIZI (N/mm2)

		NOR.GER.	BUR.GER.	MAX.KAY.GER.	SAL GER.1	ASAL GER.2
EL. 1	DUG. 1	0	25	25	-26	25
EL. 1	DUG. 2	0	25	25	-26	25
EL. 2	DUG. 2	0	25	25	-26	25
EL. 2	DUG. 3	0	25	25	-26	25
EL. 3	DUG. 3	0	18	18	-19	18
EL. 3	DUG. 4	0	18	18	-19	18
EL. 4	DUG. 4	0	18	18	-19	18
EL. 4	DUG. 5	16	18	20	-12	28
EL. 5	DUG. 5	8	9	10	-6	14
EL. 5	DUG. 6	23	9	14	-4	26
EL. 6	DUG. 6	15	6	9	-3	17
EL. 6	DUG. 7	36	6	19	-2	37
EL. 7	DUG. 7	21	3	11	-1	21
EL. 7	DUG. 8	35	3	18	-1	36
EL. 8	DUG. 8	39	0	19	0	39
EL. 8	DUG. 9	30	0	15	0	30
EL. 9	DUG. 9	17	0	8	0	17
EL. 9	DUG. 10	15	0	7	0	15
EL. 10	DUG. 10	47	0	23	0	47
EL. 10	DUG. 11	17	0	8	0	17
EL. 11	DUG. 11	26	0	13	0	26
EL. 11	DUG. 12	11	0	5	0	11
EL. 12	DUG. 12	30	0	15	0	30
EL. 12	DUG. 13	0	0	0	-1	0
EL. 13	DUG. 13	0	0	0	-1	0
EL. 13	DUG. 14	0	0	0	-1	0

MUKAVEMET KONTROLU VE YORULMA ANALIZI

GIRIS

Dugum numarasi	8	
Malzemenin cekme mukavemeti	600	N/mm2
Malzemenin akma mukavemeti	400	N/mm2
Egilmede surekli mukavemet gerimesi	300	N/mm2
Burulmada surekli mukavemet gerilmesi	250	N/mm2
Maksimum egilme gerilmesi	35	N/mm2
Minumum egilme gerilmesi	-35	N/mm2
Maksimum burulma gerilmesi	3	N/mm2
Minumum burulma gerilmesi	3	N/mm2
Istediginiz emniyet katsayisi	3	
Centik hassasiyeti faktoru	.9	
Egilmede gerilme yigilma faktoru	1.8	
Burulmada gerilme yigilma faktoru	1.6	
Yuzey duzeltme faktoru	.87	
Boyut duzeltme faktoru	.8032708	
Gerilme yigilmasi duzelme faktoru	.5813954	
Scaklik duzeltme faktoru	1	
Diger etkiler icin duzeltme faktoru	1	

CIKIS

STATIK YUKLEMEDE EMNIYET KATSAYILARI:

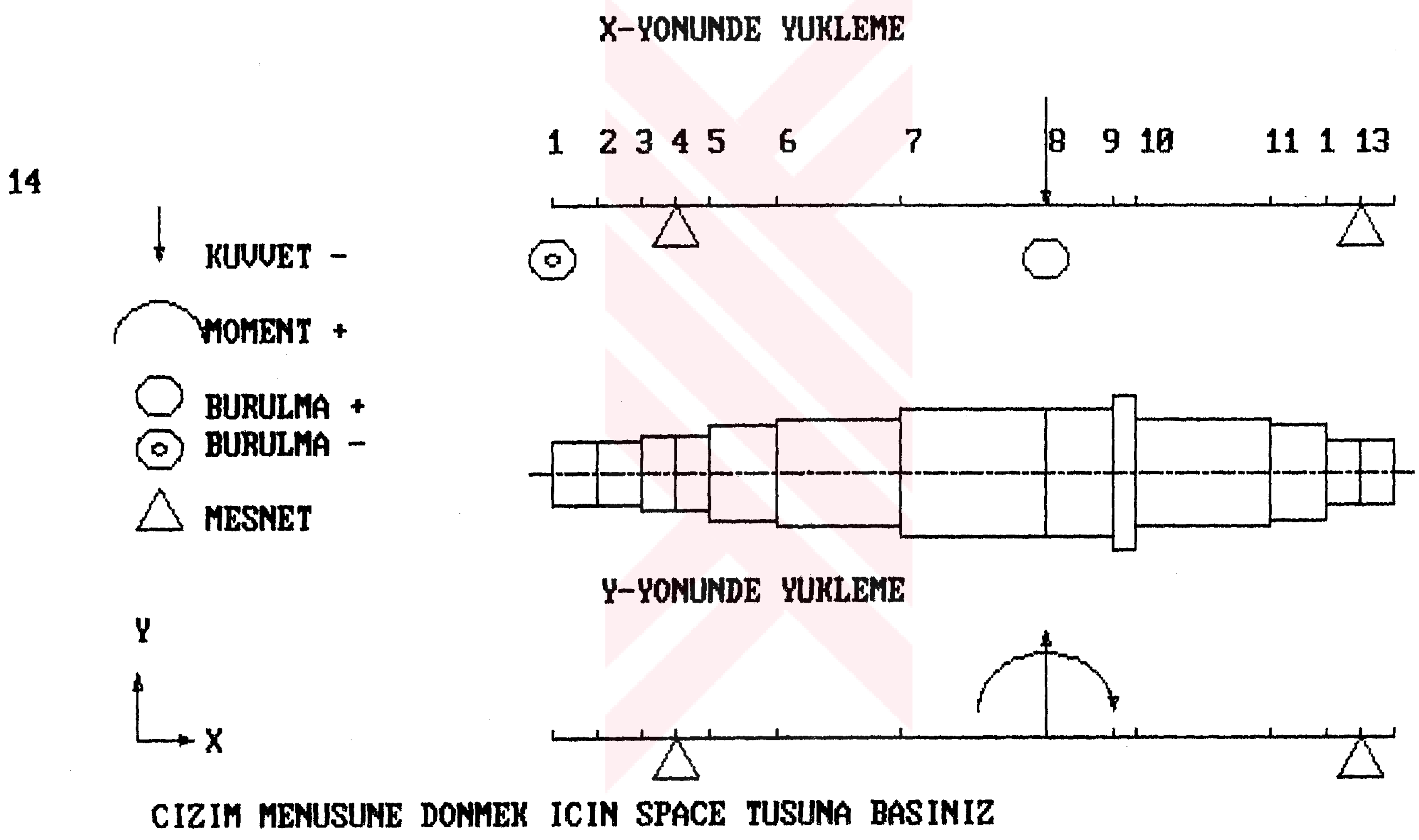
Teoriler:	
Maksimum kayma gerilmesi teoremi	111.6374
Maksimum sekil degistirme enerjisi teoremi	128.9077

DINAMIK YUKLEMEDE SUREKLI MUK.ICIN EMNIYET KATSAYILARI :

Maksimum kayma gerilmesi teoremi uygulanarak;	
Soderberg bagintisi	3.084282
Goodman bagintisi	3.084936

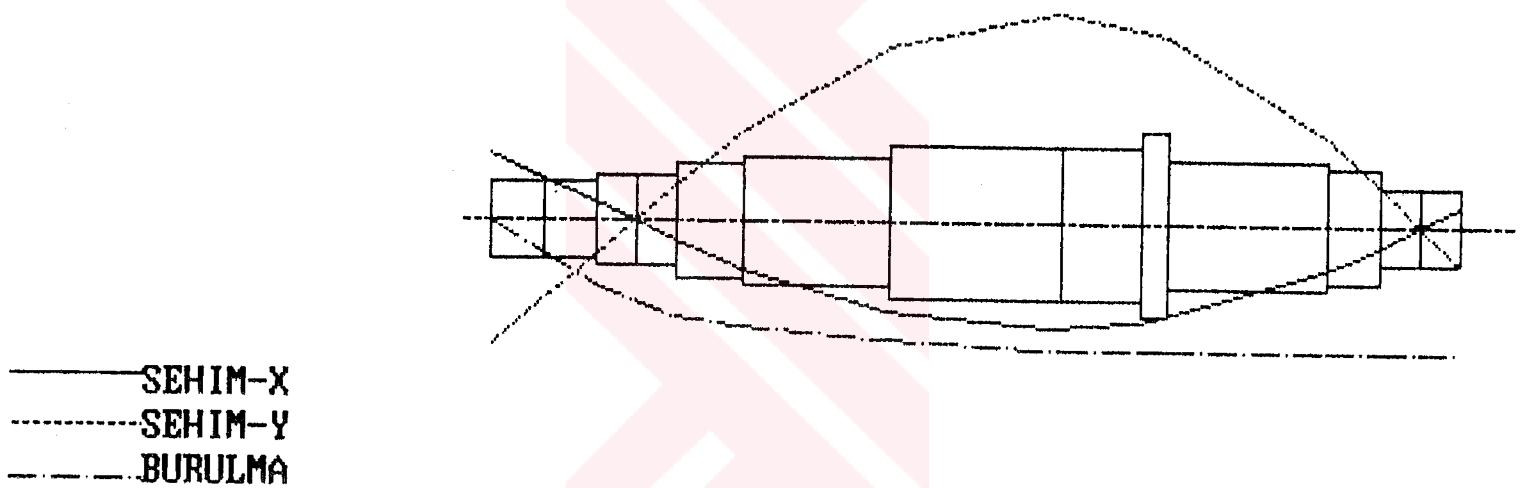
Maksimum sekil degistirme teoremi uygulanarak;	
Soderberg bagintisi	3.013335
Goodman bagintisi	3.036999

Emniyet katsayisi sartiniz	3	
Eski cap	48	mm
Emniyet sartinizi saglayan cap	57	mm



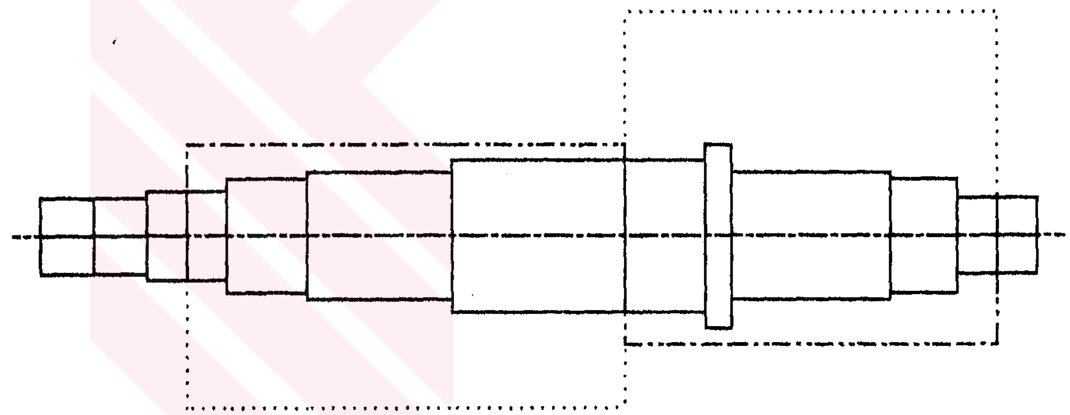
14
X-YONUNDE YUKLEME
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 1 13
KUVVET -
MOMENT +
BURULMA +
BURULMA -
MESNET
Y-YONUNDE YUKLEME
Y
X
CIZIM MENUSUNE DONMEK ICIN SPACE TUSUNA BASINIZ

YER DEGISTIRME DIYAGRAMI



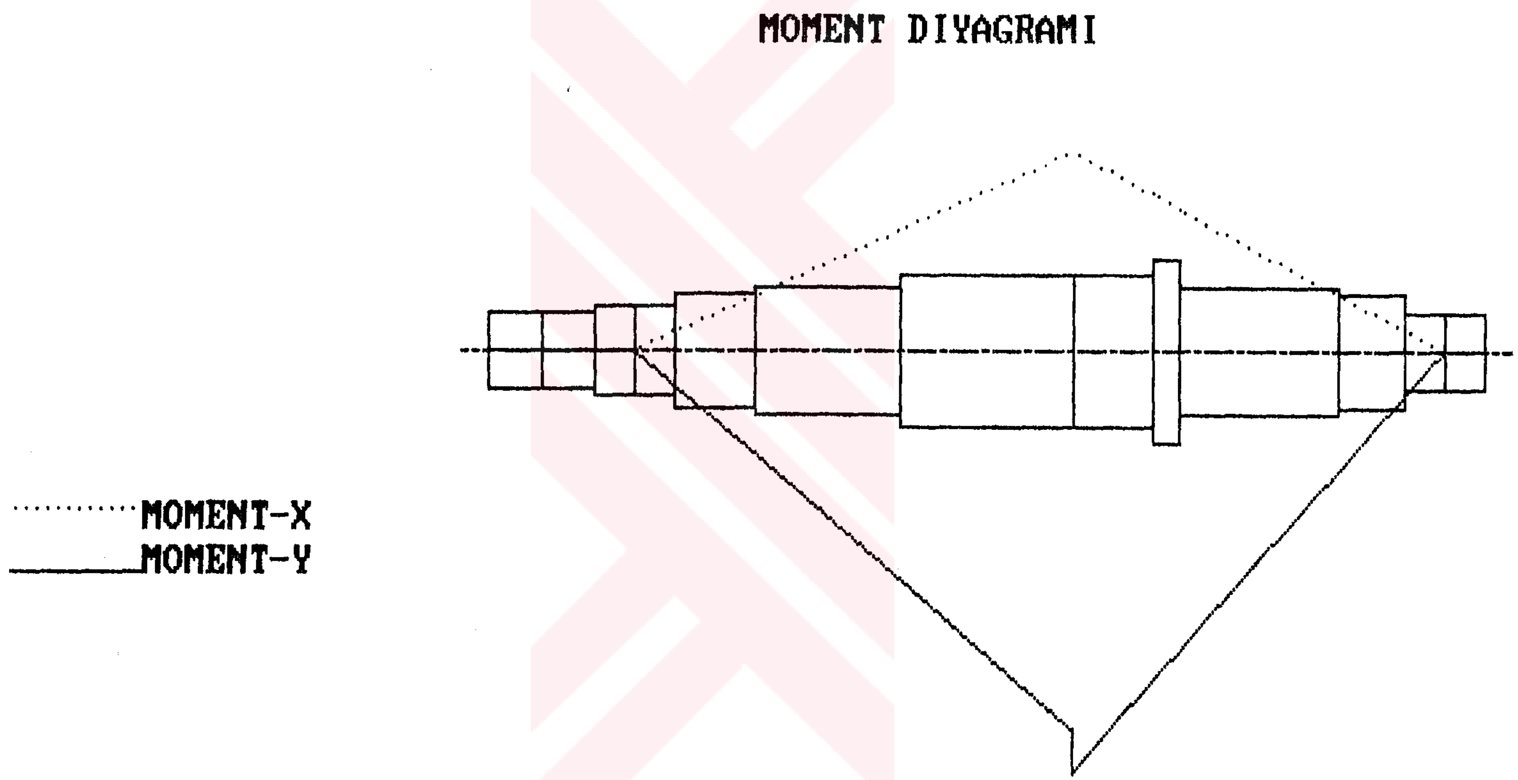
CIZIM MENUSUNE DONMEK ICIN SPACE TUSUNA BASINIZ

KESME KUVVETI DIYAGRAMI



KUVVET-X
KUVVET-Y

CIZIM MENUSUNE DONMEK ICIN SPACE TUSUNA BASINIZ



CIZIM MENUSUNE DONMEK ICIN SPACE TUSUNA BASINIZ

PROGRAM LİSTESİ

```
180 KKK = 1.18: PI = 3.1416
CLS : SCREEN 9
ES = 13
REM $DYNAMIC
REDIM CP(14) AS SINGLE, OL(14) AS SINGLE, BK(14) AS SINGLE
REDIM AK(14) AS SINGLE, TK(14) AS SINGLE
FOR I = 1 TO ES: READ CP(I), OL(I): NEXT I
FOR I = 1 TO ES: BK(I) = BK(I - 1) + OL(I): NEXT I
FOR I = 1 TO ES: AK(I) = BK(I) - OL(I): NEXT I
AK(ES + 1) = BK(ES)
FOR I = 1 TO ES
TK(I) = (CP(I)) / 2:
LINE (135 + AK(I), 167 + TK(I))-(135 + BK(I), (167 + TK(I) -
CP(I))), , B
NEXT I
DATA 28,20,28,20,30,15,30,15,35,25,40,55,45,70,45,30,55,10
DATA 40,60,35,25,30,15,30,15
LINE (70, 30)-(640, 330), 2, B
LINE (90, 50)-(620, 303), 4, B
LINE (190, 110)-(500, 70), 2, B
LINE (180, 290)-(500, 225), 4, B
PAINT (100, 100), CHR$(120)
LOCATE 7, 23: PRINT " BILGISAYAR DESTEKLI MIL TASARIMI"
LOCATE 18, 23: PRINT " I.T.Ü. FEN BILIMLERI ENSTITÜSÜ"
LOCATE 19, 28: PRINT " M A S T I R  T E Z I"
LOCATE 20, 30: PRINT " ISMAIL ESEN"
LOCATE 23, 22: PRINT "PROGRAMA GIRMEK ICIN (SPACE) TUSUNA
BASINIZ"
186 Z$ = INKEY$: IF Z$ = "" THEN 186
187 IF Z$ = " " THEN 189
GOTO 186
189 GOSUB 11500
LOCATE 4, 30: COLOR 15, 0: PRINT "MİL       MENÜSÜ": COLOR 7,
0
LOCATE 8, 25: PRINT "╔"; STRING$(25, "═"); "╗"
FOR N = 9 TO 15
LOCATE N, 25: PRINT "║"; SPACE$(25); "║"
NEXT
LOCATE 16, 25: PRINT "╚"; STRING$(25, "═"); "╝"
LOCATE 10, 27: PRINT "DAİRESEL DOLU KESİT      "
LOCATE 12, 27: PRINT "DAİRESEL KARIŞIK KESİT   "
LOCATE 14, 27: PRINT "HERHANGİBİR KESİT        "
LOCATE 19, 15: PRINT "╔"; STRING$(44, "═"); "╗"
LOCATE 20, 15: PRINT "║"; SPACE$(44); "║"
LOCATE 21, 15: PRINT "╚"; STRING$(44, "═"); "╝"
LOCATE 20, 20: COLOR 15, 0: PRINT "SEÇİMİNİZ>>>>>>>": COLOR 7,
0
P = 10
200 MEN$ = ""
FOR N = 26 TO 50
```

```
DSAY = ESAY + 1: MN = DSAY * 3: XZ = ESAY * 6: AV = XZ / 3 + 2
REM $DYNAMIC
REDIM L(DSAY) AS SINGLE, DCAP(DSAY) AS SINGLE, ICAP(DSAY) AS
SINGLE
REDIM CAP(DSAY) AS SINGLE
REDIM ALAN(DSAY) AS SINGLE, II(DSAY) AS SINGLE, JJ(DSAY) AS
SINGLE
FOR I = 1 TO ESAY
FOR J = 6 TO 8: LOCATE J, 30: PRINT SPACE$(10): NEXT J
LOCATE 6, 10: PRINT I; ".": LOCATE 6, 15: INPUT " EL.DIŞ CAPI
mm :  ", DCAP(I)
LOCATE 7, 10: PRINT I; ".": LOCATE 7, 15: INPUT " EL.İÇ CAPI
mm :  ", ICAP(I)
LOCATE 8, 10: PRINT I; ".": LOCATE 8, 15: INPUT " EL. UZUNLU
mm :  ", L(I)
II(I) = (PI * (DCAP(I) ^ 4 - ICAP(I) ^ 4)) / 64: ALAN(I) = (PI
* (DCAP(I) ^ 2 - ICAP(I) ^ 2)) / 64
JJ(I) = 2 * II(I): CAP(I) = DCAP(I): NEXT I
GOTO 278
260 GOSUB 11430
PO = 3: LOCATE 3, 10: COLOR 0, 7: INPUT " ELAMAN SAYISINI
VERINIZ  :", ESAY
DSAY = ESAY + 1: MN = DSAY * 3: XZ = ESAY * 6: AV = XZ / 3 + 2
REM $DYNAMIC
REDIM ALAN(DSAY) AS SINGLE, II(DSAY) AS SINGLE, JJ(DSAY) AS
SINGLE
REDIM L(DSAY) AS SINGLE
FOR I = 1 TO ESAY
FOR J = 5 TO 7: LOCATE J, 47: PRINT SPACE$(10): NEXT J
LOCATE 5, 10: PRINT I; ".": LOCATE 5, 15
INPUT "ELAMAN ATALET MOMENTI    mm^4  : ", II(I)
LOCATE 6, 10: PRINT I; ".": LOCATE 6, 15
INPUT "ELAMAN KESIT ALANI       mm ^2 : ", ALAN(I)
LOCATE 7, 10: PRINT I; ".": LOCATE 7, 15
INPUT "ELAMAN UZUNLUGU          mm    : ", L(I)
JJ(I) = 2 * II(I): NEXT I
GOTO 278

278 LOCATE 10, 53: PRINT SPACE$(10)
LOCATE 10, 10: INPUT " KAC TANE DUGUME  DIS KUVVET UYGULANIYOR
", KW
AJJ = 0
FOR I = 1 TO KW
AJJ = AJJ + 1
LOCATE 12, 10: PRINT AJJ; ".": LOCATE 12, 15
INPUT " DIS KUVVET UYGULANAN DUGUM NUMARASINI VERINIZ   ",
DN(I)
SAT(1) = 3
NEXT I
LOCATE 14, 45: PRINT SPACE$(10)
LOCATE 14, 10: INPUT " MILINIZ KAC YERDEN YATAKLANMIS    ",
SAL
```

```
HY = 0
FOR I = 1 TO SAL: HY = HY + 1
LOCATE 16, 67: PRINT SPACE$(10)
LOCATE 16, 10: PRINT HY; ".": LOCATE 16, 15:
INPUT " YATAGIN UZERINDE BULUNDUGU DUGUM NUMARASINI GIRINIZ
", SSDN(I)
NEXT I

LOCATE 22, 10: PRINT " BU DEGERLER DOGRUMU ? (E/H) ": COLOR 7,
0
296 Z$ = INKEY$: IF Z$ = "" THEN 296
IF Z$ = "E" OR Z$ = "e" THEN 303
IF Z$ = "H" OR Z$ = "h" THEN 299
GOTO 296
299 IF PO = 1 THEN 228
IF PO = 2 THEN 246
IF PO = 3 THEN 260
GOTO 296
303 GOSUB 11430
LOCATE 12, 60: PRINT SPACE$(10)
FOR I = 1 TO KW
FOR J = 4 TO 8: LOCATE J, 48: PRINT SPACE$(10): NEXT J
LOCATE 3, 10: COLOR 0, 7: PRINT DN(I); " DUGUMDE "
LOCATE 4, 10: INPUT " X YONUNDEKI KUVVETI GIRINIZ (N)     : ",
FORX(I)
LOCATE 5, 10: INPUT " X YONUNDEKI MOMENTI GIRINIZ (Nmm)   : ",
MOMX(I)
LOCATE 6, 10: INPUT " Y YONUNDEKI KUVVETI GIRINIZ ( N )   : ",
FORY(I)
LOCATE 7, 10: INPUT " Y YONUNDEKI MOMENTI GIRINIZ (Nmm)   : ",
MOMY(I)
LOCATE 8, 10: INPUT " UYGULANAN TORKU GIRINIZ      (Nmm)   : ",
TORK(I)
NEXT I
LOCATE 15, 10: INPUT "MALZEME
", MALZ$
LOCATE 16, 10: INPUT "ELASTISITE MODULUNU VERINIZ (N/mm2)
", E
LOCATE 17, 10: INPUT "KAYMA MODULUNU VERINIZ      (N/mm2)
", G
LOCATE 22, 20: PRINT " BU DEGERLER DOGRUMU    (E/H) ": COLOR
7, 0
318 Z$ = INKEY$: IF Z$ = "" THEN 318
IF Z$ = "E" OR Z$ = "e" THEN 330
IF Z$ = "H" OR Z$ = "h" THEN 303
GOTO 318

330 CLS : LOCATE 10, 20: PRINT "    LUTFEN BEKLEYİNİZ     "
LOCATE 11, 20: PRINT "    HESAP YAPIYORUM       "
REM $DYNAMIC
REDIM AA(DSAY) AS SINGLE, BB(DSAY) AS SINGLE, CC(DSAY) AS
SINGLE
```

```
REDIM EX(MN) AS SINGLE, EY(MN) AS SINGLE

FOR I = 1 TO KW
U(I) = DN(I) * 3 - 2
NEXT I

4408 FOR C = 1 TO KW
EX(U(C)) = FORX(C): EX(U(C) + 1) = MOMX(C): EX(U(C) + 2) =
TORK(C)
EY(U(C)) = FORY(C): EY(U(C) + 1) = MOMY(C): EY(U(C) + 2) =
TORK(C)
NEXT C

GG = 0
FOR I = 1 TO N: WX(I) = 0: WY(I) = 0: FOR S = 1 TO N
WX(I) = WX(I) + EX(S) * DP(I, S)
WY(I) = WY(I) + EY(S) * DP(I, S): NEXT S, I
XX = 0: VV = 0: LL = 0
FOR I = 1 TO MN STEP 3: VV = VV + 1: WSX(VV) = WX(I)
WSY(VV) = WY(I): NEXT I
FOR I = 2 TO MN STEP 3: XX = XX + 1: WEX(XX) = WX(I)
WEY(XX) = WY(I): NEXT I
FOR I = 3 TO MN STEP 3: LL = LL + 1: WBX(LL) = WX(I)
WBY(LL) = WY(I): NEXT I
WBX(1) = 0: WBY(1) = 0
'=======================================
'            KUVVET VEKTÖRÜ
'=======================================
D = 0: T = 0
FOR X = 1 TO ESAY
IF X > 1 THEN D = D - 3
FOR I = 1 TO 6: D = D + 1
WXX(X, I, 1) = WX(D):    WYY(X, I, 1) = WY(D): NEXT I, X
FOR X = 1 TO ESAY
FOR I = 1 TO 6: T = T + 1: FX(T) = 0: FY(T) = 0: FOR S = 1 TO
6
FX(T) = FX(T) + WXX(X, S, 1) * EL(X, I, S)
FY(T) = FY(T) + WYY(X, S, 1) * EL(X, I, S): NEXT S, I, X
YY = 0: CC = 0: ZZ = 0
FOR I = 1 TO XZ STEP 3: YY = YY + 1
FXF(YY) = FX(I): FYF(YY) = FY(I): NEXT I
FOR I = 2 TO XZ STEP 3: CC = CC + 1
FXM(CC) = FX(I): FYM(CC) = FY(I): NEXT I
FOR I = 3 TO XZ STEP 3: ZZ = ZZ + 1
FXT(ZZ) = FX(I): FYT(ZZ) = FY(I): NEXT I

FOR C = 1 TO KW
V(C) = SGN(FORX(C)): Z(C) = SGN(FORY(C)): ' X(C) =
SGN(MOMX(C))
Y(C) = SGN(MOMY(C)): VA(C) = TORK(C) / 50: W(C) = SGN(TORK(C))
```

```
FOR I = 1 TO (DN(C) - 1) * 2
IF V(C) < 0 THEN 473 ELSE 474
473 IF FXF(I) < 0 THEN FXF(I) = -1 * FXF(I)
474 IF V(C) > 0 THEN 476 ELSE 477
476 IF FXF(I) > 0 THEN FXF(I) = -1 * FXF(I)
477 NEXT I

FOR I = (DN(C) - 1) * 2 + 1 TO 2 * ESAY
IF V(C) < 0 THEN 478 ELSE 479
478 IF FXF(I) > 0 THEN FXF(I) = -1 * FXF(I)
479 IF V(C) > 0 THEN 480 ELSE 482
480 IF FXF(I) < 0 THEN FXF(I) = -1 * FXF(I)
482 NEXT I


FOR I = 1 TO (DN(C) - 1) * 2
IF Z(C) < 0 THEN 483 ELSE 484
483 IF FYF(I) < 0 THEN FYF(I) = -1 * FYF(I)
484 IF Z(C) > 0 THEN 485 ELSE 487
485 IF FYF(I) > 0 THEN FYF(I) = -1 * FYF(I)
487 NEXT I

FOR I = (DN(C) - 1) * 2 + 1 TO 2 * ESAY
IF Z(C) < 0 THEN 488 ELSE 489
488 IF FYF(I) > 0 THEN FYF(I) = -1 * FYF(I)
489 IF Z(C) > 0 THEN 490 ELSE 492
490 IF FYF(I) < 0 THEN FYF(I) = -1 * FYF(I)
492 NEXT I

FOR I = 1 TO 2 * ESAY
IF V(C) < 0 THEN 494 ELSE 495
494 IF FXM(I) < 0 THEN FXM(I) = -1 * FXM(I)
495 IF V(C) > 0 THEN 497 ELSE 498
497 IF FXM(I) > 0 THEN FXM(I) = -1 * FXM(I)
498 NEXT I
FOR I = 1 TO 2 * ESAY
IF Z(C) < 0 THEN 500 ELSE 501
500 IF FYM(I) < 0 THEN FYM(I) = -1 * FYM(I)
501 IF Z(C) > 0 THEN 502 ELSE 503
502 IF FYM(I) > 0 THEN FYM(I) = -1 * FYM(I)
503 NEXT I
FOR I = 1 TO 2 * ESAY
IF W(C) > 0 THEN 504 ELSE 505
504 IF FXT(I) < 0 THEN FXT(I) = -1 * FXT(I)
505 IF W(C) < 0 THEN 506 ELSE 507
506 IF FXT(I) > 0 THEN FXT(I) = -1 * FXT(I)
507 NEXT I
NEXT C

4900 C = 0
FOR I = 1 TO ESAY + 1
FOR J = 1 TO 2
```

```
C = C + 1
DUG(C - 1) = I
NEXT J, I
FOR I = 1 TO DSAY
WSM(I) = (WSX(I) ^ 2 + WSY(I) ^ 2) ^ .5
WEM(I) = (WEX(I) ^ 2 + WEY(I) ^ 2) ^ .5
NEXT I
FOR I = 1 TO ESAY * 2
FFM(I) = (FXF(I) ^ 2 + FYF(I) ^ 2) ^ .5
FMM(I) = (FXM(I) ^ 2 + FYM(I) ^ 2) ^ .5
NEXT I
'===========================
'        GERILMELER
'===========================
RF = 0
FOR I = 1 TO ESAY: FOR J = 1 TO 2: RF = RF + 1
SIGMAX(RF) = (32 * FMM(RF)) / (PI * CAP(I) ^ 3)
TOXY(RF) = (16 * FXT(RF)) / (PI * CAP(I) ^ 3)
TOMAX(RF) = ((SIGMAX(RF) / 2) ^ 2 + TOXY(RF) ^ 2) ^ .5
SIGMA2(RF) = (SIGMAX(RF) / 2) + TOMAX(RF)
SIGMA1(RF) = (SIGMAX(RF) / 2) - TOMAX(RF)
NEXT J, I
GOTO 9180'ANA MENUYE GIDIYOR
************ 2935 ' 5270 CLS
PRINT : PRINT
PRINT TAB(30); "MALZEME ÖZELLİKLERİ": PRINT
PRINT TAB(10); "MALZEME                "; TAB(52); MALZ$
PRINT TAB(10); "ELASTİSİTE MODÜLÜ    "; TAB(50); E
PRINT TAB(10); "KAYMA MODÜLÜ       "; TAB(50); G
PRINT : PRINT
PRINT TAB(30); "YÜKLEME DURUMU": PRINT
FOR I = 1 TO KW
PRINT TAB(10); DN(I); "DÜĞÜMDE"
PRINT TAB(10); "X YÖNÜNDEKİ KUVVET     (N)          "; TAB(50);
FORX(I)
PRINT TAB(10); "Y YÖNÜNDEKİ KUVVET     (N)          "; TAB(50);
FORY(I)
PRINT TAB(10); "X YÖNÜNDEKİ MOMENT     (N.mm)     "; TAB(50);
MOMX(I)
PRINT TAB(10); "Y YÖNÜNDEKİ MOMENT     (N.mm)     "; TAB(50);
MOMY(I)
PRINT TAB(10); "TORK                         (N.mm)     "; TAB(50);
TORK(I)
NEXT I
PRINT : PRINT
PRINT TAB(30); "BOYUTLAR": PRINT
A$ = "ELAMAN ÇAPI": AB$ = "ELAMAN UZUNLUGU"
PRINT TAB(25); A$; TAB(45); AB$
FOR I = 1 TO ESAY
PRINT TAB(10); I; "."; "ELAMAN"; TAB(30); CAP(I); TAB(50);
L(I)
NEXT I
```

```
PRINT : PRINT
PRINT TAB(30); "YATAKLAMA DURUMU": PRINT
FOR I = 1 TO SAL
PRINT TAB(10); I; "."; "YATAKLAMA"; TAB(30); SSDN(I); ".";
"DUGUMDE"
NEXT I
GOSUB 11280

5400 LPRINT : LPRINT
LPRINT TAB(30); "MALZEME ÖZELLİKLERİ": LPRINT
LPRINT TAB(10); "MALZEME                  "; TAB(52); MALZ$
LPRINT TAB(10); "ELASTİSİTE MODULU      "; TAB(50); E
LPRINT TAB(10); "KAYMA MODULU        "; TAB(50); G
LPRINT : LPRINT
LPRINT TAB(30); "YUKLEME DURUMU": LPRINT
FOR I = 1 TO KW
LPRINT TAB(10); DN(I); "DUGUMDE"
LPRINT TAB(10); "X YÖNUNDEKİ KUVVET     (N)         "; TAB(50);
FORX(I)
LPRINT TAB(10); "Y YÖNUNDEKİ KUVVET     (N)         "; TAB(50);
FORY(I)
LPRINT TAB(10); "X YÖNUNDEKİ MOMENT     (N.mm)      "; TAB(50);
MOMX(I)
LPRINT TAB(10); "Y YÖNUNDEKİ MOMENT     (N.mm)      "; TAB(50);
MOMY(I)
LPRINT TAB(10); "TORK                   (N.mm)      "; TAB(50);
TORK(I)
NEXT I
LPRINT : LPRINT
LPRINT TAB(30); "BOYUTLAR": LPRINT
LPRINT TAB(25); "ELAMAN ÇAPI"; TAB(45); "ELAMAN UZUNLUGU"
FOR I = 1 TO ESAY
LPRINT TAB(10); I; "."; TAB(30); CAP(I); TAB(50); L(I)
NEXT I
LPRINT : LPRINT
LPRINT TAB(30); "YATAKLAMA DURUMU": LPRINT
FOR I = 1 TO SAL
LPRINT TAB(10); I; "."; "YATAKLAMA"; TAB(30); SSDN(I); ".";
"DUGUMDE"
NEXT I
GOSUB 11280
5550 CLS : PRINT : PRINT : PRINT
BA$ = "DUGUM": AC$ = "SEHİM-X": AD$ = "SEHİM-Y": AE$ =
"MAX.SEHİM"
PRINT "                                            SEHİM  ( mm )
"
PRINT "                                         ---------------------
--   "
PRINT
PRINT TAB(10); BA$; TAB(26); AC$; TAB(46); AD$; TAB(63); AE$
5600 PRINT
FOR I = 1 TO DSAY
```

```
PRINT TAB(10); I; TAB(25); USING "##.######"; WSX(I); TAB(45);
WSY(I); TAB(62); WSM(I)
NEXT I
PRINT : PRINT : PRINT
GOSUB 11280
5670 CLS
PRINT "                                     EGİM (rad)   "
PRINT "                                 -------------------------"
PRINT

PRINT TAB(10); "DUGUM"; TAB(28); "EGİM-X"; TAB(47); "EGİM-Y";
TAB(62); "MAX.EGİM"
PRINT
FOR I = 1 TO DSAY
PRINT TAB(10); I; TAB(25); USING "##.######"; WEX(I); TAB(45);
WEY(I); TAB(62); WEM(I): NEXT I
GOSUB 11280
5770 CLS : PRINT : PRINT : PRINT
PRINT "                       AÇISAL YERDEGİŞTİRME"
PRINT "                     -------------------------"
PRINT
PRINT TAB(20); "DUGUM"; TAB(46); "RADYAN"
FOR I = 1 TO DSAY
PRINT TAB(21); I; TAB(43); USING "##.######"; WBX(I): NEXT I
GOSUB 11280
5850 CLS : PRINT : PRINT : PRINT
PRINT "                            KESME KUVVETİ  (N) "
PRINT "                          -------------------------"
PRINT
PRINT TAB(30); "KUVVET-X"; TAB(46); "KUVVET-Y"; TAB(61);
"MAX.KUVVET"
PRINT
RW = 0
FOR I = 1 TO ESAY: FOR J = 1 TO 2: RW = RW + 1
PRINT TAB(6); "ELEMAN"; I; TAB(18); "DUGUM"; DUG(RW); TAB(29);
INT(FXF(RW)); TAB(45); INT(FYF(RW)); TAB(60); INT(FFM(RW)):
NEXT J, I
GOSUB 11330
5940 CLS : PRINT
PRINT "                             EGİLME MOMENTİ (N.mm)"
PRINT "                        --------------------------------
--"
PRINT
PRINT TAB(30); " MOMENT-X"; TAB(46); "MOMENT-Y"; TAB(61);
"MAX.MOMENT"
PRINT
RT = 0
FOR I = 1 TO ESAY: FOR J = 1 TO 2: RT = RT + 1
PRINT TAB(6); "ELEMAN"; I; TAB(18); "DUGUM"; DUG(RT); TAB(29);
INT(FXM(RT)); TAB(45); INT(FYM(RT)); TAB(60); INT(FMM(RT)):
NEXT J, I
GOSUB 11330
```

```
6030 CLS : PRINT : PRINT : PRINT
PRINT "                              TORK (N.mm)"
PRINT "                          -----------------"
PRINT : PRINT
RD = 0
FOR I = 1 TO ESAY: FOR J = 1 TO 2: RD = RD + 1
PRINT TAB(20); "ELEMAN"; I; TAB(35); "DUGUM"; DUG(RD);
TAB(55); INT(FXT(RD))
NEXT J, I
GOSUB 11330
6120 CLS : RD = 0
PRINT TAB(33); "GERILME ANALIZI (N/mm2)"
PRINT TAB(30); "------------------------------"
PRINT
PRINT TAB(17); "NOR.GER."; TAB(27); "BUR.GER."; TAB(37);
"MAX.KAY.GER."; TAB(50); "ASAL GER.1"; TAB(62); "ASAL GER.2"
PRINT
FOR I = 1 TO ESAY: FOR J = 1 TO 2: RD = RD + 1
PRINT TAB(3); "EL."; I; TAB(11); "DUG."; DUG(RD); TAB(20);
CINT(SIGMAX(RD)); TAB(30); CINT(TOXY(RD)); TAB(43);
CINT(TOMAX(RD)); TAB(53); CINT(SIGMA1(RD)); TAB(65);
CINT(SIGMA2(RD))
NEXT J, I
GOSUB 11330
6220 '============================
6230 '        PRINTER CIKISI
6240 '============================
6250 LPRINT : LPRINT : LPRINT
LPRINT TAB(37); "SEHİM (mm) "
LPRINT TAB(34); "-----------------    "
LPRINT
LPRINT TAB(10); "DUGUM"; TAB(26); "SEHIM-X"; TAB(46); "SEHIM-
Y"; TAB(63); "MAX.SEHİM"
LPRINT
FOR I = 1 TO DSAY
LPRINT TAB(10); I; TAB(25); USING "##.######"; WSX(I);
TAB(45); WSY(I); TAB(62); WSM(I)
NEXT I
GOSUB 11280
6360  LPRINT : LPRINT : LPRINT
LPRINT TAB(37); "EGİM (rad)"
LPRINT TAB(34); "----------------"
LPRINT
LPRINT TAB(10); "DUGUM"; TAB(26); "EGİM-X"; TAB(46); "EGİM-Y";
TAB(63); "MAX.EGİM"
LPRINT
FOR I = 1 TO ESAY + 1
LPRINT TAB(10); I; TAB(25); USING "##.######"; WEX(I);
TAB(45); WEY(I); TAB(62); WEM(I): NEXT I
GOSUB 11280
6450  LPRINT : LPRINT : LPRINT
LPRINT TAB(33); "ACISAL YERDEGİSTİRME"
```

```
LPRINT TAB(30); "--------------------------"
LPRINT
LPRINT TAB(20); "DUĞUM"; TAB(46); "RADYAN"
FOR I = 1 TO ESAY + 1
LPRINT TAB(21); I; TAB(43); USING "##.######"; WBX(I): NEXT I
GOSUB 11280
6530 CLS : LPRINT : LPRINT : LPRINT
LPRINT TAB(35); "KESME KUVVETİ  (N) "
LPRINT TAB(32); " -----------------------"
LPRINT
LPRINT TAB(35); "KUVVET-X"; TAB(50); "KUVVET-Y"; TAB(65);
"MAX.KUVVET"
LPRINT
RW = 0
FOR I = 1 TO ESAY: FOR J = 1 TO 2: RW = RW + 1
LPRINT TAB(10); "ELEMAN"; I; TAB(25); "DUĞUM"; DUG(RW);
TAB(35); INT(FXF(RW)); TAB(53); INT(FYF(RW)); TAB(68);
INT(FFM(RW)): NEXT J, I
GOSUB 11330
6620  LPRINT : LPRINT : LPRINT
LPRINT TAB(33); "EĞİLME MOMENTİ (N.mm)"
LPRINT TAB(30); "---------------------------"
LPRINT
LPRINT TAB(33); " MOMENT-X"; TAB(50); "MOMENT-Y"; TAB(65);
"MAX.MOMENT"
LPRINT
RT = 0
FOR I = 1 TO ESAY: FOR J = 1 TO 2: RT = RT + 1
LPRINT TAB(10); "ELEMAN"; I; TAB(25); "DUĞUM"; DUG(RT);
TAB(35); INT(FXM(RT)); TAB(53); INT(FYM(RT)); TAB(68);
INT(FMM(RT)): NEXT J, I
GOSUB 11330
6710  LPRINT : LPRINT : LPRINT
LPRINT TAB(37); " TORK (N.mm)"
LPRINT TAB(34); "-----------------"
LPRINT : LPRINT
RD = 0
FOR I = 1 TO ESAY: FOR J = 1 TO 2: RD = RD + 1
LPRINT TAB(20); "ELEMAN"; I; TAB(35); "DUĞUM"; DUG(RD);
TAB(55); INT(FXT(RD))
NEXT J, I
GOSUB 11330
6800 RD = 0
LPRINT TAB(33); "GERILME ANALIZI (N/mm2)"
LPRINT TAB(30); "------------------------------"
LPRINT
LPRINT TAB(17); "NOR.GER."; TAB(27); "BUR.GER."; TAB(37);
"MAX.KAY.GER."; TAB(50); "SAL GER.1"; TAB(62); "ASAL GER.2"
LPRINT
FOR I = 1 TO ESAY: FOR J = 1 TO 2: RD = RD + 1
LPRINT TAB(3); "EL."; I; TAB(11); "DUG."; DUG(RD); TAB(20);
INT(SIGMAX(RD)); TAB(30); INT(TOXY(RD)); TAB(43);
```

```
IF MOMX(I) > 0 AND MOMY(I) < 0 THEN GOSUB 12360
IF MOMX(I) < 0 AND MOMY(I) > 0 THEN GOSUB 12430
NEXT I
LINE (95, 150)-(97, 145): LINE -(93, 145): LINE -(95, 150)
LINE (670, 230)-(670, 170), 1, , &HFFEE
LINE (640, 200)-(700, 200), 1, , &HFFEE
LOCATE 22, 13: PRINT "X": LOCATE 19, 9: PRINT "Y"
LOCATE 3, 35: PRINT "X-YONUNDE YUKLEME"
LOCATE 18, 35: PRINT "Y-YONUNDE YUKLEME"
LINE (75, 100)-(75, 120): LINE (75, 120)-(73, 115): LINE -(77,
115): LINE -(75, 120)
CIRCLE (75, 150), 20, 1, 0, PI
LINE (95, 150)-(97, 145): LINE -(93, 145): LINE -(95, 150)
CIRCLE (75, 170), 10: ' PAINT (75, 170), CHR$(&HFC) +
CHR$(HFA)
CIRCLE (75, 190), 10: CIRCLE (75, 190), 3: ' PAINT (75, 190)
LINE (65, 220)-(75, 205): LINE -(85, 220): LINE -(65, 220)
LINE (65, 300)-(90, 300): LINE -(84, 298): LINE -(84, 302):
LINE -(90, 300)
LINE (65, 300)-(65, 275): LINE -(63, 281): LINE -(67, 281):
LINE -(65, 275)
LOCATE 9, 13: PRINT "KUVVET -": LOCATE 11, 13: PRINT "MOMENT
+"
LOCATE 13, 13: PRINT "BURULMA +": LOCATE 14, 13: PRINT
"BURULMA -": LOCATE 16, 13: PRINT "MESNET"
CIRCLE (AX(DN(1)) + 250, 120), 10: '  PAINT (AX(DN(1)) + 250,
120), CHR$(&HFC) + CHR$(HFA)
CIRCLE (AX(1) + 250, 120), 10: CIRCLE (AX(1) + 250, 120), 3
'PAINT (AX(1) + 250, 120)
LINE (240, 200)-(635, 200), 1, , &HFFEE
GOSUB 11380
7530 '============================
7540 '  YERDEGISTIRMELER CIKIS
7550 '============================
7560 CLS : SCREEN 9
LOCATE 4, 40: PRINT "YER DEGISTIRME DIYAGRAMI"
FOR I = 1 TO ESAY
TT(I) = (CAP(I)) / 2:
LINE (250 + AX(I), 150 + TT(I))-(250 + BX(I), (150 + TT(I) -
CAP(I))), 1, B: NEXT I
FOR I = 1 TO ESAY
LINE (250 + AX(I), -WSX(I) * 1000 + 150)-(250 + BX(I), -WSX(I
+ 1) * 1000 + 150): NEXT I
FOR I = 1 TO ESAY
LINE (250 + AX(I), -WSY(I) * 1000 + 150)-(250 + BX(I), -WSY(I
+ 1) * 1000 + 150), 1, , &H7777: NEXT I
FOR I = 1 TO ESAY
LINE (250 + AX(I), WBX(I) * 20000 + 150)-(250 + BX(I), WBX(I +
1) * 20000 + 150): NEXT I
LINE (240, 150)-(635, 150), 1, , &HEEFF
LINE (70, 200)-(130, 200): LOCATE 15, 16: PRINT "SEHIM-X"
LINE (70, 216)-(130, 216), 1, , &H7777: LOCATE 16, 16: PRINT
```

```
"SEHIM-Y"
LINE (70, 233)-(130, 233), 1, , &HFFE4: LOCATE 17, 16: PRINT
"BURULMA"
CIRCLE (670, 150), 25: LINE (640, 150)-(700, 150), 1, ,
&HEEFF: LINE (670, 120)-(670, 180)
GOSUB 11380
7730 CLS : SCREEN 9
7740 '=============================
7750 '      MOMENT DIYAGRAMI
7760 '=============================
LOCATE 4, 45: PRINT "MOMENT DIYAGRAMI"
LINE (240, 150)-(635, 150), 1, , &HEEFF
FOR I = 1 TO ESAY
LINE (250 + AX(I), 150 + TT(I))-(250 + BX(I), (150 + TT(I) -
CAP(I))), 1, B: NEXT I
FOR I = 1 TO 2 * ESAY STEP 2: C = (I + 1) / 2
IF C = DN(1) OR C = DN(2) OR C = DN(3) OR C = DN(4) OR C =
DN(5) THEN 7932 ELSE 7931

7931 LINE (250 + AX(C), -FXM(I) / 3000 + 150)-(250 + BX(C), -
FXM(I + 1) / 3000 + 150), , , &H2222: GOTO 7934
7932 LINE (250 + AX(C), -FXM(I - 1) / 3000 + 150)-(250 +
AX(C), (-FXM(I) / 3000 + 150)), , , &H2222
7933 LINE (250 + AX(C), -FXM(I) / 3000 + 150)-(250 + BX(C), -
FXM(I + 1) / 3000 + 150), , , &H2222
7934 NEXT I
FOR I = 1 TO 2 * ESAY STEP 2: C = (I + 1) / 2
IF C = DN(1) OR C = DN(2) OR C = DN(3) OR C = DN(4) OR C =
DN(5) THEN 7938 ELSE 7937
7937 LINE (250 + AX(C), -FYM(I) / 3000 + 150)-(250 + BX(C), -
FYM(I + 1) / 3000 + 150): GOTO 7940
7938 LINE (250 + AX(C), -FYM(I - 1) / 3000 + 150)-(250 +
AX(C), -FYM(I) / 3000 + 150)
7939 LINE (250 + AX(C), -FYM(I) / 3000 + 150)-(250 + BX(C), -
FYM(I + 1) / 3000 + 150)
7940 NEXT I

 LINE (70, 200)-(130, 200), , , &H2222
LOCATE 15, 16: PRINT "MOMENT-X"
LINE (70, 220)-(130, 220): LOCATE 16, 16: PRINT "MOMENT-Y"
CIRCLE (670, 150), 25: LINE (640, 150)-(700, 150), 1, ,
&HEEFF: LINE (670, 120)-(670, 180)
GOSUB 11380
7949 '==============================
7950 '    KESME KUVVETI DIYAGRAMI
7960 '==============================
7970 CLS : SCREEN 9
LOCATE 4, 40: PRINT "KESME KUVVETI DIYAGRAMI"
CS = 0: CD = 0
FOR I = 1 TO ESAY
LINE (250 + AX(I), 150 + TT(I))-(250 + BX(I), (150 + TT(I) -
CAP(I))), 1, B: NEXT I
```

```
FOR I = 1 TO ESAY: FOR J = 1 TO 2: CD = CD + 1
LINE (250 + AX(I + 1), -FXF(CD) / 40 + 150)-(250 + AX(I + 1),
-FXF(CD + 1) / 40 + 150), 1, , &HFE66: NEXT J, I
FOR I = 1 TO ESAY: FOR J = 1 TO 2: CS = CS + 1
LINE (250 + AX(I + 1), -FYF(CS) / 40 + 150)-(250 + AX(I + 1),
-FYF(CS + 1) / 40 + 150), 1, , &H2222: NEXT J, I
FOR I = 1 TO 2 * ESAY STEP 2: C = I / 2 + 1 / 2
LINE (250 + AX(C), -FXF(I) / 40 + 150)-(250 + BX(C), -FXF(I) /
40 + 150), 1, , &HFE66: NEXT I
FOR I = 1 TO 2 * ESAY STEP 2: C = (I + 1) / 2
LINE (250 + AX(C), -FYF(I) / 40 + 150)-(250 + BX(C), -FYF(I) /
40 + 150), 1, , &H2222: NEXT I
LINE (240, 150)-(635, 150), 1, , &HEEFF
LINE (70, 200)-(130, 200), 1, , &H2222: LOCATE 16, 16: PRINT
"KUVVET-Y"
LINE (70, 220)-(130, 220), 1, , &HFE66: LOCATE 15, 16: PRINT
"KUVVET-X"
CIRCLE (670, 150), 25: LINE (640, 150)-(700, 150), 1, ,
&HEEFF: LINE (670, 120)-(670, 180)
GOSUB 11380
'================================
'      MUKAVEMET KONTROLU
'================================
8160 PI = 3.1416: SCREEN 0
CLS : PRINT : PRINT : PRINT
COLOR 0, 7
INPUT "      MALZ.CEKME MUKAVEMETI                          (N/mm2)
:", SUT
INPUT "      MALZ.AKMA MUKAVEMETI                           (N/mm2)
:", SY
INPUT "      MALZ.SUREKLI MUKAVEMET DAYANIMI,EGILMEDE,  (N/mm2)
:", SW
INPUT "      MALZ.SUREKLI MUKAVEMET DAYANIMI,BURULMADA,(N/mm2)
:", SSE

8162 INPUT "     KONTROL EDILECEK DUGUM NUMARASI
:", KDN
INPUT "      MAKSIMUM CEKME GERILMESINI VERINIZ          (N/mm2)
:", SIGMAX
INPUT "      MINUMUM CEKME GERILMESINI VERINIZ           (N/mm2)
:", SIGMIN
INPUT "      MAKSIMUM BURULMA GERILMESINI VERINIZ        (N/mm2)
:", TOMAX
INPUT "      MINUMUM BURULMA GERILMESINI VERINIZ         (N/mm2)
:", TOMIN
NJ = 0: RW = 0
INPUT "      EMNIYET KATSAYISINI VERINIZ
:", CE
INPUT "      GERILME YIGILMA FAKTORU,EGILMEDE, (Kt)
:", KT
INPUT "      GERILME YIGILMA FAKTORU,BURULMADA, (Kts)
:", KTS
```

```
INPUT "     CENTIK HASSASIYETI KATSAYISI(q)  <1
:", Q
INPUT "     YUZEY(PRUZLULUK) DUZELTME FAKTORU (ka)   <1
:", KA
INPUT "     BOYUT DUZELME FAKTORU (kb)  <1
:", KB
INPUT "     YUK FAKTORU(Ky)  <=1
:", KY
INPUT "     SICAKLIK FAKTORU (kc) <=1
:", KC
INPUT "     DIGER ETKILER ICIN DUZELTME FAKTORU (kd) <=1
:", KD
COLOR 7, 0
PY = KDN - 1
KF = 1 + Q * (KT - 1): KFS = 1 + Q * (KTS - 1)

8422 KE = 1 / KF: KB = 1.189 * CAP(PY) ^ (-.097)
SE = SW * KA * KB * KC * KD * KY * KE
FD = (PI * CAP(PY) ^ 3) / 32
NJ = NJ + 1: IF NJ > 1 THEN 8421

SIGA = (SIGMAX - SIGMIN) / 2: SIGM = (SIGMAX + SIGMIN) / 2
Ma = SIGA * FD: Mm = SIGM * FD
TOA = (TOMAX - TOMIN) / 2: TOM = (TOMAX + TOMIN) / 2
Ta = TOA * FD * 2: Tm = TOM * FD * 2

 'MAX. KAYMA


8421 O = 32 / (PI * CAP(PY) ^ 3): QR = Mm / SY: X = KF * Ma /
SE
XX = KFS * Ta / SE: QQ = Tm / SY: H = Mm / SUT: HH = Tm / SUT
N1 = (O * ((QR + X) ^ 2 + (QQ + XX) ^ 2) ^ .5) ^ -1'SODERBERG
N2 = (O * ((H + X) ^ 2 + (HH + XX) ^ 2) ^ .5) ^ -1'GOODMAN
'MAX.SEK.DEG

N3 = (O * (((X ^ 2) + .75 * (XX ^ 2)) ^ .5 + ((H ^ 2) + .75 *
(HH ^ 2)) ^ .5)) ^ -1'MOD.GOODMAN
N4 = (O * (((X ^ 2) + .75 * (XX ^ 2)) ^ .5 + ((QR ^ 2) + .75 *
(QQ ^ 2)) ^ .5)) ^ -1
'STATIK
NS1 = (PI * SY * CAP(PY) ^ 3) / (32 * (Mm ^ 2 + Tm ^ 2) ^ .5)
NS2 = (PI * SY * CAP(PY) ^ 3) / (32 * (Mm ^ 2 + .75 * Tm ^ 2)
^ .5)
IF N1 < CE OR N2 < CE THEN 8600 ELSE 8630
8600 CLS : CAP(PY) = CAP(PY) + 1: RW = RW + 1
LOCATE 10, 15: COLOR 0, 7
PRINT "   KONTROL EDILEN DUGUM CAPI EMNIYET SARTINIZI    "
LOCATE 11, 15
PRINT "   SAGLAMIYOR CAPI ARTTIRARAK KONTROL EDIYORUM    "
LOCATE 15, 30: PRINT KDN; ".DUGUM CAPI:"; CAP(PY): COLOR 7, 0:
GOTO 8422
```

```
8630 LPRINT
LPRINT TAB(25); "MUKAVEMET KONTROLU VE YORULMA ANALIZI"
LPRINT : LPRINT
LPRINT TAB(37); "GIRIS": LPRINT : LPRINT
LPRINT TAB(10); "Dugum numarasi"; TAB(60); KDN
LPRINT TAB(10); "Malzemenin cekme mukavemeti"; TAB(60); SUT;
TAB(70); "N/mm2"
LPRINT TAB(10); "Malzemenin akma mukavemeti"; TAB(60); SY;
TAB(70); "N/mm2"
LPRINT TAB(10); "Egilmede surekli mukavemet gerimesi";
TAB(60); SW; TAB(70); "N/mm2"
LPRINT TAB(10); "Burulmada surekli mukavemet gerilmesi";
TAB(60); SSE; TAB(70); "N/mm2"
LPRINT TAB(10); "Maksimum egilme gerilmesi"; TAB(60); SIGMAX;
TAB(70); "N/mm2"
LPRINT TAB(10); "Minumum egilme gerilmesi"; TAB(60); SIGMIN;
TAB(70); "N/mm2"
LPRINT TAB(10); "Maksimum burulma gerilmesi"; TAB(60); TOM;
TAB(70); "N/mm2"
LPRINT TAB(10); "Minumum burulma gerilmesi"; TAB(60); TOMIN;
TAB(70); "N/mm2"
LPRINT TAB(10); "Istediginiz emniyet katsayisi"; TAB(60); CE
LPRINT TAB(10); "Centik hassasiyeti faktoru"; TAB(60); Q
LPRINT TAB(10); "Egilmede gerilme yigilma faktoru"; TAB(60);
KT
LPRINT TAB(10); "Burulmada gerilme yigilma faktoru"; TAB(60);
KTS
LPRINT TAB(10); "Yuzey duzeltme faktoru"; TAB(60); KA
LPRINT TAB(10); "Boyut duzeltme faktoru"; TAB(60); KB
LPRINT TAB(10); "Gerilme yigilmasi duzelme faktoru "; TAB(60);
KE
LPRINT TAB(10); "Scaklik duzeltme faktoru"; TAB(60); KC
LPRINT TAB(10); "Diger etkiler icin duzeltme faktoru";
TAB(60); KD
LPRINT : LPRINT : LPRINT
LPRINT TAB(37); "CIKIS"
LPRINT : LPRINT
8750  LPRINT TAB(10); "STATIK YUKLEMEDE EMNIYET KATSAYILARI:"
LPRINT
LPRINT TAB(10); "Teoriler:"
LPRINT TAB(10); "Maksimum kayma gerilmesi teoremi"; TAB(60);
NS1
LPRINT TAB(10); "Maksimum sekil degistirme enerjisi teoremi";
TAB(60); NS2
LPRINT : LPRINT
LPRINT TAB(10); "DINAMIK YUKLEMEDE SUREKLI MUK.ICIN EMNIYET
KATSAYILARI :"
LPRINT : LPRINT TAB(10); "Maksimum kayma gerilmesi teoremi
uygulanarak;"
LPRINT TAB(10); "Soderberg bagintisi"; TAB(60); N1
LPRINT TAB(10); "Goodman bagintisi"; TAB(60); N2
LPRINT
```

```
LPRINT TAB(10); "Maksimum sekil degistirme teoremi
uygulanarak;"
LPRINT TAB(10); "Soderberg bagintisi"; TAB(60); N4
LPRINT TAB(10); "Goodman bagintisi"; TAB(60); N3
LPRINT
LPRINT TAB(10); "Emniyet katsayisi sartiniz"; TAB(60); CE
LPRINT TAB(10); "Eski cap"; TAB(60); CAP(PY) - RW; TAB(70);
"mm"
LPRINT TAB(10); "Emniyet sartinizi saglayan cap"; TAB(60);
CAP(PY); TAB(70); "mm"
LOCATE 24, 10: PRINT "KONTROL ETMEK ISTEDIGINIZ BASKA DUGUM
VARMI  E / H"
9140 Z$ = INKEY$: IF Z$ = "" THEN 9140
IF Z$ = "E" OR Z$ = "e" THEN 8162
IF Z$ = "H" OR Z$ = "h" THEN 9180
GOTO 9140
9180 GOSUB 11500
LOCATE 4, 30: COLOR 15, 0: PRINT "A N A  M E N U": COLOR 7, 0
LOCATE 7, 27: PRINT "╔"; STRING$(20, "═"); "╗"
FOR N = 8 TO 18
LOCATE N, 27: PRINT "║"; SPACE$(20); "║"
NEXT
LOCATE 19, 27: PRINT "╚"; STRING$(20, "═"); "╝"
LOCATE 21, 30: PRINT SPACE$(21)
LOCATE 9, 29: PRINT "DEPLASMAN MENUSU  "
LOCATE 11, 29: PRINT "KUVVET MENUSU     "
LOCATE 13, 29: PRINT "CIZIM MENUSU      "
LOCATE 15, 29: PRINT "MUKAVEMET KONTROLU"
LOCATE 17, 29: PRINT "PROGRAM SONU      "
LOCATE 21, 15: PRINT "╔"; STRING$(44, "═"); "╗"
LOCATE 22, 15: PRINT "║"; SPACE$(44); "║"
LOCATE 23, 15: PRINT "╚"; STRING$(44, "═"); "╝"
LOCATE 22, 20: COLOR 15, 0: PRINT "SECIMINIZ>>>>>>>": COLOR 7,
0
P = 9
9360 MEN$ = ""
FOR N = 28 TO 47
MEN$ = MEN$ + CHR$(SCREEN(P, N))
NEXT
LOCATE P, 28: COLOR 0, 7: PRINT MEN$: COLOR 7, 0
9410 S$ = INKEY$: IF S$ = "" THEN GOTO 9410
IF S$ = CHR$(0) + "H" THEN GOTO 9470
IF S$ = CHR$(0) + "P" THEN GOTO 9500
IF S$ = CHR$(13) THEN SEC = (P - 7) / 2: GOTO 9530
IF S$ = CHR$(27) THEN END
GOTO 9410
9470 COLOR 7, 0: LOCATE P, 28: PRINT MEN$
IF P = 9 THEN P = 17 ELSE P = P - 2
GOTO 9360
9500 COLOR 7, 0: LOCATE P, 28: PRINT MEN$
IF P = 17 THEN P = 9 ELSE P = P + 2
GOTO 9360
```

```
9530 ON SEC GOTO 9540, 9550, 9560, 9570, 9580
9540 LOCATE 22, 40: COLOR 0, 7: PRINT " DEPLASMAN MENUSU ":
COLOR 7, 0
I$ = INPUT$(1): GOTO 9590
9550 LOCATE 22, 40: COLOR 0, 7: PRINT " KUVVET MENUSU ": COLOR
7, 0
I$ = INPUT$(1): GOTO 9990
9560 LOCATE 22, 40: COLOR 0, 7: PRINT " CIZIM MENUSU ": COLOR
7, 0
I$ = INPUT$(1): GOTO 10390
9570 LOCATE 22, 40: COLOR 0, 7: PRINT " MUKAVEMET KONTROLU ":
COLOR 7, 0
I$ = INPUT$(1): GOTO 8160
9580 LOCATE 22, 40: COLOR 0, 7: PRINT " PROGRAM SONU ": COLOR
7, 0
I$ = INPUT$(1): CLS : END
9590 GOSUB 11500
LOCATE 4, 30: COLOR 15, 0: PRINT "DEPLASMAN MENUSU": COLOR 7,
0
LOCATE 8, 27: PRINT "╔"; STRING$(20, "═"); "╗"
FOR N = 9 TO 18
LOCATE N, 27: PRINT "║"; SPACE$(20); "║"
NEXT
LOCATE 19, 27: PRINT "╚"; STRING$(20, "═"); "╝"
LOCATE 9, 29: PRINT "S E H I M         "
LOCATE 11, 29: PRINT "E G I M            "
LOCATE 13, 29: PRINT "ACISAL DEPLASMAN  "
LOCATE 15, 29: PRINT "MILINIZIN OZELLIGI"
LOCATE 17, 29: PRINT "ANA MENUYE DONUS  "
LOCATE 21, 15: PRINT "╔"; STRING$(44, "═"); "╗"
LOCATE 22, 15: PRINT "║"; SPACE$(44); "║"
LOCATE 23, 15: PRINT "╚"; STRING$(44, "═"); "╝"
LOCATE 22, 20: COLOR 15, 0: PRINT "SECIMINIZ>>>>>>>": COLOR 7,
0
P = 9
9760 MEN$ = ""
FOR N = 28 TO 47
MEN$ = MEN$ + CHR$(SCREEN(P, N))
NEXT
LOCATE P, 28: COLOR 0, 7: PRINT MEN$: COLOR 7, 0
9810 S$ = INKEY$: IF S$ = "" THEN GOTO 9810
IF S$ = CHR$(0) + "H" THEN GOTO 9870
IF S$ = CHR$(0) + "P" THEN GOTO 9900
IF S$ = CHR$(13) THEN SEC = (P - 7) / 2: GOTO 9930
IF S$ = CHR$(27) THEN END
GOTO 9810
9870 COLOR 7, 0: LOCATE P, 28: PRINT MEN$
IF P = 9 THEN P = 17 ELSE P = P - 2
GOTO 9760
9900 COLOR 7, 0: LOCATE P, 28: PRINT MEN$
IF P = 17 THEN P = 9 ELSE P = P + 2
GOTO 9760
```

```
11090 Z$ = INKEY$: IF Z$ = "" THEN 11090
11100 IF Z$ = "E" OR Z$ = "e" THEN 7530
11110 GOTO 11090
11120 GOSUB 11590
11130 Z$ = INKEY$: IF Z$ = "" THEN 11130
11140 IF Z$ = "E" OR Z$ = "e" THEN 7730
11150 GOTO 11130     -
11160 GOSUB 11590
11170 Z$ = INKEY$: IF Z$ = "" THEN 11170
11180 IF Z$ = "E" OR Z$ = "e" THEN 7949
11190 GOTO 11170
11200 GOSUB 11590
11210 Z$ = INKEY$: IF Z$ = "" THEN 11210
11220 IF Z$ = "E" OR Z$ = "e" THEN 5270
11230 IF Z$ = "P" OR Z$ = "p" THEN 5400
GOTO 11210
11240 GOSUB 11590
11250 Z$ = INKEY$: IF Z$ = "" THEN 11250
11260 IF Z$ = "E" OR Z$ = "e" THEN 6120
11270 IF Z$ = "P" OR Z$ = "p" THEN 6800
GOTO 11250
11280 LOCATE 23, 10: COLOR 0, 7: PRINT "DEPLASMAN MENUSUNE
DONMEK ICIN SPACE TUSUNA BASINIZ": COLOR 7, 0
11290 Z$ = INKEY$: IF Z$ = "" THEN 11280
IF Z$ = " " THEN 9590
GOTO 11290
11320 RETURN
11330 LOCATE 23, 10: PRINT "KUVVET MENUSUNE DONMEK ICIN SPACE
TUSUNA BASINIZ"
11340 Z$ = INKEY$: IF Z$ = "" THEN 11340
IF Z$ = " " THEN 9990
GOTO 11340
11370 RETURN
11380 LOCATE 24, 10: PRINT "CIZIM MENUSUNE DONMEK ICIN SPACE
TUSUNA BASINIZ"
11390 Z$ = INKEY$: IF Z$ = "" THEN 11390
IF Z$ = " " THEN 10390
GOTO 11390
RETURN
11430 CLS : SCREEN 0
LOCATE 2, 2: PRINT "╔"; STRING$(75, "═"); "╗"
FOR I = 3 TO 23
LOCATE I, 2: PRINT "║": LOCATE I, 78: PRINT "║"
NEXT I
LOCATE 24, 2: PRINT "╚"; STRING$(75, "═"); "╝"
RETURN
11500 CLS : SCREEN 0
LOCATE 2, 10: PRINT "╔"; STRING$(55, "═"); "╗"
FOR I = 3 TO 23
LOCATE I, 10: PRINT "║": LOCATE I, 66: PRINT "║": NEXT I
LOCATE 24, 10: PRINT "╚"; STRING$(55, "═"); "╝"
LOCATE 3, 22: PRINT "╔"; STRING$(30, "═"); "╗"
```

```
LOCATE 4, 22: PRINT "║"; SPACE$(30); "║"
LOCATE 5, 22: PRINT "╚"; STRING$(30, "═"); "╝"
RETURN
11590 CLS : SCREEN 0
LOCATE 10, 20: COLOR 0, 7: PRINT "       EKRANA CIKIS ICIN
.......E      "
LOCATE 12, 20: PRINT "       PRINTRA CIKIS ICIN.......P
"
LOCATE 14, 20: PRINT "       SECIMINIZ..............E/P
": COLOR 7, 0
RETURN
11640 LINE (AX(DN(I)) + 250, 100)-(AX(DN(I)) + 250, 60)
LINE (AX(DN(I)) + 250, 100)-(AX(DN(I)) - 2 + 250, 95)
LINE -(AX(DN(I)) + 2 + 250, 95): LINE -(AX(DN(I)) + 250, 100)
LINE (AX(DN(I)) + 250, 300)-(AX(DN(I)) + 250, 260)
LINE (AX(DN(I)) + 250, 260)-(AX(DN(I)) + 2 + 250, 265)
LINE -(AX(DN(I)) - 2 + 250, 265): LINE -(AX(DN(I)) + 250, 260)
RETURN
11710 LINE (AX(DN(I)) + 250, 100)-(AX(DN(I)) + 250, 60)
LINE (AX(DN(I)) + 250, 60)-(AX(DN(I)) - 2 + 250, 65)
LINE -(AX(DN(I)) + 2 + 250, 65): LINE -(AX(DN(I)) + 250, 60)
LINE (AX(DN(I)) + 250, 300)-(AX(DN(I)) + 250, 260)
LINE (AX(DN(I)) + 250, 300)-(AX(DN(I)) + 2 + 250, 295)
LINE -(AX(DN(I)) - 2 + 250, 295): LINE -(AX(DN(I)) + 250, 300)
RETURN
11780 LINE (AX(DN(I)) + 250, 300)-(AX(DN(I)) + 250, 260)
LINE (AX(DN(I)) + 250, 260)-(AX(DN(I)) + 2 + 250, 265)
LINE -(AX(DN(I)) - 2 + 250, 265): LINE -(AX(DN(I)) + 250, 260)
RETURN
11820 LINE (AX(DN(I)) + 250, 300)-(AX(DN(I)) + 250, 260)
LINE (AX(DN(I)) + 250, 300)-(AX(DN(I)) + 2 + 250, 295)
LINE -(AX(DN(I)) - 2 + 250, 295): LINE -(AX(DN(I)) + 250, 300)
RETURN
11850 LINE (AX(DN(I)) + 250, 100)-(AX(DN(I)) + 250, 60)
LINE (AX(DN(I)) + 250, 60)-(AX(DN(I)) - 2 + 250, 65)
LINE -(AX(DN(I)) + 2 + 250, 65): LINE -(AX(DN(I)) + 250, 60)
RETURN
11890 LINE (AX(DN(I)) + 250, 100)-(AX(DN(I)) + 250, 60)
LINE (AX(DN(I)) + 250, 100)-(AX(DN(I)) - 2 + 250, 95)
LINE -(AX(DN(I)) + 2 + 250, 95): LINE -(AX(DN(I)) + 250, 100)
RETURN
11930 LINE (AX(DN(I)) + 250, 100)-(AX(DN(I)) + 250, 60)
LINE (AX(DN(I)) + 250, 100)-(AX(DN(I)) - 2 + 250, 95)
LINE -(AX(DN(I)) + 2 + 250, 95): LINE -(AX(DN(I)) + 250, 100)
LINE (AX(DN(I)) + 250, 300)-(AX(DN(I)) + 250, 260)
LINE (AX(DN(I)) + 250, 300)-(AX(DN(I)) + 2 + 250, 295)
LINE -(AX(DN(I)) - 2 + 250, 295): LINE -(AX(DN(I)) + 250, 300)
RETURN
12000 LINE (AX(DN(I)) + 250, 300)-(AX(DN(I)) + 250, 260)
LINE (AX(DN(I)) + 250, 260)-(AX(DN(I)) + 2 + 250, 265)
LINE -(AX(DN(I)) - 2 + 250, 265): LINE -(AX(DN(I)) + 250, 260)
LINE (AX(DN(I)) + 250, 100)-(AX(DN(I)) + 250, 60)
```

```
LINE (AX(DN(I)) + 250, 60)-(AX(DN(I)) - 2 + 250, 65)
LINE -(AX(DN(I)) + 2 + 250, 65): LINE -(AX(DN(I)) + 250, 60)
RETURN
12070 CIRCLE (AX(DN(I)) + 250, 290), 30, 1, 0, PI
LINE (AX(DN(I)) + 280, 290)-(AX(DN(I)) + 282, 285)
LINE -(AX(DN(I)) + 278, 285): LINE -(AX(DN(I)) + 280, 290)
RETURN
12110 CIRCLE (AX(DN(I)) + 250, 290), 30, 1, 0, PI
LINE (AX(DN(I)) + 220, 290)-(AX(DN(I)) + 222, 285)
LINE -(AX(DN(I)) + 218, 285): LINE -(AX(DN(I)) + 220, 290)
RETURN
12150 CIRCLE (AX(DN(I)) + 250, 290), 30, 1, 0, PI
LINE (AX(DN(I)) + 280, 90)-(AX(DN(I)) + 282, 85)
LINE -(AX(DN(I)) + 278, 85): LINE -(AX(DN(I)) + 280, 90)
RETURN
12190 CIRCLE (AX(DN(I)) + 250, 90), 30, 1, 0, PI
LINE (AX(DN(I)) + 220, 90)-(AX(DN(I)) + 222, 85)
LINE -(AX(DN(I)) + 218, 85): LINE -(AX(DN(I)) + 220, 90)
RETURN
12220 CIRCLE (AX(DN(I)) + 250, 90), 30, 1, 0, PI
LINE (AX(DN(I)) + 220, 90)-(AX(DN(I)) + 222, 85)
LINE -(AX(DN(I)) + 218, 85): LINE -(AX(DN(I)) + 220, 90)
CIRCLE (AX(DN(I)) + 250, 290), 30, 1, 0, PI
LINE (AX(DN(I)) + 220, 290)-(AX(DN(I)) + 222, 285)
LINE -(AX(DN(I)) + 218, 285): LINE -(AX(DN(I)) + 220, 290)
RETURN
12290 CIRCLE (AX(DN(I)) + 250, 90), 30, 1, 0, PI
LINE (AX(DN(I)) + 280, 90)-(AX(DN(I)) + 282, 85)
LINE -(AX(DN(I)) + 278, 85): LINE -(AX(DN(I)) + 280, 90)
CIRCLE (AX(DN(I)) + 250, 290), 30, 1, 0, PI
LINE (AX(DN(I)) + 280, 290)-(AX(DN(I)) + 282, 285)
LINE -(AX(DN(I)) + 278, 285): LINE -(AX(DN(I)) + 280, 290)
RETURN
12360 CIRCLE (AX(DN(I)) + 250, 90), 30, 1, 0, PI
LINE (AX(DN(I)) + 280, 90)-(AX(DN(I)) + 282, 85)
LINE -(AX(DN(I)) + 278, 85): LINE -(AX(DN(I)) + 280, 90)
CIRCLE (AX(DN(I)) + 250, 290), 30, 1, 0, PI
LINE (AX(DN(I)) + 220, 290)-(AX(DN(I)) + 222, 285)
LINE -(AX(DN(I)) + 218, 285): LINE -(AX(DN(I)) + 220, 290)
RETURN
12430 CIRCLE (AX(DN(I)) + 250, 90), 30, 1, 0, PI
LINE (AX(DN(I)) + 220, 90)-(AX(DN(I)) + 222, 85)
LINE -(AX(DN(I)) + 218, 85): LINE -(AX(DN(I)) + 220, 90)
CIRCLE (AX(DN(I)) + 250, 290), 30, 1, 0, PI
LINE (AX(DN(I)) + 280, 290)-(AX(DN(I)) + 282, 285)
LINE -(AX(DN(I)) + 278, 285): LINE -(AX(DN(I)) + 280, 290)
RETURN
```

ÖZGEÇMİŞ

İsmail Esen 1971 yılında Gümüşhane'de dodu. İlk öğretimi burada bitirdikten sonra Samsun'da Samsun Atakum End. Mes. lisesinde orta öretimini tamamladı. 1987 'de İ.T.Ü SMF Makina Mühendisliği bölümüne kayıt yaptırdı. 1991 yılında buradan 67.03 not ortalamasıyla dördüncü olarak mezun oldu ve aynı yıl İ.T.Ü. Fenbilimleri Enstitüsüne kayıt yaptırdı. Halen İstanbul içinde makina imalatıyla uğraşan bir firmada yöneticilik yapmaktadır. Evli ve bir kız babasıdır.