

39571

39571

**KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA ANABİLİM DALI**

**I.C. YÜKSEKÖĞRETİM ENSTİTÜSÜ
DOKÜMANİZASYON MERKEZİ**

**İKİ KOLLU DÜZLEMSEL ROBOT MEKANİZMASINDA
ESNEKLİĞİN YÖRÜNGEYE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez No: MAK.YL.003

Tezi Hazırlayan

Sadettin ORHAN

Tez Yöneticisi

Prof.Dr.Hira KARAGÜLLE

KIRIKKALE-1996

Bu Çalışma, Jürimiz tarafından Makina Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

25.10.7.1996

Başkan : Prof.Dr.Ali ERİŞEN.....

Üye : Prof.Dr.Hira KARAGÜLLE.....

Üye : Yard.Doç.Dr.Nuri ASLAN.....

ONAY

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

25.10.7.1996

Fen Bil. Enst. Müdürü

Prof. Dr. Ali ERİŞEN



İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER LİSTESİ	IV
TEŞEKKÜR.....	V
ÖZET.....	VI
ABSTRACT.....	VII
1. GİRİŞ.....	1
2. MEKANİZMA.....	3
2.1. Kinematik Analiz.....	3
2.2. Kinetik Analiz.....	4
3. SONLU ELEMAN ANALİZİ.....	7
3.1. Dairesel İş.....	7
3.2. Düzlemsel İş.....	10
4. SONUÇLAR.....	14
5. KAYNAKLAR.....	16
6. EK-A.....	17

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.....	3
Şekil 2. 2. 1.....	4
Şekil 2. 2. 2.....	5
Şekil 2. 2. 3.....	5
Şekil 3. 1.....	7
Şekil 3. 1. 1.....	8
Şekil 3. 1. 2.....	8
Şekil 3. 1. 3.....	9
Şekil 3. 1. 4.....	9
Şekil 3. 1. 5.....	10
Şekil 3. 1. 6.....	10
Şekil 3. 2. 1.....	11
Şekil 3. 2. 2.....	12
Şekil 3. 2. 3.....	12
Şekil 3. 2. 4.....	13
Şekil 3. 2. 5.....	13
Şekil 3. 2. 6.....	14

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarımnda değerli vakitlerini ayırıp bana yardımcı olan hocam Prof.Dr.Hira KARAGÜLLE beye, özellikle sonlu eleman programı kullanımında yardımcı olan Yard.Doç.Dr.Nuri ASLAN beye teşekkür ederim.



ÖZET

Bu çalışmada iki kollu düzlemsel robot mekanizması ele alınmıştır. Uç nokta için bir yörünge ve bir dış kuvvet kabul edilmiştir. Rijit cisim kinematik analiz yapılarak kolların açısal konumları, hızları ve ivmeleri hesaplanmıştır. Rijit cisim kinetik analiz yapılarak bağ kuvvetleri ve gerekli motor torkları hesaplanmıştır. Kollara etkiyen, zamanla değişen, kuvvetler, torklar ve yayılı atalet kuvvetleri hesaplanmıştır. Kuvvetler periyodik olarak alınmıştır. Kollardaki titreşimleri bulmak için bir sonlu eleman programı (ANSYS 5.0) kullanılmıştır. Uç noktanın, istenen yörüngeden sapması hesaplanmıştır. Şekillerde sonuçları daha açık gösterebilmek için sapma miktarları 100 ile çarpılmıştır.

ABSTRACT

In this study a planar manipulator with two links is considered. An end point trajectory and an external force is assumed. The angular positions, velocities and accelerations of the links are calculated by the rigid body kinematic analysis. The joint forces and the necessary external motor torques are calculated by the rigid body kinetics. The time varying forces and torques acting on the links and distributed inertial forces are calculated. The forces are assumed to be periodic. A finite element program (ANSYS 5.0) is used to analyze the vibration of the links. The deviation of the end point from the required trajectory is calculated. To show the results more clearly in the figures, the deviation amounts are multiplied by 100.

1. GİRİŞ

Son yıllarda robotların çeşitli işleri yerine getirmesi için kullanımları oldukça yaygınlaşmıştır. Bu işlerle beraber robot mekanizmalarını daha yüksek hızlarda çalıştırmak ve daha hassas konumlandırmak ihtiyacı doğmuştur. Hızlı hareketler esnek mekanizmalarda (kollarda) titreşimler oluşturur. Bu titreşimler özellikle hassasiyetin istendiği, hareketin sonunda zararlıdır. Yüksek hızlarda çalışmadan dolayı atalet yüklerini ve tahrik torklarını azaltmak için mekanizmanın mümkün olduğu kadar hafif yapılması gerekmektedir. Daha hafif elemanlar elastik olarak şekil değiştirmeye, atalet ve dış kuvvetlerden dolayı titreşmeye oldukça yatkındır. Bu titreşimleri azaltmak, hatta mümkün olduğu kadar en aza indirme işlemi çeşitli metodlar kullanılarak yapılabilir.

İlk olarak, robot mekanizmasının dinamik denklemleri elde edilir. Sonra bu denklemleri veri olarak alan standard kontrol işlemleri uygulanır [1, 2, 5]. Kontrol işlemi ile robot mekanizmasının istenen bir yörüngeyi izlemesi sağlanır. Dinamik denklemleri elde ederken kullanılan metodlardan bir diğeri de sonlu eleman metodudur. Usoro, Nadira ve Mahil [3]' in çalışmalarında esnek manipülatörlerin modellenmesi için bir sonlu eleman yöntemi kullanılmış olup, lagrange yöntemi ile iki kollu esnek bir manipülatörün matematik modeli geliştirilmiştir. Yine Lee ve Wang [4] yaptıkları çalışmada düşey düzlemde (x,z) hareket eden iki kollu esnek bir robotun dinamik eşitliklerini elde etmişlerdir. Belirlenen herhangi bir yerde kola ilave kütleler bağlanarak kolun taşıma kapasitesini simüle etmişlerdir. Formülasyon esnasında temel giriş teorisine bağlı olarak sonlu eleman metodunu kullanmışlardır.

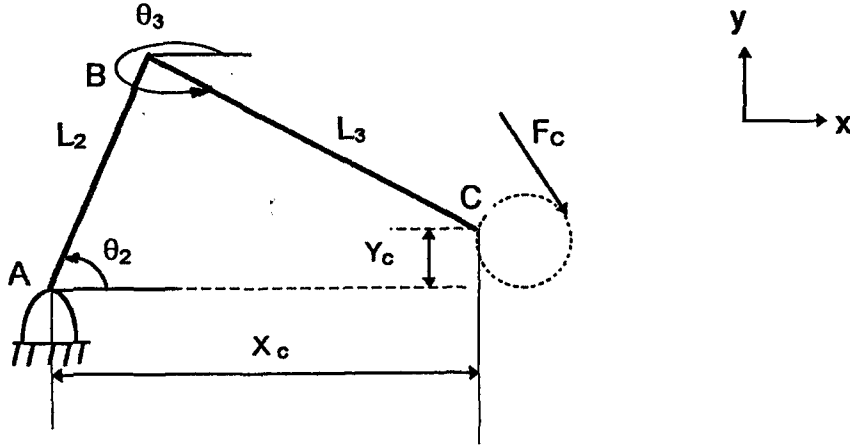
Esnek mekanizmalarda esnekliğin modellenmesi bir kaç şekilde olabilir. Bunlardan yaygın olarak kullanılanlardan birisi; esnek sistem bir kütle - yay sistemine (topaklanmış) indirgenir [6], sistemin transfer fonksiyonu bulunur, bir kontrol birimi oluşturularak sistem, parametrelere bağlı olarak kontrol edilir. Bir diğer yöntemde ise kollar - n - sonlu elemana bölünmüş giriş olarak modellenir [7]. Esneklik, elemanlar arasında yayların ve sönümleyicilerin olduğu varsayılarak modellenir.

Hareketin kinetik denklemleri çıkarılarak titreşimler bulunur. Huston ve Wang bu metodu kullanarak çok elemanlı sistemlerde esnekliğin etkisini araştırmışlardır. Bir diğer metod ise zincir metodudur [9]. Bu metoda göre kollar bir ankastre giriş olarak modellenir ve -n-tane sonlu elemana bölünür. Her bir ankastre eleman için yükler bulunur ve elemanın yerdeğiştirmesi hesaplanır. Bu işlemler son elemana varıncaya kadar tekrarlanır. Uç noktanın titreşimlerini azaltmak için robot kolların yapısal tasarımını kuvvetlendirmek gerekmektedir. Bunu yapmanın bir yolu manipölatörün her bir elemanının alanını ve uzunluğunu değiştirerek, her bir elemanın Ağırlık / Dayanıklılık oranını minimize etmek için optimizasyon tekniklerini kullanmaktır. [10].

Bu çalışmada mekanizma bir topaklanmış sistem ya da yaylar ve sönümleyicilerden oluşan bir sonlu eleman olarak değil de, sonlu elemana bölünmüş sürekli bir giriş olarak modellendiği için, esnekliğin etkisi daha hassas olarak tesbit edilebilecektir.

2. MEKANİZMA

Simülasyon için şekil 2-1'deki iki kollu düzlemsel robot mekanizması ele alınmıştır.



Şekil 2-1 İki kollu düzlemsel robot mekanizması

Mekanizmanın uç noktası dairesel bir hareket yapmaktadır (yörünge çizmekte) . Daha sonra düşey düzlemdeki hareketi de ele alınacaktır. Mekanizmanın konumu, yatayla yaptığı θ_2 ve θ_3 açıları ile belirlenir. Mekanizma büyüklükleri; L_2 , L_3 , L_{G_2} , L_{G_3} , I_{G_2} , I_{G_3} ; sırasıyla kolların uzunlukları, ağırlık merkezlerine olan uzaklıkları ve kütle atalet momentleridir. m_2 , m_3 kütleleridir. E , Elastisite modülü, ρ malzemenin yoğunluğudur. X_c , Y_c ise, uç noktanın referans noktasına göre konumudur.

2.1. Kinematik Analiz :

Uç noktanın işi:

$$X_c = X_{c0} + R_0 \cos(W t) \dots (1-1)$$

$Y_c = Y_{c0} + R_0 \sin(W t) \dots (1-2)$ olarak ifade edilmektedir. Burada $X_{c0} = 0.396m$, $Y_{c0} = 0.059m$, $R_0 = 0.1m$ alınmıştır. R_0 , dairenin yarıçapıdır. W , uç noktanın açısal hızı, t ise zamandır. $W = 2\pi f$, $f = 1/T$ 'dir. Hareket bir periyot boyunca incelenmiştir $DT = T/(Nd-1)$ 'dir. DT , zamandaki artma miktarı, Nd ise periyodun bölünme aralığıdır. T , periyot, f , frekanstır. $T = 0.1s$, $f = 10$ Hz, $Nd = 32$ olarak alınmıştır. Yukarıda elde edilen konum denklemlerinin zamana göre iki defa türevleri alınarak uç noktanın hızı ve ivmesi hareketin her anı için bulunur. Aynı zamanda uç noktanın konumu;

$$X_c = L_2 \cos\theta_2 + L_3 \cos\theta_3 \dots (1-3)$$

$Y_C = L_2 \sin\theta_2 + L_3 \sin\theta_3$(1-4) olarak yazılır. Bu denklemlerden Newton-Raphson iterasyon metoduna göre hareketin her anı için θ_2 ve θ_3 bulunur. Yine yukardaki gibi bu denklemlerin de zamana göre iki defa türevleri alınarak mekanizmanın açısal hızları ve ivmeleri bulunur. Kolların ağırlık merkezlerinin konum denklemleri yazılırsa;

$$X_{G_2} = L_{G_2} \cos\theta_2$$
.....(1-5)

$$X_{G_3} = L_2 \cos\theta_2 + L_{G_3} \cos\theta_3$$
.....(1-6)

$$Y_{G_2} = L_{G_2} \sin\theta_2$$
.....(1-7)

$$Y_{G_3} = L_2 \sin\theta_2 + L_{G_3} \sin\theta_3$$
.....(1-8) elde edilir. Bu denklemlerin zamana göre iki defa türevleri alınarak kolların ağırlık merkezlerinin hızları ve ivmeleri bulunur. Böylece kinematik analiz tamamlanmış olur.

2.2. Kinetik Analiz



Şekil 2. 2. 1 Uç noktaya etki eden kuvvet

Uç noktaya etki eden kuvvet ve bileşenleri: Bu çalışmada $F_c = 50$ N alınmıştır.

$F_{cx} = F_c \sin(w t)$; $F_{cy} = F_c \cos(w t)$ 'dir. Newton'un ikinci kanununa göre kuvvet denklemleri yazılarak Şekil 2. 2. 2'de gösterilen bağ kuvvetleri ve tahrik torkları bulunur.

$$F_{23x} = m_3 a_{3x} - F_{cx}$$

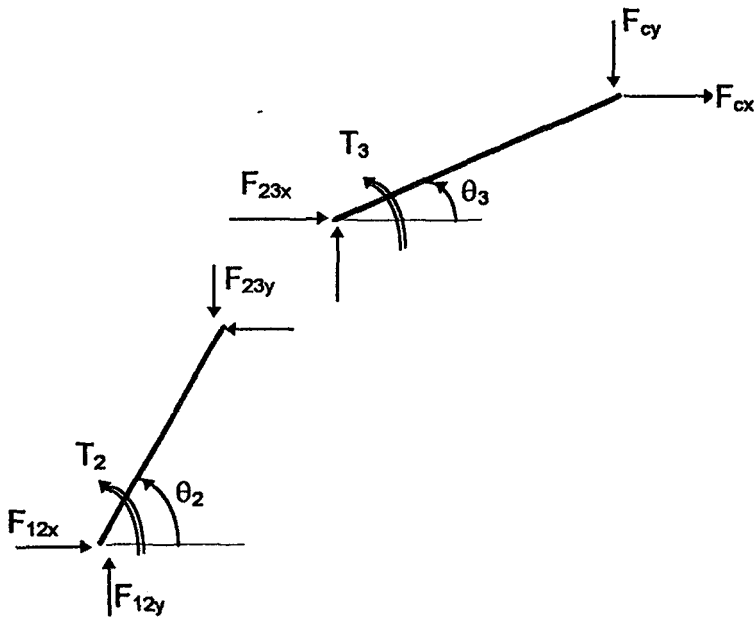
$$F_{23y} = m_3 a_{3y} + F_{cy}$$

$$T_3 = L_3 / 2 \sin\theta_3 (F_{cx} - F_{23x}) + L_3 / 2 \cos\theta_3 (F_{cy} + F_{23y}) + I_{G_3} \alpha_3$$

$$F_{12x} = F_{23x} + m_2 a_{2x}$$

$$F_{12y} = m_2 a_{2y} + F_{23y}$$

$T_2 = L_2 / 2 \sin\theta_2 (-F_{12x} - F_{23x}) + L_2 / 2 \cos\theta_2 (F_{12y} + F_{23y}) + I_{G_2} \alpha_2$ elde edilirler. Burada a_{2x} , a_{2y} , a_{3x} , a_{3y} , α_2 , α_3 büyüklükleri sırası ile 2 ve 3 nolu kolların ağırlık merkezlerinin x ve y doğrultusundaki ivmelerinin bileşenlerini ve açısal ivmelerini temsil etmektedir.



Şekil 2. 2 Mekanizmanın serbest cisim diyagramı

Böylece hareketin bir periyodu boyunca kolların bağ kuvvetleri ve tahrik torkları bulunur. Yine aynı şekilde denklemler yazılarak kolların enine ve boyuna kuvvetleri bulunur. Bu durumu ifade eden serbest cisim diyagramı Şekil 2.2.3'te görülmektedir.

$$F_{cbx} = F_{cx} \cos\theta_3 - F_{cy} \sin\theta_3$$

$$F_{cey} = -F_{cx} \sin\theta_3 - F_{cy} \cos\theta_3$$

$$F_{b2ex} = F_{23x} \cos\theta_3 + F_{23y} \sin\theta_3$$

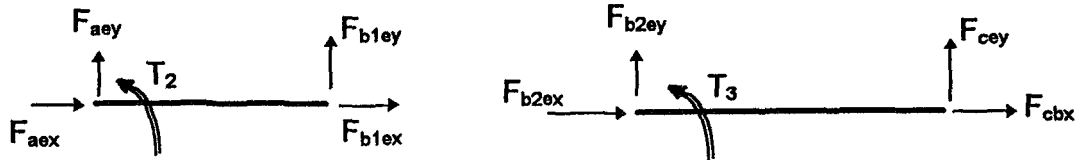
$$F_{b2ey} = -F_{23x} \sin\theta_3 + F_{23y} \cos\theta_3$$

$$F_{b1ex} = -F_{23x} \cos\theta_2 - F_{23y} \sin\theta_2$$

$$F_{b1ey} = F_{23x} \sin\theta_2 - F_{23y} \cos\theta_2$$

$$F_{aex} = F_{12x} \cos\theta_2 + F_{12y} \sin\theta_2$$

$$F_{aey} = -F_{12x} \sin\theta_2 + F_{12y} \cos\theta_2$$



Şekil 2. 2. 3 Mekanizmanın enine-boyuna kuvvetler ve tahrik torkları ile serbest cisim diyagramı

Bu kuvvetlerle beraber kolların ağırlık merkezlerinin enine ve boyuna ivmeleri de şu denklemlerle elde edilir:

$$ag_{2b}=(F_{b1ex}+F_{aex})/m_2$$

$$ag_{2e}=(F_{b1ey}+F_{aey})/m_2$$

$$ag_{3b}=(F_{cbx}+F_{b2ex})/m_3$$

$$ag_{3e}=(F_{cey}+F_{b2ey})/m_3$$

Yayıllı Atalet Yükleri:

Denklemler oluşturulursa kolun referans noktasından ($x=0$) x - mesafesindeki boyuna ve enine yayılı yükler şu şekilde elde edilir:

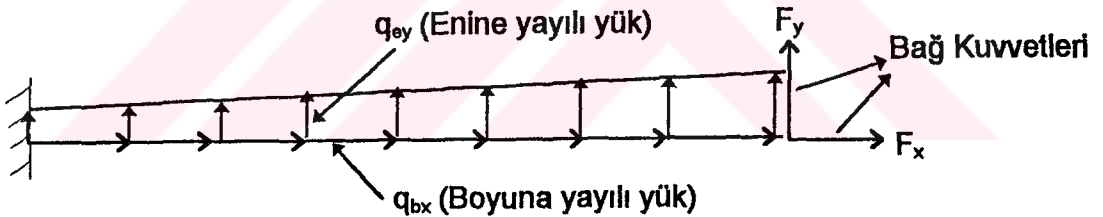
$$qbx= -m/ L [agb- w^2(x-Lg)].$$

$$qey= -m/ L [age+ \alpha (x-Lg)].$$



3. SONLU ELEMAN ANALİZİ

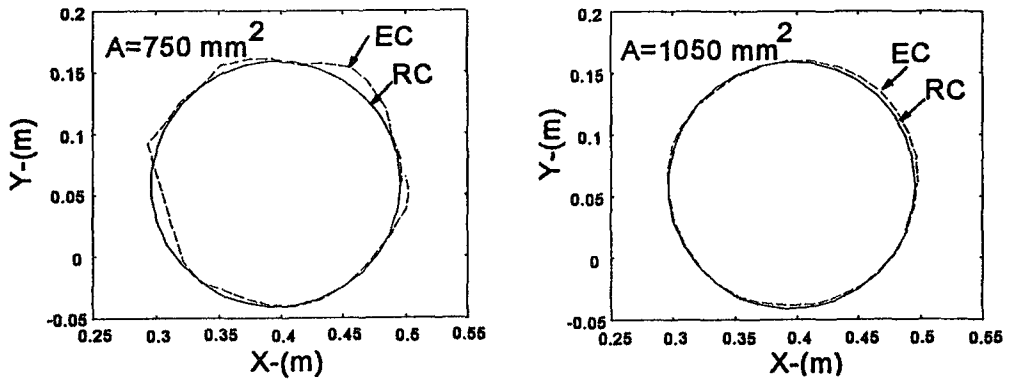
Mekanizmanın, çalışma şartlarında herbir noktasının yerdeğiştirmesini bulmak için ANSYS 5.0 sonlu eleman paket programı kullanılmıştır. Kolların herbiri sol ucu ankastre, sağ ucu serbest, 8 elemana bölünmüş, dikdörtgen kesitli bir kiriş olarak modellenmiştir. Kollar, tahrik torkları, bağ kuvvetleri ve yayılı atalet yükleri ile yüklenerek dinamik analiz yapılmıştır. Analizin hassas sonuç vermesi için 5 periyod ele alınmış, 3. periyodun değerleri esas alınmıştır. Sonlu eleman programı için gereken girdi dosyası Qbasic dilinde yazılan bir poğramla oluşturulmuştur. Kolların yükleme durumu şekil 3-1' de görölmektedir. Analiz neticesinde mekanizmanın her noktasındaki yerdeğiştirmeler elde edilmiş, elde edilen yerdeğiştirmelerle yeni yörünge oluşturulmuştur. Analiz için bir periyod süresi 0.1 s, zamandaki artış ise 0.0000118 olarak alınmıştır. Malzemenin yoğunluğu 7800 kg/m³, Elastisite modölü 200×10^9 N/m², poisson oranı 0.35 olarak alınmıştır. Mekanizmanın diğer büyüklükleri değişik değerler için incelenmiştir. Yörüngeler arasındaki sapmayı açık bir şekilde görmek için yerdeğiştirmeler 100 ile çarpılmıştır.



şekil 3-1 Sonlu eleman programına girdi olarak verilen yükleme durumu

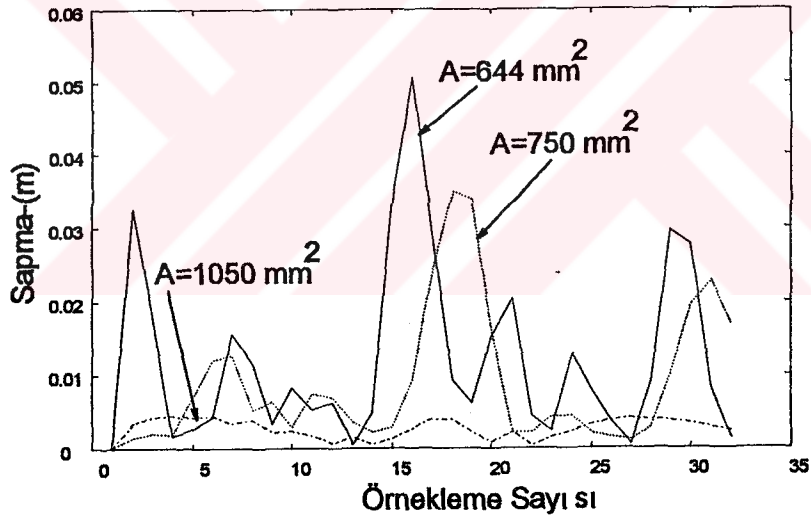
3.1 Dairesel İş

Mekanizmada esnekliğin yörüngeye etkisi çeşitli kriterler için tesbit edilmiştir. Bunlardan ilk ele alınan, kesitteki değişmeye göre esnekliğin etkisidir. Burada kolların uzunlukları ve malzeme özellikleri aynı kalarak kesit değiştirilmiştir. Beklenildiği gibi kesit arttıkça yerdeğiştirmeler küçüleceği için yörüngedeki sapma miktarı da azalacaktır. Bu durum şekil 3.1.1'de açıkça görölmektedir. Burada $L_2=0.3m$, $L_3=0.4m$ olarak alınmıştır.



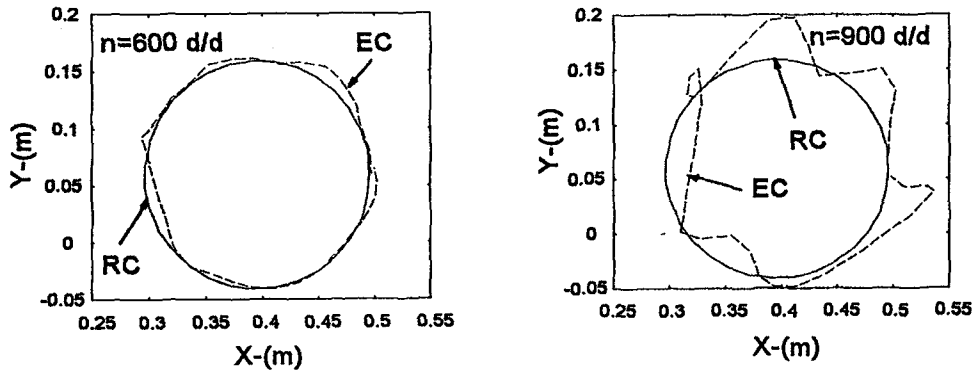
Şekil 3.1.1 Farklı kesitler için yörüngedeki sapmalar

Yerdeğiştirmelere bağlı olarak rijit haldeki yörünge (RC) ile yerdeğiştirmeler ile elde edilen yörünge (EC) arasındaki sapma da kesit arttıkça azalacaktır. Bu durum ise Şekil 3.1.2'de görülmektedir.



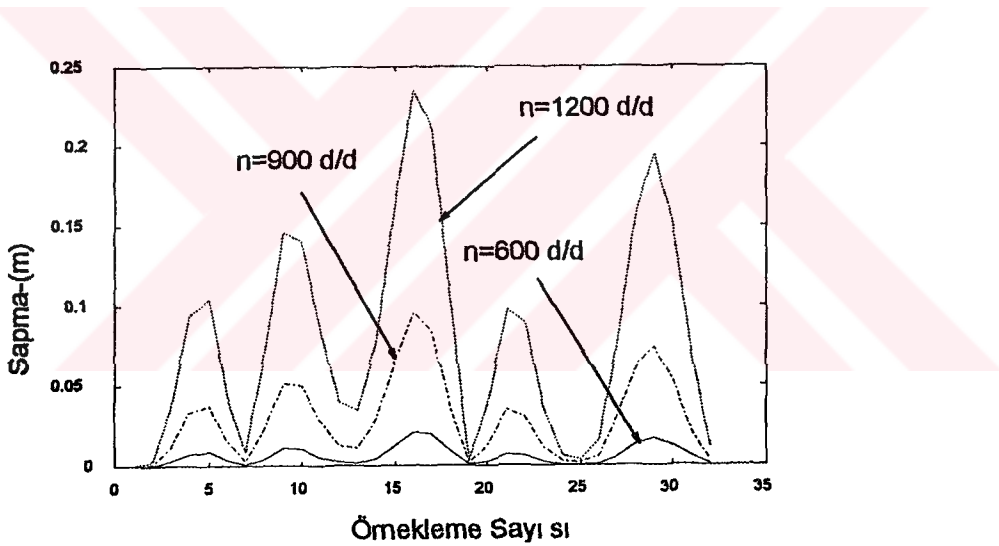
Şekil 3.1.2 Kesit değişimine göre yörüngelerdeki sapmalar

Esnekliğin yörüngeye etkisini tesbit etmek için ele alınan ikinci kriter ise mekanizmanın çalışma devridir. Burada kolların uzunlukları ve malzeme özellikleri aynı kalarak devir sayısı değiştirilmiştir. tahmin edileceği gibi tahrik devri arttıkça mekanizmanın zorlanması da artacaktır, buna bağlı olarak yerdeğiştirme ve yörüngedeki sapma miktarı da artacaktır. Bu durum Şekil 3.1.3'te açık bir şekilde farkedilmektedir.



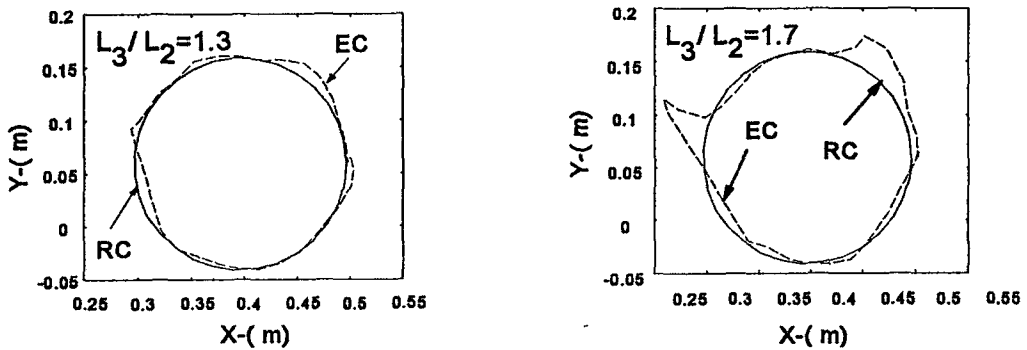
Şekil 3. 1. 3 Devir sayılarına göre Yörüngelerdeki sapmalar

Devir sayısına bağlı olarak yörüngelerdeki sapmaların değişimi de Şekil 3. 1. 4'te görülmektedir. Burada devir sayısı büyüdükçe sapmanın arttığı görülüyor.



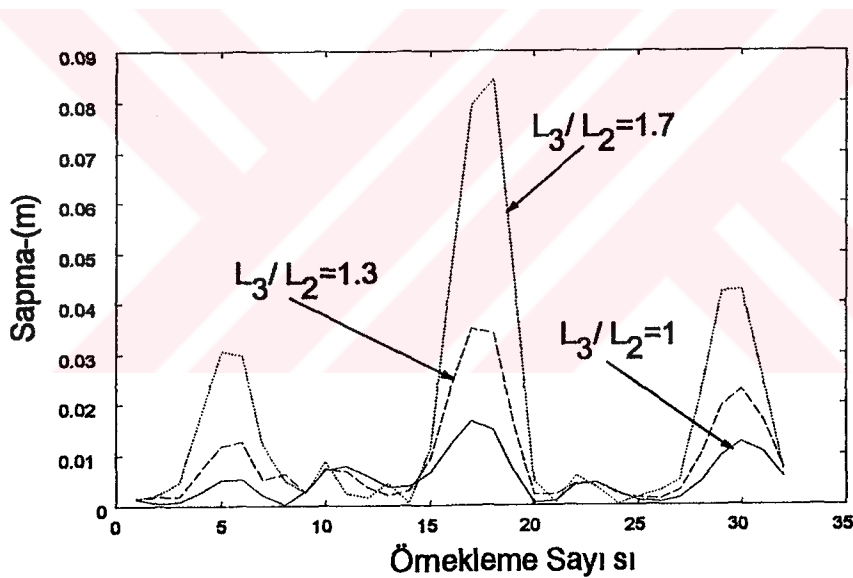
Şekil 3. 1. 4 Devir sayısına bağlı olarak yörüngelerdeki sapmalar

Esnekliğin etkisini gözlemlemek için ele alınan üçüncü kriter ise kolların uzunluklarının oranıdır. Yani kol uzunluklarının değişimi ile yörüngedeki sapmaların değişimidir. Burada $L_2=0.3m$ alınarak L_3 uzunluğu değiştirilmiştir. Yine beklenildiği gibi kolun uzunluğu arttıkça yerdeğiştirme ve buna bağlı olarak yörüngedeki sapma artacaktır. Bu durum ise Şekil 3.1.5'de görülmektedir.



Şekil 3. 1. 5 Kol uzunluklarının değişimine göre yörüngedeki sapmalar

L_3 / L_2 'ye bağlı olarak yörüngelerdeki sapmaların değişimi de Şekil 3. 1. 6'da görülmektedir. Burada L_3 / L_2 oranı büyüdükçe sapmanın arttığı görülüyor.



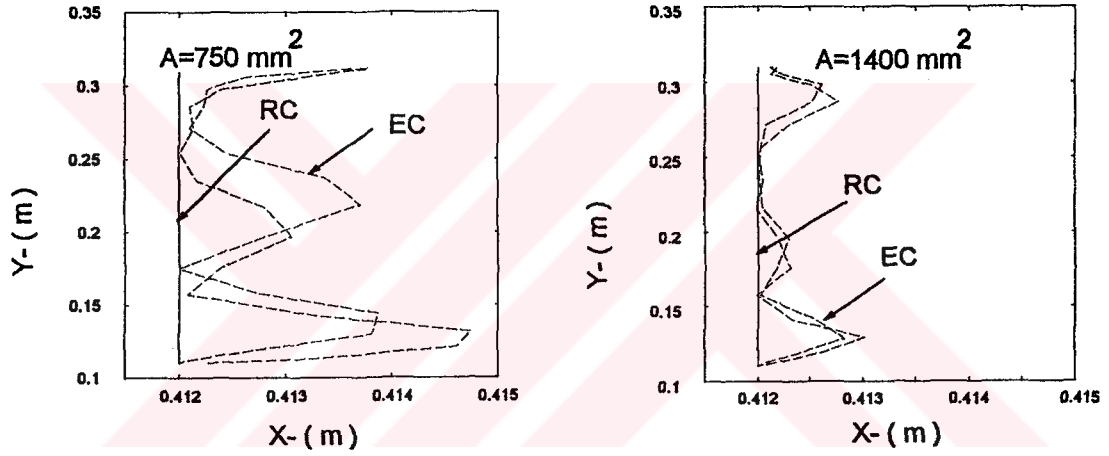
Şekil 3. 1. 6 L_3 / L_2 oranına bağlı olarak yörüngelerdeki sapmalar

3.2 Düzlemsel İş

Yukarıda mekanizmanın yaptığı iş olarak dairesel bir yörünge ele alınmıştı. Şimdi ise seçilen işe göre esnekliğin etkisini gözlemlemek için y-doğrultusunda gidip-gelme işi ele alınacaktır. Uç nokta giderken iş yapmakta dönerken ise boş gelmektedir (yani uç noktaya kuvvet etki etmemektedir). Burada ele alınan iş; $X_C = X_{C0}$, $Y_C = Y_{C0} - R_0 \cos(W t)$ olarak ifade edilmektedir. $X_{C0} = 0.412m$, $Y_{C0} = 0.21$

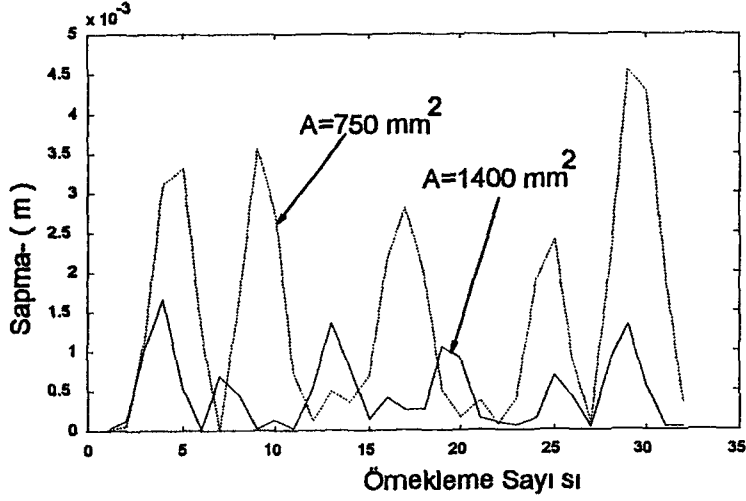
ve $R_0=0.1m$ olarak alınmıştır. Yukarıda yapılan işlemler tekrarlanarak yine çeşitli kriterler için esnekliğin etkisi incelenmiştir. Yerdeğiştirmeler yine 100 ile çarpılmalarına rağmen yörüngedeki sapmalar bu durumda daha açık bir şekilde farkedilebilmektedir.

Bunlardan ilk ele alınan, kesitteki değişmeye göre esnekliğin etkisidir. Burada kolların uzunlukları ve malzeme özellikleri aynı kalarak kesit değiştirilmiştir. Beklenildiği gibi kesit arttıkça yerdeğiştirmeler küçüleceği için yörüngedeki sapma miktarı da azalacaktır. Bu durum Şekil 3. 2. 1'de açıkça görülmektedir. Burada $L_2=0.3m$, $L_3=0.3m$ olarak alınmıştır.



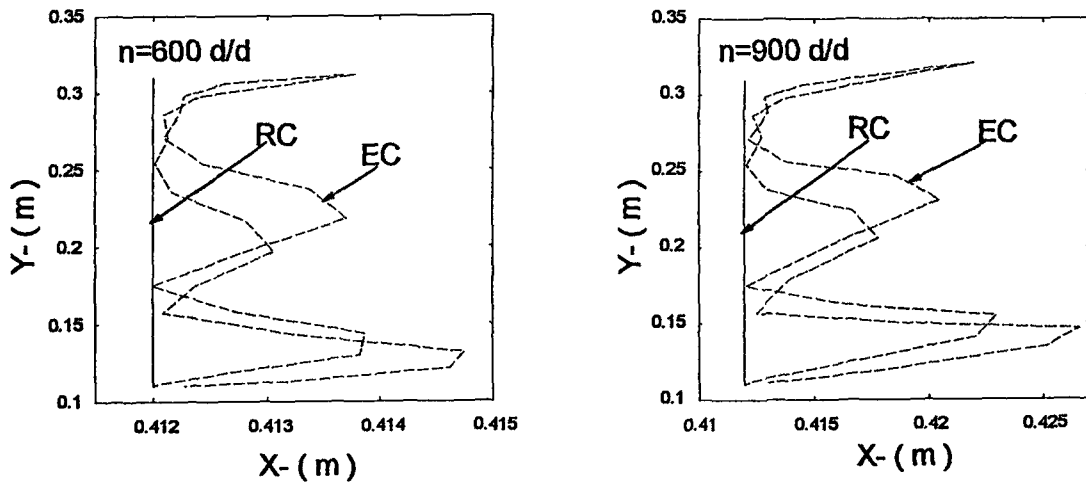
Şekil 3. 2. 1 Farklı kesitler için yörüngedeki sapmalar

Yerdeğiştirmelere bağlı olarak rijit haldeki yörünge (RC) ile yerdeğiştirmeler ile elde edilen yörünge (EC) arasındaki hata da kesit arttıkça azalacaktır. Bu durum ise Şekil 3. 2. 2'de görülmektedir.



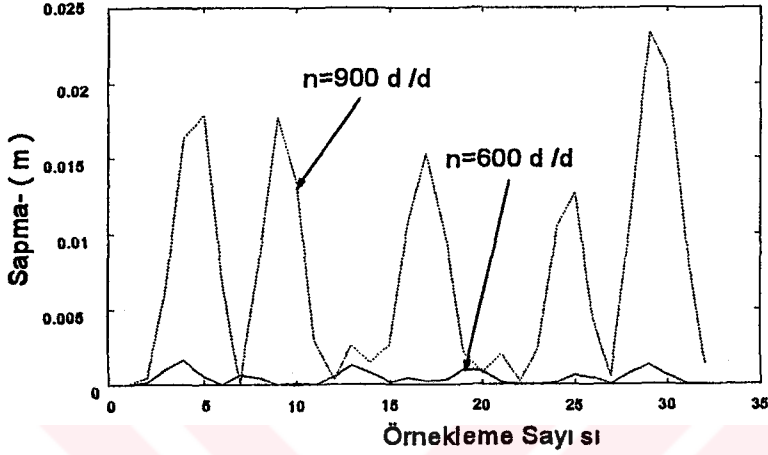
Şekil 3. 2. 2 Kesit değişimine göre yörüngelerdeki sapmalar

Esnekliğin yörüngeye etkisini tesbit etmek için ele alınan ikinci kriter ise mekanizmanın çalışma devridir. Burada kolların uzunlukları ve malzeme özellikleri aynı kalarak devir sayısı değiştirilmiştir. tahmin edileceği gibi tahrik devri arttıkça mekanizmanın zorlanması da artacak, buna bağlı olarak yerdeğiştirme ve yörüngedeki sapma miktarı da artacaktır. Bu durum Şekil 3.2.3 de açık bir şekilde farkedilmektedir.



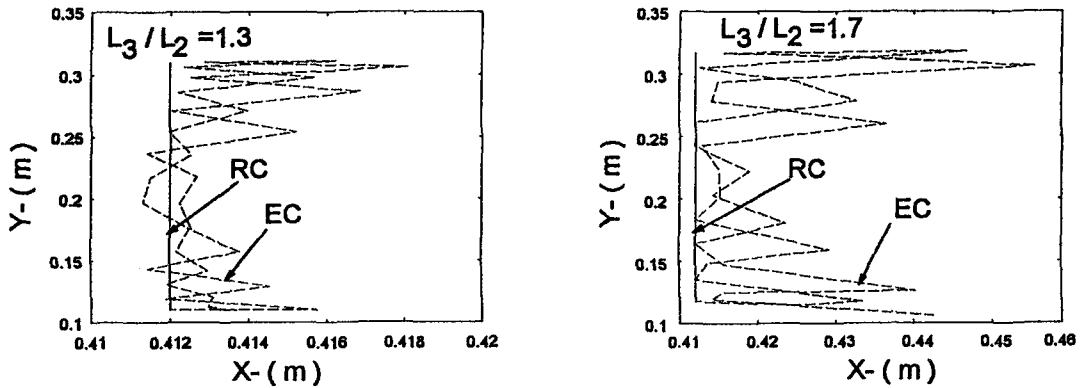
Şekil 3. 2. 3 Devir sayılarına göre Yörüngelerdeki sapmalar

Devir sayısına bağlı olarak yörüngelerdeki hataların değişimi de Şekil 3.2.4'te görülmektedir. Burada devir sayısı büyüdükçe sapmanın arttığı görülüyor.



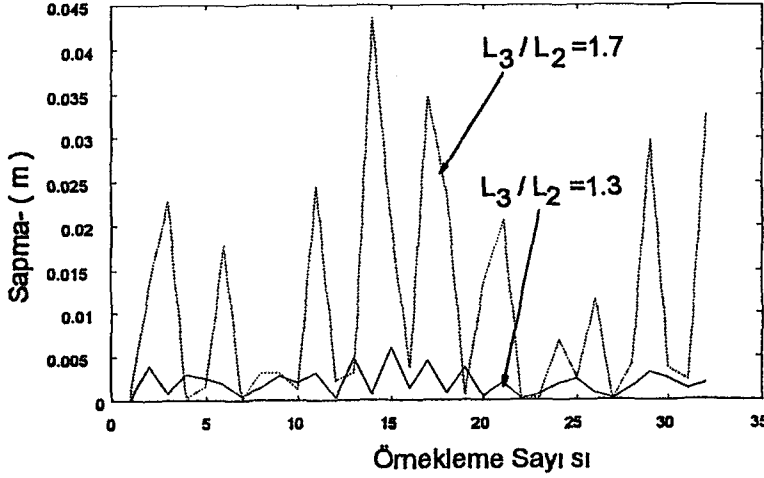
Şekil 3. 2. 4 Devir sayısına bağlı olarak yörüngelerdeki sapmalar

Esnekliğin etkisini gözlemlemek için ele alınan üçüncü kriter ise kolların uzunluklarının oranıdır. Yani, kol uzunluklarının değişimi ile yörüngedeki sapmaların değişimidir. Burada $L_2=0.3m$ alınarak L_3 uzunluğu değiştirilmiştir. Yine beklenildiği gibi kolun uzunluğu arttıkça yerdeğiştirme ve buna bağlı olarak yörüngedeki sapma artacaktır. Bu durum ise Şekil 3. 2. 5'te görülmektedir.



Şekil 3. 2. 5 Kol uzunluklarının değişimine göre yörüngedeki sapmalar

L_3 / L_2 'ye bağlı olarak yörüngelerdeki sapmaların değişimi de Şekil 3. 2. 6'da görülmektedir. Burada L_3 / L_2 oranı büyüdükçe sapmanın arttığı görülüyor.



Şekil 3. 2. 6 L_3 / L_2 oranına bağlı olarak yörüngelerdeki sapmalar

4. SONUÇLAR

Bilgisayar destekli tasarım teknikleri hızla gelişmektedir. Robot kollarındaki esnekliğin etkisini incelemek için katı modelleme, montaj, dinamik analiz ve sonlu eleman programları, bu teknikler sayesinde çok kolay ve başarılı bir şekilde kullanılabilir. Çalışma konusunu oluşturan esnekliğin yörüngeye etkisi çeşitli kriterler için araştırılmıştır. Buna göre;

1. Kol kesiti arttıkça
2. Devir sayısı küçüldükçe
3. Kol uzunlukları oranı küçüldükçe

titreşim azalmakta, bunların aksi durumunda ise titreşim artmakta ve yörüngedeki sapma da artmaktadır. Ayrıca mekanizmanın düzlemsel iş yapması durumunda, dairesel iş yapmasına göre yörüngedeki sapma daha fazla olmaktadır. Tasarım bakımından kullanılan mekanizmanın mümkün olduğu kadar hafif olması ve titreşimsiz çalışması istenilir. Fakat mekanizma hafifledikçe titreşimler artar. Mekanizmanın rezonans devirleri tesbit edilmeli, bu devirlerde ve bunlara yakın devirlerde mekanizma tahrik edilmemelidir. Mekanizma tasarlanırken, kolların uzunlukları oranı mümkün olduğu kadar küçük tutulmalı, mekanizmayı hantal yapmayacak şekilde dayanımı (E) büyük malzeme kullanılmalıdır. Bu çalışmada bağlardaki sürtünmeler ihmal edilmiştir. Mekanizma iki boyutlu olarak modellenmiştir. Buradan hareketle sürtünmeleri de içine alan, üç boyutlu bir

modelleme ile bu çalışma geliştirilebilir. Robotların optimum dizaynında, geliştirilmesinde ve değişik kontrol şemalarının denenmesinde bu çalışmadan faydalanılabilir.



4. KAYNAKLAR

1. Yiğit, S. A, On the stability of Pd control for a two-link rigid-flexible Manipulator, Journal of dynamic systems, measurement, and cont. Vol 116, Jun. 1994,
2. Madhavan S.K. and Singh S.N., Variable structure trajectory Control of an Elastic Robotic arm, Journal of robotic syst. 10(1), 23-44, 1993
3. Usoro P.B. and Nadira R., Mahil S.S., A finite Element/ Lagrange approach to modeling Lightweight Flexible Manipulators, Journal of dynamic systems, measurement, and cont. vol.108, Sept. 1986
4. Lee J.D. and Wang B.L., Dynamic Equations for a two link flexible robot arm Computers and Structures vol 29 No:3, 1988
5. Kelly R. and Saldago R., Pd control With computed feedforward of robot manipulators, IEEE,Transc. on Robot. and Automation vol.10, No:4
6. Meckl H. and Kinceler R., Robust Motion Control of flexible systems using feedforward forcing functions, IEEE Trans. on control systems technology vol 2, no:3, september 1994
7. Howell L. and Midha A., A Method for the design of compliant mechanisms with small-lenght flexural pivots, Journal of mechanical design, vol 116, March 1994
8. Huston L.and Wang Y., Flexibility Effects in multibody Systems, Computer Aided Analysis of Rigid and Flexible Mechanical Systems Nato ASI Series, Series E vol. 268
9. Meirovitch L., Elements of Vibration Analysis, McGraw-Hill, 1986
10. Ottosen N, Petersen H., Introduction the Finite Element Method Prentice Hall, 1992
11. Clough W, Penzien J. , Dynamics of Structures, McGraw-Hill, 1993
12. Erdoğan, S., Quickbasic 4.5, Beta Basım yay. Dağıt., 1993



REM"UC NOKTANIN KONUMUNUN,HIZININ,IVMESININ BULUNMASI "

```
OPEN "I", #1, "C:\ANS\ankas\A.DAT"
INPUT #1, NSCREEN, KXS, KXC, KYS, KYC
INPUT #1, XCO, YCO, RO: INPUT #1, f, ND: CLOSE #1
KX = KXS / KXC: KY = KYS / KYC
TP = 1 / f: DT = TP / (ND - 1): pi = 3.141593: W = 2 * pi * f
SCREEN NSCREEN: CLS : PRINT " BEKLEYINIZ..."
DIM xc(ND), yc(ND), VCX(ND), VCY(ND), ACX(ND), ACY(ND), T(ND)
FOR i = 1 TO ND
  xc(i) = XCO + RO * COS(W * T): yc(i) = YCO + RO * SIN(W * T)
  VCX(i) = -RO * W * SIN(W * T): VCY(i) = RO * W * COS(W * T)
  ACX(i) = -RO * W * W * COS(W * T): ACY(i) = -RO * W * W * SIN(W * T)
  T = T + DT
T(i) = T
NEXT i
CLS
INPUT "KONUM,HIZ VE IVMENIN DEGERLERINI EKRANDA GORMEK ISTERMISINIZ (E)"; KE$
IF KE$ <> "E" AND KE$ <> "e" THEN 105
65 FOR i = 1 TO ND
PRINT "XC(I)="; xc(i); " "; "YC(I)="; yc(i); " "; "VCX(I)="; VCX(i); " "; "VCY(I)="; VCY(i)
  B$ = INPUT$(1)
  IF B$ = "D" THEN 70
70 PRINT "ACX(I)="; ACX(i); " "; "ACY(I)="; ACY(i)
  PRINT "I=", i
  PRINT "-----"
NEXT i
CLS
105 SCREEN 12
FOR i = 1 TO ND
  X = xc(i) * 20 * KX: y = -yc(i) * 20 * KY + KYS: PSET (X, y)
NEXT i
A$ = INPUT$(1): CLS
PRINT : INPUT " DOSYAYA KAYIT YAP (E)-XCYC- : ", KE$: PRINT
IF KE$ <> "E" AND KE$ <> "e" THEN 10
OPEN "O", #1, "C:\ANS\ankas\UC.DAT"
FOR i = 1 TO ND
  PRINT #1, xc(i), yc(i)
NEXT i
CLOSE #1
10 PRINT : INPUT " DOSYAYA KAYIT YAP (E)-VC-AC- : ", KE$: PRINT
IF KE$ <> "E" AND KE$ <> "e" THEN 20
OPEN "O", #2, "C:\ANS\ankas\HIZIV.DAT"
FOR i = 1 TO ND
  PRINT #2, VCX(i), VCY(i), ACX(i), ACY(i)
NEXT i
CLOSE #2
20 END
```

```

CLS
REM"NEWTON-RAPHSON METODU ILE ACILARIN BULUNMASI"
OPEN "I", #1, "C:\ANS\ankas\A.DAT"
INPUT #1, NSCREEN, KXS, KXC, KYS, KYC
INPUT #1, XCO, YCO, RO
INPUT #1, F, ND
INPUT #1, N, NL
INPUT #1, FC
INPUT #1, XA, YA
INPUT #1, XH(1), XH(2)
INPUT #1, NITER1, NITER2
CLOSE #1
OPEN "I", #2, "C:\ANS\ankas\R.DAT"
INPUT #2, ND, NQ
INPUT #2, B: INPUT #2, H
INPUT #2, DENS: INPUT #2, EX: INPUT #2, NUXY
INPUT #2, LN: INPUT #2, NEL
INPUT #2, NW
INPUT #2, NP
INPUT #2, PER
INPUT #2, L2, L3, LG2, LG3
CLOSE #2
INPUT "TH2 VE TH3'IN ILK TAHMINI DEGERLERI: XB(1),xb(2)", XB(1), XB(2)
PI = 3.141592654#
DIM A(N, N), B(N)
DIM XC(ND), YC(ND)
    OPEN "I", #2, "C:\ANS\ankas\UC.dat"
    OPEN "O", #3, "C:\ANS\ankas\ACI.DAT"
    FOR Z = 1 TO ND
INPUT #2, XC(Z), YC(Z)
FOR ITER = 1 TO NITER2
    A(1, 1) = -L2 * SIN(XB(1)): A(1, 2) = -L3 * SIN(XB(2))
    A(2, 1) = L2 * COS(XB(1)): A(2, 2) = L3 * COS(XB(2))
    B(1) = -L2 * COS(XB(1)) - L3 * COS(XB(2)) + XC(Z)
    B(2) = -L2 * SIN(XB(1)) - L3 * SIN(XB(2)) + YC(Z)
GOSUB 5000
IF kmatris = 1 THEN KHATA = 2: GOTO 99
IF ITER < NITER1 THEN 50
FOR I = 1 TO N
IF ABS(x(I)) > XH(I) THEN 50
NEXT I
GOTO 60
50 FOR I = 1 TO N: XB(I) = XB(I) + x(I)
NEXT I
NEXT ITER
KHATA = 1: GOTO 99
60 FOR I = 1 TO N: TH2 = (XB(1) * 180) / PI: TH3 = (XB(2) * 180) / PI
NEXT I
99 REM PRINT " KHATA=": KHATA
PRINT #3, TH2, TH3
PRINT "--ACILAR-- TH2=": TH2; "...": "TH3=": TH3
PRINT "*****"
C$ = INPUT$(1)
NEXT Z
CLOSE #2
CLOSE #3
150 END

```

```

CLS
REM"ACISAL HIZLARIN HESAPLANMASI"
PI = 3.141593
OPEN "I", #1, "C:\ANS\ankas\A.DAT"
INPUT #1, NSCREEN, KXS, KXC, KYS, KYC
INPUT #1, XCO, YCO, RO
INPUT #1, F, ND
INPUT #1, N, NL
INPUT #1, FC
INPUT #1, XA, YA
INPUT #1, XH(1), XH(2)
INPUT #1, NITER1, NITER2
CLOSE #1
OPEN "I", #2, "C:\ANS\ankas\R.DAT"
INPUT #2, ND, NQ
INPUT #2, B: INPUT #2, H
INPUT #2, DENS: INPUT #2, EX: INPUT #2, NUXY
INPUT #2, LN: INPUT #2, NEL
INPUT #2, NW
INPUT #2, NP
INPUT #2, PER
INPUT #2, L2, L3, LG2, LG3
CLOSE #2
DIM VCX(ND), VCY(ND), acx(ND), acy(ND), xc(ND), yc(ND)
DIM TH2(ND), TH3(ND), W2(ND), W3(ND), DET(ND)
OPEN "I", #3, "C:\ANS\ankas\HIZIV.DAT"
FOR I = 1 TO ND
  INPUT #3, VCX(I), VCY(I), acx(I), acy(I)
NEXT I
CLOSE #3
OPEN "I", #4, "C:\ANS\ankas\ACI.DAT"
FOR I = 1 TO ND
  INPUT #4, TH2(I), TH3(I)
  TH2(I) = TH2(I) * PI / 180
  TH3(I) = TH3(I) * PI / 180
NEXT I
CLOSE #4
FOR I = 1 TO ND
  A(1, 1) = -L2 * SIN(TH2(I)): A(1, 2) = -L3 * SIN(TH3(I))
  A(2, 1) = L2 * COS(TH2(I)): A(2, 2) = L3 * COS(TH3(I))
  B(1) = VCX(I)
  B(2) = VCY(I)
  DET(I) = A(1, 1) * A(2, 2) - A(1, 2) * A(2, 1)
  W2(I) = (A(2, 2) * B(1) - A(1, 2) * B(2)) / DET(I)
  'W2(I) = FIX(W2(I))
  W3(I) = (-A(2, 1) * B(1) + A(1, 1) * B(2)) / DET(I)
  'W3(I) = FIX(W3(I))
  PRINT " ACISAL HIZLAR.. W2="; W2(I); "..."; " W3="; W3(I)
PRINT "I=", I
PRINT "-----"
'A$ = INPUT$(1)
NEXT I
PRINT : INPUT " DOSYAYA KAYIT YAP (E)- ACHIZ- : ", KE$: PRINT
IF KE$ <> "E" AND KE$ <> "e" THEN 30
CLS
OPEN "O", #5, "C:\ANS\ankas\ACHIZ.DAT"
FOR I = 1 TO ND
  PRINT #5, W2(I), W3(I)
NEXT I
CLOSE #5
30 END

```

```

CLS
REM"ACISAL IVMELERIN HESABI"
PI = 3.141593
OPEN "I", #1, "C:\ANS\ankas\A.DAT"
INPUT #1, NSCREEN, KXS, KXC, KYS, KYC
INPUT #1, XCO, YCO, RO
INPUT #1, F, ND
INPUT #1, N, NL
INPUT #1, FC
INPUT #1, XA, YA
INPUT #1, XH(1), XH(2)
INPUT #1, NITER1, NITER2
CLOSE #1
OPEN "I", #2, "C:\ANS\ankas\R.DAT"
INPUT #2, ND, NQ
INPUT #2, B: INPUT #2, H
INPUT #2, DENS: INPUT #2, EX: INPUT #2, NUXY
INPUT #2, LN: INPUT #2, NEL
INPUT #2, NW
INPUT #2, NP
INPUT #2, PER
INPUT #2, L2, L3, LG2, LG3
CLOSE #2
DIM VCX(ND), VCY(ND), ACX(ND), ACY(ND), xc(ND), yc(ND)
DIM TH2(ND), TH3(ND), W2(ND), W3(ND), DET(ND)
DIM ALF2(ND), ALF3(ND)
OPEN "I", #3, "C:\ANS\ankas\HIZIV.DAT"
FOR I = 1 TO ND
INPUT #3, VCX(I), VCY(I), ACX(I), ACY(I)
NEXT I
CLOSE #3
OPEN "I", #4, "C:\ANS\ankas\ACI.DAT"
FOR I = 1 TO ND
INPUT #4, TH2(I), TH3(I)
TH2(I) = TH2(I) * PI / 180
TH3(I) = TH3(I) * PI / 180
NEXT I
CLOSE #4

OPEN "I", #5, "C:\ANS\ankas\ACHIZ.DAT"
FOR I = 1 TO ND
INPUT #5, W2(I), W3(I)
NEXT I
CLOSE #5

FOR I = 1 TO ND
A(1, 1) = -L2 * SIN(TH2(I)): A(1, 2) = -L3 * SIN(TH3(I))
A(2, 1) = L2 * COS(TH2(I)): A(2, 2) = L3 * COS(TH3(I))
B(1) = ACX(I) + L2 * W2(I) ^ 2 * COS(TH2(I)) + L3 * W3(I) ^ 2 * COS(TH3(I))
B(2) = ACY(I) + L2 * W2(I) ^ 2 * SIN(TH2(I)) + L3 * W3(I) ^ 2 * SIN(TH3(I))
DET(I) = A(1, 1) * A(2, 2) - A(1, 2) * A(2, 1)
ALF2(I) = (A(2, 2) * B(1) - A(1, 2) * B(2)) / DET(I)
ALF3(I) = (-A(2, 1) * B(1) + A(1, 1) * B(2)) / DET(I)
PRINT " ACISAL IVMELER.. ALF2="; ALF2(I); "..."; " ALF3="; ALF3(I)
PRINT "I=", I
PRINT "-----"
NEXT I
PRINT : INPUT " DOSYAYA KAYIT YAP (E)- ACHIZ- : ", KE$: PRINT
IF KE$ <> "E" AND KE$ <> "e" THEN 30
CLS
OPEN "O", #5, "C:\ANS\ankas\ACIV.DAT"
FOR I = 1 TO ND

```

```
PRINT #5, ALF2(I), ALF3(I)  
NEXT I  
CLOSE #5  
30 END
```



```

CLS
PRINT "AGIRLIK MERKEZLERININ KONUM,HIZ VE IVMESININ BULUNMASI"
F2$ = "C:\ANS\ankas\ACIV.DAT": F3$ = "C:\ANS\ankas\AG.DAT"
F4$ = "C:\ANS\ankas\AGIV.DAT"
PI = 3.141593
OPEN "I", #1, "C:\ANS\ankas\A.DAT"
INPUT #1, NSCREEN, KXS, KXC, KYS, KYC
INPUT #1, XCO, YCO, RO
INPUT #1, F, ND
INPUT #1, N, NL
INPUT #1, FC
INPUT #1, XA, YA
INPUT #1, XH(1), XH(2)
INPUT #1, NITER1, NITER2
CLOSE #1
OPEN "I", #2, "C:\ANS\ankas\R.DAT"
INPUT #2, ND, NQ
INPUT #2, B: INPUT #2, H
INPUT #2, DENS: INPUT #2, EX: INPUT #2, NUXY
INPUT #2, LN: INPUT #2, NEL
INPUT #2, NW
INPUT #2, NP
INPUT #2, PER
INPUT #2, L2, L3, LG2, LG3
CLOSE #2
DIM T(ND), XC(ND), YC(ND), VCX(ND), VCY(ND), ACX(ND), ACY(ND)
DIM TH2(ND), TH3(ND), W2(ND), W3(ND), AL2(ND), AL3(ND)
DIM XG2(ND), YG2(ND), VG2X(ND), VG2Y(ND), AG2X(ND), AG2Y(ND)
DIM XG3(ND), YG3(ND), VG3X(ND), VG3Y(ND), AG3X(ND), AG3Y(ND)
DIM X(ND), Y(ND)
OPEN "I", #2, "C:\ANS\ankas\ACI.DAT"
FOR I = 1 TO ND
INPUT #2, TH2(I), TH3(I)
TH2(I) = TH2(I) * PI / 180: TH3(I) = TH3(I) * PI / 180
NEXT I
CLOSE #2
OPEN "I", #3, "C:\ANS\ankas\ACHIZ.DAT"
FOR I = 1 TO ND
INPUT #3, W2(I), W3(I)
NEXT I
CLOSE #3
OPEN "I", #4, "C:\ANS\ankas\ACIV.DAT"
FOR I = 1 TO ND
INPUT #4, AL2(I), AL3(I)
NEXT I
CLOSE #4
FOR I = 1 TO ND
XG2(I) = LG2 * COS(TH2(I))
VG2X(I) = -LG2 * W2(I) * SIN(TH2(I))
AG2X(I) = -LG2 * AL2(I) * SIN(TH2(I)) - LG2 * W2(I) * W2(I) * COS(TH2(I))
Yg2(I) = LG2 * SIN(TH2(I))
VG2Y(I) = LG2 * W2(I) * COS(TH2(I))
AG2Y(I) = LG2 * AL2(I) * COS(TH2(I)) - LG2 * W2(I) * W2(I) * SIN(TH2(I))
XG3(I) = L2 * COS(TH2(I)) + LG3 * COS(TH3(I))
VG3X(I) = -L2 * W2(I) * SIN(TH2(I)) - LG3 * W3(I) * SIN(TH3(I))
X(I) = -L2 * AL2(I) * SIN(TH2(I)) - L2 * W2(I) * W2(I) * COS(TH2(I))
AG3X(I) = X(I) - LG3 * AL3(I) * SIN(TH3(I)) - LG3 * W3(I) * W3(I) * COS(TH3(I))
YG3(I) = L2 * SIN(TH2(I)) + LG3 * SIN(TH3(I))
VG3Y(I) = L2 * W2(I) * COS(TH2(I)) + LG3 * W3(I) * COS(TH3(I))
Y(I) = L2 * AL2(I) * COS(TH2(I)) - L2 * W2(I) * W2(I) * SIN(TH2(I))
AG3Y(I) = Y(I) + LG3 * AL3(I) * COS(TH3(I)) - LG3 * W3(I) * W3(I) * SIN(TH3(I))
NEXT I

```

```
50 FOR I = 1 TO ND
PRINT " XG2(I):"; XG2(I), "YG2(I):"; yg2(I), "VG2X(I):"; VG2X(I)
PRINT "VG2Y(I):"; VG2Y(I), "AG2X(I):"; AG2X(I), "AG2Y(I):"; AG2Y(I)
PRINT "-----"
PRINT "XG3(I):"; XG3(I), "YG3(I):"; YG3(I), "VG3X(I):"; VG3X(I)
PRINT "VG3Y(I):"; VG3Y(I), "AG3X(I):"; AG3X(I), "AG3Y(I):"; AG3Y(I)
PRINT "I=", I
PRINT "-----"
NEXT I
PRINT : INPUT " DOSYAYA KAYIT (E) : ", KE$: PRINT
IF KE$ <> "E" AND KE$ <> "e" THEN 100
OPEN "0", #5, F3$
FOR I = 1 TO ND
PRINT #5, XG2(I), yg2(I), VG2X(I), VG2Y(I), AG2X(I), AG2Y(I)
PRINT #5, XG3(I), YG3(I), VG3X(I), VG3Y(I), AG3X(I), AG3Y(I)
NEXT I
CLOSE #5
OPEN "0", #6, F4$
FOR I = 1 TO ND
PRINT #6, AG2X(I), AG2Y(I), AG3X(I), AG3Y(I)
NEXT I
CLOSE #6
100 END
```

```

CLS
REM"BAG KUVVETLERININ VE TAHRIK TORGLARININ BULUNMASI"
PI = 3.141593
F1$ = "C:\ANS\ankas\KUV.DAT"
F2$ = "C:\ANS\ankas\TORK.DAT"
OPEN "I", #1, "C:\ANS\ankas\A.DAT"
INPUT #1, NSCREEN, KXS, KXC, KYS, KYC
INPUT #1, XCO, YCO, RO
INPUT #1, F, ND
INPUT #1, N, NL
INPUT #1, FC
INPUT #1, XA, YA
INPUT #1, XH(1), XH(2)
INPUT #1, NITER1, NITER2
CLOSE #1
OPEN "I", #2, "C:\ANS\ankas\R.DAT"
INPUT #2, ND, NQ
INPUT #2, B: INPUT #2, H
INPUT #2, DENS: INPUT #2, EX: INPUT #2, NUXY
INPUT #2, LN: INPUT #2, NEL
INPUT #2, NW
INPUT #2, NP
INPUT #2, PER
INPUT #2, L2, L3, LG2, LG3
CLOSE #2
A = B * H
IZ = B * H ^ 3 / 12
M2 = DENS * A * L2
M3 = DENS * A * L3
IG2 = M2 * L2 ^ 2 / 12
IG3 = M3 * L3 ^ 2 / 12
DIM fcx(ND), FCY(ND), F23X(ND), F23Y(ND), F12X(ND), F12Y(ND), T2(ND), T3(ND)
DIM XG2(ND), YG2(ND), VG2X(ND), VG2Y(ND), AG2X(ND), AG2Y(ND), AL2(ND), AL3(ND)
DIM XG3(ND), YG3(ND), VG3X(ND), VG3Y(ND), AG3X(ND), AG3Y(ND), TH2(ND), TH3(ND)
DIM W2(ND), W3(ND), T(ND)
OPEN "I", #1, "C:\ANS\ankas\AG.DAT"
FOR I = 1 TO ND
INPUT #1, XG2(I), YG2(I), VG2X(I), VG2Y(I), AG2X(I), AG2Y(I)
INPUT #1, XG3(I), YG3(I), VG3X(I), VG3Y(I), AG3X(I), AG3Y(I)
NEXT I
OPEN "I", #2, "C:\ANS\ankas\ACI.DAT"
FOR I = 1 TO ND
INPUT #2, TH2(I), TH3(I)
TH2(I) = TH2(I) * PI / 180: TH3(I) = TH3(I) * PI / 180
NEXT I
CLOSE #2
OPEN "I", #3, "C:\ANS\ankas\ACHIZ.DAT"
FOR I = 1 TO ND
INPUT #3, W2(I), W3(I)
NEXT I
CLOSE #3
OPEN "I", #4, "C:\ANS\ankas\ACIV.DAT"
FOR I = 1 TO ND
INPUT #4, AL2(I), AL3(I)
NEXT I
CLOSE #4
TP = 1 / F: DT = TP / (ND - 1): W = 2 * PI * F
OPEN "I", #5, "C:\ANS\ankas\T.DAT"
FOR I = 1 TO ND
INPUT #5, T(I)
NEXT I
CLOSE #5

```



```

FOR I = 1 TO ND
  fcx(I) = FC * COS(PI / 2 - W * T(I)): FCY(I) = FC * SIN(PI / 2 - W * T(I))
  F23X(I) = M3 * AG3X(I) - fcx(I)
  F12X(I) = F23X(I) + M2 * AG2X(I)
  F23Y(I) = M3 * AG3Y(I) + FCY(I)
  F12Y(I) = M2 * AG2Y(I) + F23Y(I)
  T2(I) = L2 / 2 * COS(TH2(I)) * (F23Y(I) + F12Y(I)) + L2 / 2 * SIN(TH2(I)) * (-F23X(I) - F12X(I)) + IG2 * AL2(I)
  T3(I) = L3 / 2 * COS(TH3(I)) * (F23Y(I) + FCY(I)) + L3 / 2 * SIN(TH3(I)) * (fcx(I) - F23X(I)) + IG3 * AL3(I)
  NEXT I
FOR I = 1 TO ND
  PRINT "FCX(I)=-"; fcx(I), "FCY(I)=-"; FCY(I)
  PRINT "F12X(I)=-"; F12X(I), "F12Y(I)=-"; F12Y(I)
  PRINT "F23X(I)=-"; F23X(I), "F23Y(I)=-"; F23Y(I)
  PRINT "T2(I)=-"; T2(I), "T3(I)=-"; T3(I)
  REM PRINT "TH2=-", TH2(I)
  REM PRINT "TH3=-", TH3(I)
  PRINT "I=", I
  PRINT "-----"
NEXT I
PRINT : INPUT " DOSYAYA KAYIT YAP (E) : ", KE$: PRINT
IF KE$ <> "E" AND KE$ <> "e" THEN 20
  CLS
  OPEN "0", #6, F1$
  FOR I = 1 TO ND
    PRINT #6, fcx(I), FCY(I), F12X(I), F12Y(I), F23X(I), F23Y(I)
  NEXT I
  CLOSE #6
  OPEN "0", #7, F2$
  FOR I = 1 TO ND
    PRINT #7, T2(I), T3(I)
  NEXT I
  CLOSE #7
20 END

```

```

CLS
REM"ENINE-BOYUNA KUVVETLERIN BULUNMASI"
PI = 3.141593
FI$ = "C:\ANS\ankas\KOKUEN.DAT"
OPEN "I", #1, "C:\ANS\ankas\A.DAT"
INPUT #1, NSCREEN, KXS, KXC, KYS, KYC
INPUT #1, XCO, YCO, RO
INPUT #1, F, ND
INPUT #1, N, NL
INPUT #1, FC
INPUT #1, XA, YA
INPUT #1, XH(1), XH(2)
INPUT #1, NITER1, NITER2
CLOSE #1
OPEN "I", #2, "C:\ANS\ankas\R.DAT"
INPUT #2, ND, NQ
INPUT #2, B: INPUT #2, H
INPUT #2, DENS: INPUT #2, EX: INPUT #2, NUXY
INPUT #2, LN: INPUT #2, NEL
INPUT #2, NW
INPUT #2, NP
INPUT #2, PER
INPUT #2, L2, L3, LG2, LG3
CLOSE #2
A = B * H
IZ = B * H ^ 3 / 12
M2 = DENS * A * L2
M3 = DENS * A * L3
IG2 = M2 * L2 ^ 2 / 12
IG3 = M3 * L3 ^ 2 / 12
DIM FCBX(ND), FCEY(ND), FB2EX(ND), FB2EY(ND), FB1EX(ND), FB1EY(ND), FAEX(ND), FAEY(ND)
DIM FCX(ND), FCY(ND), F23X(ND), F23Y(ND), F12X(ND), F12Y(ND), T2(ND), T3(ND)
DIM XG2(ND), YG2(ND), VG2X(ND), VG2Y(ND), AG2X(ND), AG2Y(ND), AL2(ND), AL3(ND)
DIM XG3(ND), YG3(ND), VG3X(ND), VG3Y(ND), AG3X(ND), AG3Y(ND), TH2(ND), TH3(ND)
DIM W2(ND), W3(ND)
OPEN "I", #2, "C:\ANS\ankas\KUV.DAT"
FOR I = 1 TO ND
INPUT #2, FCX(I), FCY(I), F12X(I), F12Y(I), F23X(I), F23Y(I)
NEXT I: CLOSE #2
OPEN "I", #3, "C:\ANS\ankas\ACI.DAT"
FOR I = 1 TO ND
INPUT #3, TH2(I), TH3(I)
TH2(I) = TH2(I) * PI / 180: TH3(I) = TH3(I) * PI / 180
NEXT I
CLOSE #3
OPEN "I", #4, "C:\ANS\ankas\ACHIZ.DAT"
FOR I = 1 TO ND
INPUT #4, W2(I), W3(I)
NEXT I
CLOSE #4
OPEN "I", #5, "C:\ANS\ankas\ACIV.DAT"
FOR I = 1 TO ND
INPUT #5, AL2(I), AL3(I)
NEXT I
CLOSE #5
FOR I = 1 TO ND
FCBX(I) = FCX(I) * COS(TH3(I)) - FCY(I) * SIN(TH3(I))
FCEY(I) = -FCX(I) * SIN(TH3(I)) - FCY(I) * COS(TH3(I))
FB2EX(I) = F23X(I) * COS(TH3(I)) + F23Y(I) * SIN(TH3(I))
FB2EY(I) = -F23X(I) * SIN(TH3(I)) + F23Y(I) * COS(TH3(I))
FB1EX(I) = -F23X(I) * COS(TH2(I)) - F23Y(I) * SIN(TH2(I))
FB1EY(I) = F23X(I) * SIN(TH2(I)) - F23Y(I) * COS(TH2(I))

```

```
FAEX(I) = F12X(I) * COS(TH2(I)) + F12Y(I) * SIN(TH2(I))
FAEY(I) = -F12X(I) * SIN(TH2(I)) + F12Y(I) * COS(TH2(I))
PRINT "FCBX(I)="; FCBX(I), "FCEY(I)="; FCEY(I)
PRINT "FB2EX(I)="; FB2EX(I), "FB2EY(I)="; FB2EY(I)
PRINT "FB1EX(I)="; FB1EX(I), "FB1EY(I)="; FB1EY(I)
PRINT "FAEX(I)="; FAEX(I), "FAEY(I)="; FAEY(I)
PRINT "I=", I
PRINT "-----"
NEXT I
PRINT : INPUT " DOSYAYA KAYIT YAP (E) : ", KE$: PRINT
IF KE$ <> "E" AND KE$ <> "e" THEN 20
  CLS
  OPEN "0", #6, F1$
  FOR I = 1 TO ND
PRINT #6, FCBX(I), FCEY(I), FB2EX(I), FB2EY(I), FB1EX(I), FB1EY(I), FAEX(I), FAEY(I)
  NEXT I
  CLOSE #6
20 END
```



```

CLS
REM"ENINE-BOYUNA IVMELERIN BULUNMASTI"
F1$ = "C:\ANS\YAYKES\ENBOYIV.DAT"
OPEN "I", #1, "C:\ANS\YAYKES\A.DAT"
INPUT #1, NSCREEN, KXS, KXC, KYS, KYC
INPUT #1, XCO, YCO, RO
INPUT #1, F, ND
INPUT #1, N, NL
INPUT #1, FC
INPUT #1, XA, YA
INPUT #1, XH(1), XH(2)
INPUT #1, NITER1, NITER2
CLOSE #1
OPEN "I", #2, "C:\ANS\YAYKES\R.DAT"
INPUT #2, ND, NQ
INPUT #2, B: INPUT #2, H
INPUT #2, DENS: INPUT #2, EX: INPUT #2, NUXY
INPUT #2, LN: INPUT #2, NEL
INPUT #2, NW
INPUT #2, NP
INPUT #2, PER
INPUT #2, L2, L3, LG2, LG3
CLOSE #2
A = B * H
IZ = B * H ^ 3 / 12
M2 = DENS * A * L2
M3 = DENS * A * L3
IG2 = M2 * L2 ^ 2 / 12
IG3 = M3 * L3 ^ 2 / 12
DIM FCBX(ND), FCEY(ND), FB2EX(ND), FB2EY(ND), FB1EX(ND), FB1EY(ND), FAEX(ND), FAEY(ND)
DIM AG2B(ND), AG2E(ND), AG3B(ND), AG3E(ND), ALF2(ND), ALF3(ND)
DIM T2(ND), T3(ND)
OPEN "I", #2, "C:\ANS\YAYKES\KOKUEN.DAT"
FOR L = 1 TO ND
INPUT #2, FCBX(L), FCEY(L), FB2EX(L), FB2EY(L), FB1EX(L), FB1EY(L), FAEX(L), FAEY(L)
NEXT L
CLOSE #2
OPEN "I", #3, "C:\ANS\YAYKES\TORK.DAT"
FOR K = 1 TO ND
INPUT #3, T2(K), T3(K)
NEXT K
CLOSE #3
FOR I = 1 TO ND
AG2B(I) = (FB1EX(I) + FAEX(I)) / M2: AG2E(I) = (FB1EY(I) + FAEY(I)) / M2
AG3B(I) = (FCBX(I) + FB2EX(I)) / M3
AG3E(I) = (FCEY(I) + FB2EY(I)) / M3
ALF2(I) = (LG2 * (FB1EY(I) - FAEY(I)) + T2(I)) / IG2
ALF3(I) = (LG3 * (FCEY(I) - FB2EY(I)) + T3(I)) / IG3
PRINT "AG2B(I)="; AG2B(I); "--"; "AG2E(I)="; AG2E(I)
PRINT "AG3B(I)="; AG3B(I); "--"; "AG3E(I)="; AG3E(I)
PRINT "ALF2(I)="; ALF2(I); "--"; "ALF3(I)="; ALF3(I)
PRINT "I=", I
PRINT "-----"
A$ = INPUT$(1)
NEXT I
PRINT : INPUT " DOSYAYA KAYIT YAP (E) : ", KE$: PRINT
IF KE$ <> "E" AND KE$ <> "e" THEN 20
CLS
OPEN "O", #4, F1$
FOR I = 1 TO ND
PRINT #4, AG2B(I), AG2E(I), AG3B(I), AG3E(I), ALF2(I), ALF3(I)
NEXT I
CLOSE #4

```

```

CLS
REM" ENINE-BOYUNA YAYILI YUKLERIN BULUNMASI"
OPEN "I", #1, "C:\ANS\ankas\A.DAT"
INPUT #1, NSCREEN, KXS, KXC, KYS, KYC
INPUT #1, XCO, YCO, RO
INPUT #1, F, nd
INPUT #1, N, NL
INPUT #1, FC
INPUT #1, XA, YA
INPUT #1, XH(1), XH(2)
INPUT #1, NITER1, NITER2
CLOSE #1
OPEN "I", #2, "C:\ANS\ankas\R.DAT"
INPUT #2, nd, NQ
INPUT #2, B: INPUT #2, H
INPUT #2, DENS: INPUT #2, EX: INPUT #2, NUXY
INPUT #2, LN: INPUT #2, NEL
INPUT #2, NW
INPUT #2, NP
INPUT #2, PER
INPUT #2, L2, L3, LG2, LG3
CLOSE #2
A = B * H
IZ = B * H ^ 3 / 12
M2 = DENS * A * L2
M3 = DENS * A * L3
IG2 = M2 * L2 ^ 2 / 12
IG3 = M3 * L3 ^ 2 / 12
NDIM = nd * (NL + 1)
NL2 = L2 / NL
NL3 = L3 / NL
DIM TH2(nd), TH3(nd)
DIM W2(nd), W3(nd)
DIM AL2(nd), AL3(nd)
DIM AG2B(nd), AG2E(nd), AG3B(nd), AG3E(nd), ALF2(nd), ALF3(nd)
DIM QB2X(NDIM), QE2X(NDIM), QB3X(NDIM), QE3X(NDIM)
OPEN "I", #2, "C:\ANS\ankas\ENBIV.DAT"
FOR I = 1 TO nd
INPUT #2, AG2B(I), AG2E(I), AG3B(I), AG3E(I)
NEXT I
CLOSE #2
OPEN "I", #3, "C:\ANS\ankas\ACHIZ.DAT"
FOR I = 1 TO nd
INPUT #3, W2(I), W3(I)
NEXT I
CLOSE #3
OPEN "I", #4, "C:\ANS\ankas\ACIV.DAT"
FOR I = 1 TO nd
INPUT #4, ALF2(I), ALF3(I)
NEXT I
CLOSE #4
OPEN "O", #5, "C:\ANS\ankas\YAYYUK2.DAT"
FOR I = 1 TO nd
FOR X2 = 0 TO L2 STEP (NL2)
QB2X(I) = -M2 / L2 * (AG2B(I) + W2(I) ^ 2 * (LG2 - X2))
QE2X(I) = -M2 / L2 * (AG2E(I) + ALF2(I) * (X2 - LG2))
PRINT #5, QB2X(I), QE2X(I)
NEXT X2
NEXT I
CLOSE #5
DEFDBL X
OPEN "O", #6, "C:\ANS\ankas\YAYYUK3.DAT"

```

```
FOR I = 1 TO nd
  FOR X3 = 0 TO L3 STEP (NL3)
    QB3X(I) = -M3 / L3 * (AG3B(I) + W3(I) ^ 2 * (LG3 - X3))
    QE3X(I) = -M3 / L3 * (AG3E(I) + ALF3(I) * (X3 - LG3))
    PRINT #6, QB3X(I), QE3X(I)
  NEXT X3
NEXT I
CLOSE #6
NY = 288
OPEN "I", #7, "C:\ANS\ankas\YAYYUK2.DAT"
FOR I = 1 TO NY
  INPUT #7, QB2X(I), QE2X(I)
  NEXT I
  CLOSE #7
FOR M = 1 TO NY STEP 9
  QB2X(M) = 0: QE2X(M) = 0
NEXT M
END
OPEN "O", #8, "C:\ANS\ankas\YAYYUK2.DAT"
FOR I = 1 TO NY
  PRINT #8, QB2X(I), QE2X(I)
NEXT I
CLOSE #8

20 END
```

```

CLS
REM"BU PROGRAM ANSYS PROGRAMINA VERI OLUSTURUR"
OPEN "1", #2, "C:\ANS\ANKAS\R.DAT"
INPUT #2, ND, NQ
INPUT #2, B: INPUT #2, H
INPUT #2, DENS: INPUT #2, EX: INPUT #2, NUXY
INPUT #2, LN: INPUT #2, NEL
INPUT #2, NW
INPUT #2, NP
INPUT #2, PER
INPUT #2, L2, L3, LG2, LG3
CLOSE #2
A = B * H
IZ = B * H ^ 3 / 12
M2 = DENS * A * L2
IG2 = M2 * L2 ^ 2 / 12
DIM FCBX(ND), FCEY(ND), FB2EX(ND), ALF2(ND), ALF3(ND)
DIM FB2EY(ND), FAEX(ND), FAEY(ND), AG2B(ND), AG2E(ND), AG3B(ND), AG3E(ND)
DIM FB1EX(ND), FB1EY(ND), FARK2(ND), FY(ND), W2(ND), W3(ND)
DIM QB3X(NQ), QE3X(NQ), QB2X(NQ), QE2X(NQ)
DIM T(300), T2(ND), T3(ND), LS(300)
OPEN "1", #3, "C:\ANS\ANKAS\YAYYUK2.DAT"
NR = (NEL + 1)
FOR I = 1 TO NQ
INPUT #3, QB2X(I), QE2X(I)
NEXT I
CLOSE #3
OPEN "1", #4, "C:\ANS\ANKAS\TP.DAT"
FOR I = 1 TO NP
INPUT #4, T(I)
NEXT I
CLOSE #4
T(1) = .00000001#
OPEN "1", #5, "C:\ANS\ANKAS\TORK.DAT"
FOR I = 1 TO ND
INPUT #5, T2(I), T3(I)
NEXT I
CLOSE #5
OPEN "1", #6, "C:\ANS\ANKAS\KOKUEN.DAT"
FOR I = 1 TO ND
INPUT #6, FCBX(I), FCEY(I), FB2EX(I), FB2EY(I), FB1EX(I), FB1EY(I), FAEX(I), FAEY(I)
NEXT I
CLOSE #6
OPEN "1", #7, "C:\ANS\ANKAS\ACIV.DAT"
FOR I = 1 TO ND
INPUT #7, ALF2(I), ALF3(I)
NEXT I
CLOSE #7
OPEN "1", #8, "C:\ANS\ANKAS\ENBIV.DAT"
FOR I = 1 TO ND
INPUT #8, AG2B(I), AG2E(I), AG3B(I), AG3E(I)
NEXT I
CLOSE #8
OPEN "1", #9, "C:\ANS\ANKAS\ACHIZ.DAT"
FOR I = 1 TO ND
INPUT #9, W2(I), W3(I)
NEXT I
CLOSE #9
FOR I = 1 TO NP
LS(I) = I
NEXT I
OPEN "0", #1, "C:\ANS\ankas\ankasya2.DAT"

```

```

PRINT #1, "/COM"; ", "; "ANSYS REVISION 5.0          A          08:57:53    07/14/1994"
PRINT #1, "/input"; ", "; "start ,ans          ,\ANSYS50A\DOCU          .....1"
PRINT #1, "/FILNAM,ankasya2"
PRINT #1, "/TITLE,IKI UCU SERBEST ANKASK YUKLEMELI KIRIS"
PRINT #1, "/ UNITS, SI"
PRINT #1, "/PREP7"
PRINT #1, "ETYP"
PRINT #1, "STAT"
PRINT #1, "ET, 1,beam3"
PRINT #1, "R, 1"
PRINT #1, "RMOD, 1, 1, "; A
PRINT #1, "RMOD, 1, 2, "; IZ
PRINT #1, "RMOD, 1, 3, "; H
PRINT #1, "MP,DENS,1, "; DENS
PRINT #1, "MP,EX,1, "; EX
PRINT #1, "MP,NUXY,1, "; NUXY
FOR I = 1 TO (NEL + 1)
PRINT #1, "N, "; I; ", "; (LN * (I - 1) / NEL)
NEXT I
FOR I = 1 TO NEL
PRINT #1, "E, "; I; ", "; (I + 1)
NEXT I
PRINT #1, "EPLOT"
PRINT #1, "FINISH"
PRINT #1, "/SOLU"
PRINT #1, "D,1,all,0"
PRINT #1, "ANTYP,TRANS"
PRINT #1, "TRNOPT,FULL"
PRINT #1, "AUTOTS,ON"
PRINT #1, "DELTIM,0.0000118"
FOR T = 1 TO PER
FOR I = 1 TO ND
FOR EL = 1 TO NEL
PRINT #1, "SFBEAM, "; EL; ", "; "2"; ", "; "PRES, "; QB2X((I - 1) * 9 + EL); ", "; QB2X((I - 1) * 9 + (EL + 1))
PRINT #1, "SFBEAM, "; EL; ", "; "1"; ", "; "PRES, "; -QE2X((I - 1) * 9 + EL); ", "; -QE2X((I - 1) * 9 + (EL + 1))
NEXT EL
PRINT #1, "F, "; "9, "; "FX, "; FBIEX(I)
PRINT #1, "F, "; "9, "; "FY, "; FBIEY(I)
PRINT #1, "/PSF,PRES,NORM,1"
PRINT #1, "/PSF,PRES.TANX,1"
PRINT #1, "EPLOT"
PRINT #1, "TIME, "; T((T - 1) * ND + I)
PRINT #1, "KBC,0"
PRINT #1, "LSWRITE, "; LS((T - 1) * ND + I)
NEXT I
NEXT T
PRINT #1, "F1=272.14"
PRINT #1, "F2=4226.5"
PRINT #1, "PI=ACOS(-1)"
PRINT #1, "*DIM,COEFF,,2,2"
PRINT #1, "*DIM,RHS,,2,1"
PRINT #1, "*DIM,X,,2,1"
PRINT #1, "COEFF(1,1)=1/(4*PI*F1),1/(4*PI*F2)"
PRINT #1, "COEFF(1,2)=PI*F1,PI*F2"
PRINT #1, "RHS(1,1)=0.05,0.05"
PRINT #1, "*MOPER,X(1,1),COEFF(1,1),SOLVE,RHS(1,1)"
PRINT #1, "STAT,X"
PRINT #1, "ALPHAD,X(1)"
PRINT #1, "BETAD,X(2)"
PRINT #1, "TIME, "; "0.55"
PRINT #1, "FDELE,ALL,FX"
PRINT #1, "FDELE,ALL,FY"

```



```
PRINT #1, "FDELE,ALL,MZ"  
PRINT #1, "SFEDELE,ALL,1,PRES"  
PRINT #1, "SFEDELE,ALL,2,PRES"  
PRINT #1, "LSWRITE,"; (NP + 1)  
PRINT #1, "LSSOLVE,1,"; (NP + 1); ","; "1"  
PRINT #1, "OUTRES,,ALL"  
PRINT #1, "FINISH"  
PRINT #1, "/POST26"  
PRINT #1, "/AXLAB,Y,DEGER"  
PRINT #1, "/AXLAB,X,ZAMAN"  
PRINT #1, "/GRID,1"  
PRINT #1, "NSOL,3,9,U,X"  
PRINT #1, "NSOL,4,9,U,y"  
PRINT #1, "PLVAR,3"  
PRINT #1, "PLVAR,4"  
PRINT #1, "/output,UX2,OUT"  
PRINT #1, "prvar,3"  
PRINT #1, "/output"  
PRINT #1, "/output,Uy2,OUT"  
PRINT #1, "prvar,4"  
PRINT #1, "/output"  
PRINT #1, "FINISH"
```



```

CLS
REM"MEKANIZMANIN HAREKETININ SIMULE EDILMESI"
PI = 3.141593
OPEN "I", #1, "C:\ans\ankas\LINE.DAT"
INPUT #1, ND: INPUT #1, XA, YA
INPUT #1, KXS, KYS, KXC, KYC
INPUT #1, L2, L3
CLOSE #1
KX = KXS / KXC: KY = KYS / KYC
XA1 = KX * XA: YA1 = -KY * YA + KYS
DIM XB1(ND), YB1(ND), XC1(ND), YC1(ND)
DIM TH2(ND), TH3(ND)
OPEN "I", #2, "C:\ans\ankas\ACI.DAT"
FOR I = 1 TO ND
INPUT #2, TH2(I), TH3(I)
NEXT I
CLOSE #2
FOR I = 1 TO ND
TH2(I) = TH2(I) * PI / 180: TH3(I) = TH3(I) * PI / 180
NEXT I
FOR I = 1 TO ND
XB1(I) = XA1 + 10 * KX * L2 * COS(TH2(I)): YB1(I) = YA1 - 10 * KX * L2 * SIN(TH2(I))
XC1(I) = XB1(I) + 10 * KX * L3 * COS(TH3(I)): YC1(I) = YB1(I) - 10 * KX * L3 * SIN(TH3(I))
NEXT I
SCREEN 12
FOR I = 1 TO ND
XB1 = XB1(I): YB1 = YB1(I)
XC1 = XC1(I): YC1 = YC1(I)
LINE (XA1, YA1)-(XB1, YB1): LINE (XB1, YB1)-(XC1, YC1)
FOR L = 1 TO 50000: NEXT L
LINE (XA1, YA1)-(XB1, YB1), 0: LINE (XB1, YB1)-(XC1, YC1), 0
PSET (XC1, YC1)
a$ = INPUT$(1)
FOR C = 1 TO 50000: NEXT C
NEXT I
END

```

```

CLS
REM"UC NOKTANIN RIJIT VE ESNEK HALDEKI YORUNGELERINI CIZER"
ND = 32: PI = 3.141593: KUX = 100: KUY = 100
OPEN "I", #1, "C:\ANS\ANKAS\A.DAT"
INPUT #1, NSCREEN, KXS, KXC, KYS, KYC
INPUT #1, XCO, YCO, RO
INPUT #1, F, ND
INPUT #1, N, NL
INPUT #1, FC
INPUT #1, XA, YA
CLOSE #1
OPEN "I", #2, "C:\ANS\ANKAS\R.DAT"
INPUT #2, ND, NQ
INPUT #2, B: INPUT #2, H
INPUT #2, DENS: INPUT #2, EX: INPUT #2, NUXY
INPUT #2, LN: INPUT #2, NEL
INPUT #2, NW
INPUT #2, NP
INPUT #2, PER
INPUT #2, L2, L3, LG2, LG3
CLOSE #2
KX = KXS / KXC: KY = KYS / KYC
XA1 = KX * XC: YA1 = -KY * YA + KYS
  DIM UX2(ND), UX3(ND), UY2(ND), UY3(ND)
  DIM XC(60), YC(60), Y(ND)
  DIM TH2(ND), TH3(ND)
  DIM XS1(ND), YS1(ND), LS1(ND), GAM(ND)
  DIM XS2(ND), YS2(ND), LS2(ND), ALF(ND), XS(ND), YS(ND)
OPEN "I", #3, "C:\ANS\ankas\UX2.OUT"
FOR I = 1 TO ND
INPUT #3, UX2(I)
NEXT I
CLOSE #3
  OPEN "I", #4, "C:\ANS\ankas\UY2.OUT"
  FOR I = 1 TO ND
  INPUT #4, UY2(I)
  NEXT I
  CLOSE #4
OPEN "I", #5, "C:\ANS\ankas\UX3.OUT"
FOR I = 1 TO ND
INPUT #5, UX3(I)
NEXT I
CLOSE #5
  OPEN "I", #6, "C:\ANS\ankas\UY3.OUT"
  FOR I = 1 TO ND
  INPUT #6, UY3(I)
  NEXT I
  CLOSE #6
FOR I = 1 TO ND
GAM(I) = ATAN(UY2(I) / (L2 + UX2(I)))
ALF(I) = ATAN(UY3(I) / (L3 + UX3(I)))
NEXT I
OPEN "I", #11, "C:\ANS\ANKAS\ACI.DAT"
FOR I = 1 TO ND
INPUT #11, TH2(I), TH3(I)
TH2(I) = TH2(I) * PI / 180
TH3(I) = TH3(I) * PI / 180
NEXT I
CLOSE #11
FOR I = 1 TO ND
UX2(I) = KUX * UX2(I)
UX3(I) = KUX * UX3(I)

```

```

UY2(I) = KUY * UY2(I)
UY3(I) = KUY * UY3(I)
NEXT I
FOR I = 1 TO ND
LS1(I) = SQR((L2 + UX2(I)) ^ 2 + UY2(I) ^ 2)
XS1(I) = LS1(I) * COS(TH2(I) + GAM(I))
YS1(I) = LS1(I) * SIN(TH2(I) + GAM(I))
LS2(I) = SQR((L3 + UX3(I)) ^ 2 + UY3(I) ^ 2)
XS2(I) = LS2(I) * COS(TH3(I) + ALF(I))
YS2(I) = LS2(I) * SIN(TH3(I) + ALF(I))
XS(I) = XS2(I) + XS1(I)
YS(I) = YS2(I) + YS1(I)
NEXT I
OPEN "0", #6, "C:\ANS\ankas\XS2.M"
OPEN "0", #7, "C:\ANS\ankas\YS2.M"
FOR I = 1 TO ND
PRINT #6, XS(I)
PRINT #7, YS(I)
NEXT I
CLOSE #6
CLOSE #7
SCREEN 12
FOR I = 1 TO ND
XP = -200 + XS(I) * 30 * KX: YP = -200 - YS(I) * 30 * KY + KYS
PSET (XP, YP)
NEXT I
A$ = INPUT$(1)
OPEN "1", #2, "C:\ANS\ANKAS\UC.DAT"
FOR I = 1 TO ND
INPUT #2, XC(I), YC(I)
NEXT I
CLOSE #2
OPEN "0", #8, "C:\ANS\ankas\xc2.M"
OPEN "0", #9, "C:\ANS\ankas\yc2.M"
FOR I = 1 TO ND
PRINT #8, XC(I)
PRINT #9, YC(I)
NEXT I
CLOSE #8
CLOSE #9
FOR I = 1 TO ND
X = -200 + XC(I) * 30 * KX: Y = -200 - YC(I) * 30 * KY + KYS: PSET (X, Y)
NEXT I
END

```