

46349

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ATEŞLEME SIRASININ YÜKSEK DEVİRLİ

GEMİ DİZEL MOTOR PERFORMANSINA ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Hakan YILDIZ

46349

F.C. YÖRSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Tezin Enstitü'ye Verildiği Tarih : 12.06.1995

Tezin Savunulduğu Tarih : 27.06.1995

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Osman Kamil SAĞ

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Ahmet BAYÜLKEN

Doç. Dr. Oğuz Salim SÖĞÜT

HAZİRAN 1995

ÖNSÖZ

Motor konusuna ilgi duymaya başladıktan sonra ilk ciddi çalışmamı lisans tezimde yapmıştım. İkinci ciddi çalışmamı ise bu tezle yapmış bulunuyorum. Bu çalışmanın yapılması için, daha en baştan, beni teşvik eden ve yönlendiren sayın hocam Prof.Dr. Osman Kamil Sağ'a teşekkürü bir borç bilirim. Tez çalışmam boyunca bana elinden gelen yardımı esirgemeyen sayın hocam Doç.Dr Osman Azmi Özsoysal'a, tezi yapabilmem için olanaklarını seferber eden Doruk Gemi'ye ve çok değerli mesai arkadaşlarıma, sevgili dostum Müh. Murat Camgöz'e ve tüm bu sıkıntılı zamanda her türlü ilgi ve desteği gördüğüm aileme de ayrıca teşekkür ederim.

Hakan YILDIZ
Çamlıca, Haziran 1995

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
SEMBOL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	ix
SUMMARY.....	x
BÖLÜM 1.GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
BÖLÜM 3.ATEŞLEME SİRASININ TESPİTİ ve DENGEME ESASLARI.....	6
3.1.Dengeleme Esasları.....	6
3.1.1.Atalet Kuvvetleri.....	6
3.1.2.Atalet Kuvvetlerinin Momentleri.....	9
3.2.Zorlayıcı Momentler.....	10
3.3.Örnek Motorun Atalet Kuvvetleri.....	12
3.4.Örnek Motorun Ateşleme Sırası İçin Pratik Yol.....	14
3.5.Örnek Motorun Zorlayıcı Momentleri.....	16
BÖLÜM 4.MODELLEME TEORİSİ.....	18
4.1.Hava Akımı Modellemesi.....	18
4.1.1.Sanki Dengede Hal Değişimi Metodu.....	18
4.1.2.Emme ve Egzost Hal Değişimi Metodu.....	19
4.1.3.Akımın Dalga Hareketiyle Modellenmesi Metodu.....	19
4.1.3.1.Tek Boyutlu Zamana Bağlı Akım Teorisi.....	20
4.1.3.2.Mesh (Ağ) Metodu.....	24
4.2.Sınır Koşulu Teorileri.....	27
4.2.1.Silindirik Sınır Koşulu.....	28
4.2.2.Valf Sınır Koşulu.....	29
4.2.3.Lüle Sınır Koşulu.....	30
4.2.4.Kavşak Sınır Koşulu.....	30

BÖLÜM 5.BİLGİSAYAR PROGRAMININ TANITILMASI.....	32
5.1.Main Programı (Ana Program).....	33
5.2.Ana Alt Programlar.....	34
5.3.Yardımcı Alt Programlar.....	37
BÖLÜM 6.PARAMETRE ÇALIŞMASI.....	41
BÖLÜM 7.SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	44
KAYNAKLAR.....	51
EKLER.....	54
Ek-A Bilgisayar Programı Akış Diyagramı.....	54
Ek-B Basınç Dağılımı Diyagramları.....	58
Ek-C Bilgisayar Program Listeleri.....	78
ÖZGEÇMİŞ.....	175



SEMBOL LİSTESİ

a	: İvme
r	: Krank dairesi yarıçapı
ω	: Açısal hız
ϕ	: Krank açısı
λ	: Krank yarıçapının biyel uzunluğuna oranı , Riemann değişkeni
l	: Biyel kolu boyu
n	: Silindir numarası
F_{iin}	: n.no'lu silindirin i.mertebeden atalet kuvveti
m	: Kütle Mertebe
C	: Merkezkaç atalet kuvveti
N	: Normal kuvvet Dakikadaki devir sayısı
S	: Biyel doğrultusundaki kuvvet
R	: Yataklara gelen kuvvet
T	: Teğetsel kuvvet
N_i	: İ.çeşide ait titreşim sayısı
n_{kr}	: Kritik devir sayısı
A	: Zorlayıcı moment işi Boyutsuz ses hızı
M_m	: Moment
l_1	: Genlik
$\rightarrow$	
$\Sigma\alpha$	: Bağıl genliklerin toplamı
β_n	: N.silindirin faz açısı
α	: İki silindir arası açı Riemann değişkeni
$V_m(i)$	: Atalet kuv. dikey bileşeni, mertebe m, silindir i
$H_m(i)$	: Atalet kuv. yatay bileşeni, mertebe m, silindir i
F	: Kuvvet
Q	: Isı debisi

U	: Boyutsuz gaz hızı
h	: Özgöl antalpi
t	: zaman
u	: Özgöl iç enerji
A_a	: a_A 'nın boyutsuz hali
a_A	: Referans basıncına geenleşen gazın ses hızı
a_{ref}	: Referans ses hızı
k	: Özgöl ısılar oranı
β	: Riemann değişkeni
z	: Boyutsuz zaman
x	: Boyutsuz uzunluk
Δz	: Zaman adımı
Δx	: Uzunluk adımı
a	: Ses hızı
P	: Basınç
T	: Sıcaklık
δ	: Artım, adım
H	: Düzeltme faktörü

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 6.1 Ateşleme Sıraları	42
Tablo 6.2 Program Giriş Datası	43
Tablo 7.1 Emilen ve Egzost Hava Debileri	48



ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1 Teğetsel Kuvvetin Belirtilmesi	10
Şekil 3.2 Krank Yıldızını çizmek İçin f'ye Göre Yerleştirilen Silindirler	15
Şekil 3.3 Krank Yıldızı	15
Şekil 4.1 Boru Kesitinde Kütle Değişimi	21
Şekil 4.2 Boru Kesitinde Kuvvetlerin Dengelenmesi	21
Şekil 4.3 Ağ Metodu Uygulaması	25
Şekil 7.1 Özgül Yakıt Tüketimi Eğrisi	49
Şekil 7.2 Güç Eğrisi	50
Şekil A.1 Program Akış Şeması	54
Şekil B.1 Sil.2, 2 ve 3'e Ait Basınç Dağılımı	58
Şekil B.2 Sil.8, 2 ve 3'e Ait Basınç Dağılımı	59
Şekil B.3 Sil.2, 4 ve 5'e Ait Basınç Dağılımı	60
Şekil B.4 Sil.8, 4 ve 5'e Ait Basınç Dağılımı	61
Şekil B.5 Sil.2, 6 ve 7'e Ait Basınç Dağılımı	62
Şekil B.6 Sil.8, 6 ve 7'e Ait Basınç Dağılımı	63
Şekil B.7 Sil.2, 8 ve 9'e Ait Basınç Dağılımı	64
Şekil B.8 Sil.8, 8 ve 9'e Ait Basınç Dağılımı	65
Şekil B.9 Sil.2, 10 ve 11'e Ait Basınç Dağılımı	66
Şekil B.10 Sil.8, 10 ve 11'e Ait Basınç Dağılımı	67
Şekil B.11 Sil.2, 12 ve 13'e Ait Basınç Dağılımı	68
Şekil B.12 Sil.8, 12 ve 13'e Ait Basınç Dağılımı	69
Şekil B.13 Sil.2, 14 ve 15'e Ait Basınç Dağılımı	70
Şekil B.14 Sil.8, 14 ve 15'e Ait Basınç Dağılımı	71
Şekil B.15 Sil.2, 16 ve 17'e Ait Basınç Dağılımı	72
Şekil B.16 Sil.8, 16 ve 17'e Ait Basınç Dağılımı	73
Şekil B.17 Sil.2, 18 ve 19'e Ait Basınç Dağılımı	74
Şekil B.18 Sil.8, 18 ve 19'e Ait Basınç Dağılımı	75
Şekil B.19 Sil.2, 20 ve 21'e Ait Basınç Dağılımı	76
Şekil B.20 Sil.8, 20 ve 21'e Ait Basınç Dağılımı	77

ÖZET

Bu çalışmada gemi dizel motorunda tasarım değişikliğinin meydana getireceği sonuçların irdelenmesi amaçlanmaktadır.

Planlanan tasarım değişikliği, motorun ateşleme sırasında belli kurallara göre tespit edilebilecek bir sistematik çerçevesinde motorun çalışma performansına etkitilmiştir. Uyulan kurallar Bölüm 3'de , oluşturulmaya çalışılan sistematik ise Bölüm 6'da açıklanmıştır.

16 silindirli, V düzenindeki, 4 subaplı (2 emme ve 2 egzost), direkt püskürtmeli, aşırı doldurmalı, yüksek devirli gemi dizel motoru incelenmek üzere seçilmiş, farklı ateşleme sıraları ve farklı faz açıları altında motorun çalışması, geliştirilmiş bilgisayar programı yardımıyla analitik olarak araştırılmıştır.

Her bir tasarım değişikliği, orijinal motor data ve sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmanın yorumları, Sonuçlar ve Öneriler kısmında sunulmuş, aynı zamanda bu yorumlar Ek-B'deki grafiklerle de desteklenmiştir.

İncelemeyi mümkün kılan bilgisayar programı, çok silindirli ve aşırı doldurmaya sahip gemi dizel motorlarını modelleyebilmektedir. Bu çalışma, programın ilk kullanımı olmayıp, daha önce de, kaynak araştırması kısmında bahsedilen araştırmacılar tarafından kullanılmış ve gelişmeye tabii tutulmuştur. Programın kısa açıklaması Bölüm 5'de yapılmıştır. Ek-C'de ise program listesi ve programın kolay anlaşılması için de Ek-A'da akış diyagramı verilmiştir.

Belli bir süreçten geçerek şu an ki halini almış olan bu bilgisayar programı, benzer konulardaki çalışmalarda kendini kanıtlamış olan bir yöntemi kullanmaktadır. Yöntemin gerçeğe uygun deneylerle de bundan önce ki araştırmalarda gözlenmiştir. Metoda ait detaylar ve ilgili kaynaklar çalışma içerisinde verilmiştir.

EFFECT OF FIRING ORDER ON THE PERFORMANCE OF HIGH SPEED MARINE DIESEL ENGINE

SUMMARY

The studies on the internal combustion engines continue to accelerate day by day, though the invention of the engine was a century ago. The reason for so much complicated and intensive work on the internal combustion engines is that they are taking part in the daily life in an increasing importance.

Specially in recent years, the constraints brought into action for the internal combustion engines have forced the researchers to design and build the engines which will conform these constraints. Between the constraints adopted, the prohibitions for exhaust gas emissions, noise level and vibrations can be of subject.

Naturally the way of conforming these regulations and constraints will lead to designing of engines, less harmful to ecological environment and humans, manufactured of higher quality & longlasting material and also operating on low quality fuel efficiently.

However, it should be accepted that if it is considered achieving the ideal solution to above will require several attempts and if, for every attempt a prototype engine is manufactured, one will, for sure, have many non-optimum engines in stock. The cost of such a process will definitely rise to incredible numbers.

In this case, either an engine, which is considered to be the best solution with the existing data in hand, will be manufactured or a new way of designing process should be found and this new way of solution is nothing but computer modelling.

In this study, it has been tried to find out if it is possible to improve an engine, which is already in use in industry and other fields, by design alteration with a computer simulation programme.

Firing order has been accepted as the main parameter for the modification of existing engine design. The practical importance of firing order can be explained as follows;

In modern engines, because of high revolution numbers, even the minor unbalanced masses cause major inertia forces to occur. These inertia forces, according to the situation, may give rise to intensive vibrations and may give harm to moving parts of the internal combustion engine and also to the foundations. Therefore these forces should be balanced as much as possible and the number of unbalanced forces should be kept to a minimum.

However balancing of internal combustion engines is not the only parameter in the selection of the crankshaft arrangement. The irregularity of the power distribution on the engine is also another important point that should be taken into consideration, and the irregularity of the power distribution on the engine is closely tight with firing order.

The firing orders of the attempts have been determined according to the following;

After the selection of the crankshaft arrangement and placing the cylinders (both banks of the engine) on the crankstar, one of the cylinders on the TDC (Top Death Center) can be chosen to fire. Then, according to the revolution direction (clockwise or counterclockwise), second cylinder from the two cylinders that come to the TDC is chosen to fire. As one of these cylinders is firing, then it means the other is beginning the inlet stroke. This operation is continued until the very first cylinder we have taken to fire reaches TDC once again. Now we have two choices for cylinders to fire, but one of the choices has already been fired 360° ago, so it is clear that this cylinder will now begin the inlet stroke and we have take the other cylinder to fire, which has just completed the compression stroke. These firing orders should be checked with respect to their minor harmonics, because minor harmonics of various firing orders may sometimes be of importance regarding to the vibration problem. The major harmonics are not affected by the firing order, as it is determined already by the number of cylinders only.

The computer programme, utilized in the modelling of the sample engine, uses the theoretical fundamentals which are based on the principles of conservation of energy, conservation of mass and conservation of momentum with the opinion that the gas flow, which occurs time dependently in the inlet and exhaust manifolds of engines, propagates in wave manner one dimensionally and possessing variable antropy between gas particles. The non-linear hyperbolic partial differantial equations appearing as a result of modelling, are solved by the method of characteristics.

The study has been carried out by taking the marine diesel engine with 16 cylinders, 4 valves (2 inlet and 2 exhaust), direct injection, supercharged, inlet and exhaust manifolds.

During the study, modelling programme has been run with the data given in chapter 6. The obtained numerical results have been transformed into graphics so as to achieve a better understanding of the results.

These graphics show the in-cylinder pressure and inlet pipe pressure (of that cylinder) fluctuations. Fluctuations in the graphics are with respect to CA (Crank Angle). For the graphics, specifically 2 and 8 numbered cylinders, belonging to B block, have been chosen. The reason for this choice is that pressure fluctuations can better be observed in the far ends of the manifold.

The graphics have been prepared in an special form to illustrate the in-cylinder pressure and inlet pipe pressure at the same time. Furthermore the performance parameters (Specific fueloil consumption, power per cylinder) of engine have also been modified into graphical form to compare the performance of each attempt, for which the programme has been run. Apart from those, inlet and exhaust air flow rates of cylinders 2 and 8 have been put into tabular form. The attempts numbered 5, 9, 11 and 16 from figures 7.1 and 7.2, are those attempts whose results are closest to that of the original.

Of the performance characteristics (Specific fueloil consumption and power per cylinder), it can be easily seen from figure 7.1 and 7.2 that these values of attempt

5 are better results than the original. The original values of engine (fueloil consumption 214.996 gm/kW.h, power 123.69 kW/cyl) are less than attempt 5 (fueloil consumption 214.005 gm/kW.h, power 124.300 kW/cyl).

For attempt 11, the performance values are not better but very close. The fueloil consumption, 215.184 gm/kW.h, is only 0.188 gm/kW.h less and power, 123.619 kW/cyl is only 0.071 kW/cyl worse.

For attempt number 9, from figures 7.1 and 7.2, it can be observed that this attempt has the best performance values of the overall study. Really, the specific fueloil consumption 213.965 gm/kW.h and power per cylinder 124.348 kW, characteristics are better than both original and other successful attempts. But on the other hand, from table 7.1, the inlet and exhaust air flow rates of attempt number 9, for cylinders 2 and 8 are not that good as previously mentioned characteristics of other attempts.

For this attempt, from figure B-8, in-cylinder pressure drops down to 2.25 bar around valve overlap. The lower value of this pressure continues also after valve overlap.

For the other attempts; e.g. number 13, from table 7.1 it is clear that for both cylinders, the inlet and exhaust air flow rates are very close to original values. But from figure B-12, during valve overlap, in-cylinder pressure rises suddenly. Same observation is also valid for attempt numbered 18 and 19, from figure B-18. In-cylinder pressure rises up to 3.75 bar around 270° CA and falls below that after, 60° CA, inlet valve opens.

It can be concluded that there is a backpressure event in the latter case. Also high values of in-cylinder pressure become effective after valve overlap and causes the exhaust gases escape through valves, specially through inlet valve. This would lead to poor quality combustion air, which is not expected.

After the above comments and observations, 3 main results as stated below are concluded;

i. Phase angles between cylinder firings are of great importance regarding the pressure fluctuations. Thus, attempt number 9, whose phase angles differ from the original (phase angles 90°, 45°, 90°, 90°, 135°, 135°,

90°) has given more successful results. Only one phase angle is 45°, and others of attempt number 9, are 90° and over 90°. In this case it can be preferred to fire the cylinders in possible maximum intervals. The phase angles and firing order of attempt number 9 can be suggested.

ii. As seen from table 6.1, neither in attempt number 9 nor in 11 two consecutive cylinders have been fired one after another. This has a regulating effect on the pressure fluctuations and such a firing order can be suggested.

iii. In-cylinder pressure should be as low as possible during valve overlap. This is done by providing a continuously dropping in-cylinder pressure and an inlet flowrate which fluctuates constantly about the same value, but above the in-cylinder pressure. In this case the selection of firing order should be done accordingly.

At the end of the study followings can be advised to those who wish to work further on similar subjects;

i. Making a study by modifying the valve timing together with cylinder firing phase angles to see the effect of firing phase angles in detail,

ii. Making a study by modifying the manifold design of existing engine to see the other aspects of pressure fluctuations.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

İçten yanmalı motorlar icat edileli yaklaşık bir asır olmasına rağmen üzerinde yapılan çalışmalar, her geçen gün hızlanarak devam etmektedir.

İçten yanmalı motorların üzerinde bu kadar çok çalışma yapılmasının sebebi ise, bunların günlük hayatta artan bir önemde yer almalarıdır. Özellikle son yıllarda, motorlar için getirilen kısıtlamalar araştırmacıları, bu sınırlamaları aşacak tipte motor yapımına itmiştir. Bu sınırlamaların arasında egzost gaz emisyonları, gürültü ve titreşim için konan yasakları sayabiliriz. Bu kısıtlamaları aşmanın yolu ise, doğal olarak, daha verimli çalışan, daha kaliteli malzemeden imal edilmiş ve daha az yakıt tüketerek, çevreye mümkün oranda zarar vermeyen motor yapmaktan geçmektedir.

Bununla beraber, şunun da kabul edilmesi gerekir ki ; Eğer ideale ulaşmak için defalarca deneme yapmak gerektiğini düşünür ve her deneme için bir motor imal edersek, elimizde optimum çözüm olmayan birçok motor olur. İşlemin maliyetinin korkunç rakamlara ulaşacağı kesindir. Bu durumda ya eldeki verilerle iyi olduğu düşünülen bir motor yapılacaktır ya da yeni bir yol bulunacaktır ki bu da bilgisayar modellemesinden başka birşey değildir. Nitekim bilgisayarlar da araştırmalarda giderek artan bir oranda kullanılır olmuştur.

Bu çalışmada da, kullanımda olan bir motorun tasarımı değişikliği ile iyileştirmenin mümkün olup olmayacağı, bilgisayar simülasyon programı ile araştırılmıştır. Ateşleme sırası mevcut tasarımın değiştirilmesi için parametre kabul edilmiştir. Ateşleme sırasının pratik önemi şu şekilde açıklanabilir ;

Yüksek devir sayıları dolayısıyla, modern motorlarda dengelenmemiş küçük kütleler dahi önemli atalet

kuvvetlerinin doğmasına yolaçarlar. Bu atalet kuvvetleri duruma göre şiddetli titreşimlerin meydana gelmesine yolaçarlar, hareketli uzuvları ve taşıyıcı gövde ve temelleri tehlikeli şekilde zorlarlar. Bundan dolayı mümkün olduğu kadar tam dengelenmesi gerekir.

Bununla birlikte içten yanmalı motorlarda krank tertibinin seçiminde dengeleme yegane ölçü değildir, çünkü güç dağılımının düzgünsüzlüğu de önemlidir. Güç dağılımının düzgünsüzlüğu ateşleme sırasına da bağlıdır.

Bilgisayar programı ise dizel motorun emme, egzost, aşırı doldurma ve silindir sistemlerinde oluşan gaz hareketlerini homentropik olmayan akım teorisi ile modellemekte ve karakteristikler metodu ile çözmektedir. Programı çalıştıran her data ise özel bir motora ait olduğu için, sadece programın data dosyasını değiştirerek, birçok motor simüle etmek mümkündür.

BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Kaynak araştırması ana olarak iki başlık altında toplanmıştır. Emme ve egzost boru sistemleri üzerine ;

1.) Uluslararası alanda yapılmış olan çalışma ve araştırmalar ,

2.) İstanbul Teknik Üniversitesi Gemi fakültesinde son yıllarda çeşitli düzeylerde yapılmış çalışmalar .

İlk sabit hacimli içten yanmalı motorun 1863 yılında Nikolaus A. Otto ve ilk sabit basınçlı motorun 1897'de Rudolf Diesel tarafından yapımı sonrası, bu motorlardan daha fazla güç elde edilmesi için birçok araştırma yapılmıştır. Bu tür çalışmalar halen yapılmaktadır. Özellikle termodinamik açıdan makinanın mükemmelleştirilmesi için uğraşılmaktadır. Bunun içinde emme ve egzost sistemlerinin geliştirilmesi en önemli yerlerden birini işgal eder.

Bu tür araştırmalarda ilk önceleri Rayleigh [1] tarafından geliştirilen akustik teorileri, tek silindirik bir motorun emme sisteminde meydana gelen zamana bağlı akımı çözmekte geniş şekilde List [2] tarafından kullanılmıştır. List ve Reyl [3] basınç dalga oluşumlarını, küçük dalga teorisini grafik bir yöntem ile çözerek incelemişlerdir. Ancak yüksek akım hızı ve büyük dalga genliklerinin olduğu aşırı doldurmalı makinalarda her iki teorisinde iyi sonuç vermediği gözlenmiştir.

Earnshaw'un [4] sonlu dalga teorisini ise Bannister ve Mucklow [5] geliştirerek uygulamışlardır. Basınç dalgalarının küçük kabul edilmediği ve dalga girişiminden doğan genliklerin lineer olmayan kanunlarla çözüldüğü bu çalışmalarda teorik ve deneysel sonuçların birbirini tuttuğu görülmüştür. Wallace [6,7] aynı teoriyi

değişik motor sistemlerine uygulamış ve tek silindirli motorlarda iyi sonuç veren teorinin, çok silindirli motorlarda sınır koşullarının karmaşıklığı yüzünden deneylerle uyum sağlamadığı görülmüştür .

Riemann [8] tarafından ortaya atılan ve Shapiro [9], Rudinger [10], Abbott [11] gibi araştırmacılarca geliştirilen tek boyutlu zamana bağlı gaz akımı denklemlerinin karakteristikler metodu ile çözümü egzost boru sistemlerine uygulanmaya başlamıştır. Özellikle Jenny [12], Woods [13], Benson'ın [14] çalışmaları örnek gösterilebilir.

Son zamanlarda, motor manifoldu modellemesinde Benson, Garg, Woodlatt [15] tarafından geliştirilen düzeltilmiş karakteristik metodu (Ağ metodu) kullanılmakta ve deneylerle uyum sağlamaktadır. Bu matematiksel yöntemde homentropik akım modeli (ısı transferi olmayan, gaz zerreciği antropisinin zamanla değişmediği ve sürtünmenin sadece akışkanın momentumunu etkilediği kabul edilir.) ile homentropik olmayan akım modeli (sürtünme, ısı transferi ve antropinin önceden saptanan bir şekilde zamana bağlı değiştiği kabul edilir.) ayrı ayrı incelenir.

Genel olarak bilgisayar hesaplarının özünü teşkil eden manifold içi basınç dalgalarının genlik ve frekans saptamalarının değişik motorlar içinde gerçeğe uygun sonuç vermesi sınır koşullarına bağlı kalmaktadır. Bu yüzden modellemede sınır koşullarının da doğru olarak verilmesi gerekmektedir.

Halen kullanılan sınır koşullarının birçoğu Jenny [12,16] (subap ve nozul sınır koşulları), Benson ve Woods [17] (açık ve kapalı boru sonu sınır şartları) tarafından geliştirilmiştir. Yine Benson'ın [18,19] çalışmaları arasında sınır koşullarının incelenebilmesi için küçük bilgisayar programlarının mevcut olduğu, düzensiz akım denklemlerinin karakteristikler yöntemi ile hem nümerik hem de grafik olarak çözüldüğü çalışmalar da vardır.

İ.T.Ü Gemi İnşaatı fakültesinde ise bu tür çalışmalar Osman Kamil Sağ ile başlamıştır. Sağ [20] doktora çalışmasında zamana bağlı tek boyutlu gaz akımı denklemlerini ağ metodu ile çözerek çok silindirli motorların emme sistemlerine uygulamıştır. Sonuçlar bilgisayar hesaplarının deneylere uygunluğunu göstermiştir. Çalışmalarında Sağ [21] aynı teorinin değişik bir uygulamasını, gemi manevraları esnasında dizel motorları ile ilk hareket hava ve dümen boru donanımı basınç dağılımının motor verimine etkilerini yeni sınır şartları getirerek yapmıştır. Yine Sağ [22] tarafından, genellikle yüksek devirli motorlara uygulanan bu teori, orta devirli gemi dizel motorlarını da kapsayacak şekilde geliştirilmiştir.

Özsoysal da [23] yaptığı araştırmada, yine aynı motoru örnek alarak, bu çalışmada da kullanılan bilgisayar programının çıkışlarını, test sonuçları ile karşılaştırmak imkanını bulmuştur. Varılan netice hem yöntemin hem de programın güvenilirliğini onaylamıştır.

Özsoysal [24] başka bir çalışmasında ise, benzer bir program kullanarak silindir içi akım için nümerik çözüm yöntemlerini karşılaştırmıştır.

Şahin'in [25] çalışması ise [24]'te de kullanılmış olan programın bir adım ileriye götürülmesidir. Yüksek devirli motorlarda farklı valf zamanlamasının etkisini inceleyen Şahin, valflerin kendi aralarında farklı zamanlarda açılması yüzünden işlemeyen programda tadilat yapmıştır.

BÖLÜM 3. ATEŞLEME SIRASININ TESPİTİ ve MOTOR DENGELEME ESASLARI

3.1. DENGELEME ESASLARI

Bir silindirde aksenal hareketli kütlelerin atalet kuvvetleri silindir simetri ekseni boyunca etki yaparlar. Çok silindirli bir motorda, motorun tüm aksenal hareketli kütlelerinin bileşke atalet kuvvetleri krankların dizilişlerine bağlıdır. Bu kuvvet krankşaft eksenine doğru yöneltir ve silindirlerin simetri eksenlerinden geçen bir düzlem üzerinde uzanır.

3.1.1. ATALET KUVVETLERİ

Krank donanımı kinematiğinden [26] bilindiği gibi pistonun ivmesi yaklaşık olarak ;

$$a = r\omega^2(\cos\phi + \lambda\cos2\phi) \text{ 'dir. Burada :}$$

r = krank dairesi yarıçapı ,
 ω ve ϕ = Açısal hız ve krank hareket açısı,
 $\lambda = r / l$; l = biyel kolu boyu,

Bu durumda Newton yasası gereği olarak ;
Kuvvet = Kütle x ivme ' den ;

$$F_1 = m_p r \omega^2 (\cos\phi + \lambda \cos 2\phi) \text{ olur.}$$

Yukarıdaki eşitlikte m_p silindir ekseni boyunca etkiyen toplam kütledir ve $m_p = m_{\text{piston}} + m_{\text{biyel}}$ olarak ifade edilir.

Yine aynı eşitlikte, eşitliği çarpanlarına ayırarsak ;

$$F_{i1} = m_p r \omega^2 \cos \varphi \quad (3.1)$$

ve

$$F_{i2} = m_p r \omega^2 \lambda \cos 2\varphi \quad (3.2)$$

eşitliklerini yazabiliriz. Yukarıdaki (3.1) eşitliğine birinci mertebeye atalet kuvveti, (3.2) eşitliğine ise ikinci mertebeye atalet kuvveti denilir.

Birinci Mertebeden Atalet Kuvvetleri :

(3.1) eşitliğindeki kuvvet dikey eksen üzerinde ($F_{i1} \cos \varphi$) hayali bir vektörün izdüşümüdür.

Bu bakımdan ; Çok silindirli bir motorda krank dizilişi diyagramı her bir silindirin birinci mertebeden atalet kuvvetlerinin grafik olarak da saptanmasını sağlar. Birinci mertebeden atalet kuvvetlerinin saptanmasına yardımcı olması bakımından bu diyagram da "Birinci mertebeye " diyagramı adını alır.

Eğer motor silindirlerinin aksenel hareketli kütleleri eşit ise, birinci mertebeye diyagramına göre seçilmiş silindir üst ölü noktada iken her silindirin atalet kuvvetleri aşağıdaki gibidir ;

$$F_{i1n} = F_1 \cos l\varphi \quad (3.3)$$

(3.3) eşitliğinde n silindir numarasını, l ise silindirin, ateşleme sırasına göre, kaçınıcı olarak ateşlendiğini gösterir. φ ise krank hareket açısı olarak ateşlemeler arası zamanı gösterir.

Bilindiği gibi 2 zamanlı motor için ;

$$\varphi = 360 / \text{sil.sayısı} ,$$

4 zamanlı motor içinse ;

$$\varphi = 720 / \text{sil.sayısı} \text{ 'dır .}$$

Eğer (3.3) denklemi hesap edilmek istenen motor için açılır ve kuvvetler analitik olarak birbirine eklenirse birinci mertebeden atalet kuvvetleri bileşkesi elde edilir. Bileşke kuvvet sıfır olarak bulunmuşsa motor birinci mertebeden atalet kuvvetlerine göre dengelenmiş olur.

Bu aynı zamanda grafik olarak da tespit edilebilir. Bunu yapabilmek için krank diziliş diyagramını çizmek, meydana gelen çokgeni atalet kuvvetleri diyagramının vektörler çokgeni kabul etmek gerekir. Daha sonra belli bir ölçekte çizilmiş olan bu vektörler, vektörel olarak toplanır. Eğer çokgen kapanıyorsa atalet kuvvetleri dengelenmiş demektir. Kapanmıyorsa, bileşke vektör çizilir ve bunun dikey izdüşümü alınır. Bu kuvvet birinci mertebeden atalet kuvvetlerinin dengelenmemiş bileşkesinin yönü ve büyüklüğünü saptar.

İkinci Mertebeden Atalet Kuvvetleri :

(3.2) eşitliğindeki kuvvet krankşaftla kıyaslandığında çift açısal hıza sahip (2ω) ve onunla aynı yönde dönmektedir. Böylece krank ϕ açısı kadar döndüğünde ikinci mertebe vektörü de 2ϕ kadar döner. Krank diziliş diyagramını ikinci mertebeden hayali vektörlerin diyagramına çevirebilmek için her krank, kranksaft devir yönünde birinci ve verilen kranklar arasında (2ϕ) açısı kadar döndürülmelidir. Sonra verilen kranka karşılık olan hayali vektörler birinci vektöre göre çift açıda (2ϕ) ikinci mertebeden atalet kuvvetleri diyagramı üzerine yerleştirilir. Bu diyagramdaki vektörlerin herbirinin dikey izdüşümleri herbir silindirin ikinci mertebeden atalet kuvvetlerini belirtir. Aynı zamanda analitik olarak, (3.3) denkleminin bir benzerini burada da yazmak mümkündür. Bu durumda bir silindir için ikinci mertebe atalet kuvveti ;

$$F_{i2n} = F_2 \cos 2l\phi \quad (3.4)$$

olur. Bu kuvvetlerin bileşkesi de sıfır olduğunda, yada vektörlerin dikey izdüşümlerinin toplamı sıfır olduğunda atalet kuvvetleri de dengelenmiş olur.

Merkezkaç Atalet Kuvvetleri :

Silindir krank donanımı devingen kütlelerinin merkezkaç atalet kuvvetleri sabit değerde daima şaft merkezinden krank yarıçapı boyunca yönelirler. Bu kuvvetin değeri aşağıdaki eşitlikle bellidir.

$$C = m_r r \omega^2 \quad (3.5)$$

Yukarıdaki bilgilerin ışığında şunu söylemek mümkündür ;

- i. Birinci ve İkinci mertebeden atalet kuvvetleri, yönleri sabit, değerleri değişen kuvvetlerdir.
- ii. Merkezkaç atalet kuvvetleri ise yönü değişen, değeri sabit kuvvetlerdir.

3.1.2. ATALET KUVVETLERİNİN MOMENTLERİ

Herbir silindirin devingen ve eksenel hareketli kütlelerinin atalet kuvvetleri, makinenin ağırlık merkezinden geçen bir düzleme farklı mesafeden etkir ve bu düzleme göre kuvvet momentlerini üretirler.

Bu momentler de aynı yukarıda olduğu gibi hesaplanacaktır.

a. Birinci Mertebe : Birinci mertebeden atalet kuvvetlerinin momentleri motorun boyuna simetri düzleminde etki yaparlar.

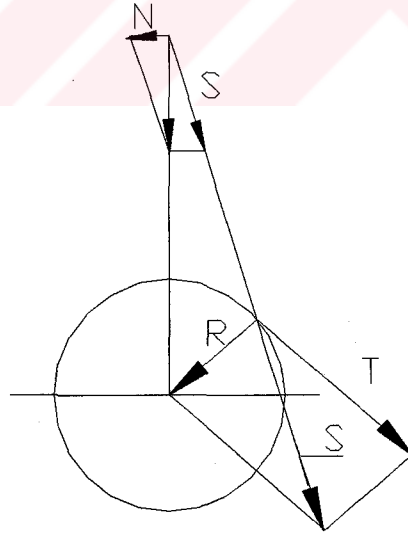
b. İkinci Mertebe : Aynen bir öncekinde olduğu gibi bu momentler de motorun boyuna simetri düzlemine doğru yöneltilir.

c. Merkezkaç : Bir krankın devingen kütlelerinin merkezkaç atalet kuvvetinin momenti krank düzleminde yerleştirilmiş bulunmalıdır.

3.2. ZORLAYICI MOMENTLER

Krank mili ile buna bağlı kütleler titreşim yapabilen sistem oluşturmurlar. Ancak sadece bu burulma titreşimlerinin meydana gelmesine neden olmaz. Nitekim buhar türbininin mili üzerine dizilmiş disklerle ve jeneratör rotoru ile titreşim yapabilen bir sistemdir, ama burulma titreşimleri oluşmamaktadır. Bunun sebebi döndürme momentinin aşağı yukarı düz [27] olmasıdır.

Burulma titreşimleri ancak düzgün olmayan bir döndürme momentinin etkisi altında meydana gelir, yani içten yanmalı motorlarda. Titreşimin ikazı, motorun krank muylusuna tesir eden ve periyodik olarak değişen teğetsel kuvvettir.



Şekil 3.1 Teğetsel Kuvvetin Belirtilmesi

Pistona tesir eden P kuvveti ikiye ayrılır. Silindir tarafından karşılanan N ve Biyel doğrultusundaki S kuvveti . Bu son kuvvet R ve T kuvvetlerini verir. R

kuvveti ana yataklar tarafından karşılanır. T ise döndürme momentini verir. Gaz basıncı ve krankın durumu ile devamlı bir şekilde değişen bu moment milin burulma titreşimlerini ikaz eder.

Bu çalışmadaki dört zamanlı örnek motorun teğetsel diyagramında bir devire tekabül eden 8 dalga vardır. Aynı sayıda iki zamanlı bir motorda ise bir devire karşılık 16 dalga bulunacaktır. Motorun dakikadaki devir sayısı N olduğuna göre bu iki hal için dakikadaki darbe sayısı da sırasıyla 8N ve 16N olur. Bu sayılar tesadüfen dakikadaki motorun titreşim sayılarına eşit olursa rezonans hali mevcuttur.

Titreşim sayıları ile darbe sayıları intibak ettiği durumda *kritik devir sayıları* bulunur.

Titreşimleri ikaz eden darbelerin bir devir esnasındaki sayısına *mertebe* denilir. Böylece örnek motorun mesela, tek düğümlü çeşite ait titreşim sayıları N_1 ise, $N_1 / 4$ 'e " birinci çeşit, 4'üncü mertebeden kritik devir sayıları " denilir. İki zamanlı motorlarda sadece tam sayılı mertebeler olabilir, bunun sebebi motorun 2π peryoduna sahip olmasıdır. Dört zamanlı motorda ise çevrim 4π peryodunda olduğu için yarım mertebeler ($1/2$, $2 1/2$..) de ortaya çıkar. Yani dört zamanlı motor, iki zamanlıya göre iki kat fazla kritik devir sayısına sahiptir.

$$n_{kr} = N_1 / m \quad (\text{İki zamanlı motor}) \quad (3.6)$$

$$n_{kr} = N_1 / (m/2) \quad (\text{Dört zamanlı motor}) \quad (3.7)$$

N_1 = i. çeşite ait titreşim sayısı,

m = mertebe 'dir.

Titreşim sayısı $N_1 = 60f$ 'dir. Burada f motorun o çeşite ait doğal frekansı olmaktadır. Bu frekans Holzer Metoduyla hesaplanmaktadır. Metoda ait geniş bilgi [27]'da bulunabilir.

Buradan görüldüğü üzere birçok değişik kritik hız bulunabilir. Hatta motora ait güvenli bir çalışma bölgesi bulmanın zor olduğu da düşünülebilir. Ancak, rezonans tehlikesi mevcut olmakla beraber bunun ihtimali de bazı faktörler tarafından kısıtlanmıştır. Küçük mertebelere uyan kritik hızlar birçok defa motor işletme devirlerinin üstündedir. Ayrıca modern gemi dizel motorlarında mevcut olan emniyet regülatörleri (maksimum devir sayısı regülatörleri) ancak %25 gibi bir artmaya izin verirler.

Zorlayıcı momentlerin etkisini daha iyi anlayabilmek için bunu grafik halde temsil edebiliriz. Bu durumda momentin işini hesaplamamız gerekir. Bu iş aşağıdaki formüle göre [27] hesaplanacaktır.

$$A = M_m \pi \lambda_1 \sum \alpha \quad (3.8)$$

Buna göre herhangi bir m mertebesinde harmonik momentin zorlama işi hesaplanabilir.

$\sum \alpha$ " bağıl genliklerin geometrik toplamı " dır.

Daha açık söylemek gerekirse , uzunlukları büyüklükçe krankların titreşimlerinin λ_1 genliklerine eşit ve doğrultuları da $m\beta_n$ açılarıyla belirtilmiş vektörlerdir. Bağıl genliklerin büyüklükleri ise sistemin serbest titreşimlerinin şekli ile yani ilgili çeşidin elastik eğrisiyle tayin edilir.

3.3. ÖRNEK MOTORUN BİRİNCİ MERTEBE ATALET KUVVETLERİ

İncelenmek üzere ele alınan motor 16 silindirli ve V tipi bir gemi dizel motorudur. 3.1 'den bir motordaki atalet kuvvetlerinin nasıl bulunacağı bilinmektedir. Bununla birlikte buradaki fark örnek

motorun V tipi olmasından kaynaklanmaktadır. İki silindir arası açıya 2α dersek, bir silindirin dikeyle yaptığı açı da α olur. ϕ de krank hareket açısı olduğuna göre m. mertebeden atalet kuvvetinin dikey ve yatay bileşenleri aşağıdaki gibidir ;

$$V_m = m_p \cos(m\phi - m\alpha) \cos\alpha \quad (3.9)$$

$$H_m = m_p \cos(m\phi - m\alpha) \sin\alpha \quad (3.10)$$

V_m dikey, H_m de yatay bileşen olmak üzere (3.9) ve (3.10) 'u yeniden düzenlersek ;

$$V_m = 1/2m_p \cos[(m\phi - (m-1)\alpha)] + 1/2m_p \cos[(m\phi - (m+1)\alpha)] \quad (3.11)$$

ve

$$H_m = 1/2m_p \sin[(m\phi - (m-1)\alpha)] - 1/2m_p \sin[(m\phi - (m+1)\alpha)] \quad (3.12)$$

elde edilir. Örnek motorumuz için $\alpha = \pm 45^\circ$ 'dir. Birinci mertebe bizim için daha önemli olduğuna göre $m = 1$ alır ve örneğimizin kuvvetlerini yazarsak ;

$$V_1^{(1)} = 1/2m_p \cos\phi + 1/2m_p \cos(\phi - \pi/2) \quad (3.13)$$

(3.13) denklemi V 'nin tek tarafı, yani tek silindir için geçerli olan kuvveti verir. Bu (1) üstsimgesiyle gösterilir. Bu durumda 2. silindirin dikey kuvveti ;

$$V_1^{(2)} = 1/2m_p \cos\phi + 1/2m_p \cos(\phi + \pi/2) \quad (3.14)$$

Bu iki ifadeyi toplarsak, toplam birinci mertebe dikey kuvveti bulmuş oluruz. İki ayrı fazda olan bu iki kuvvetin ikinci terimleri birbirini götürür. Böylece ;

$$V_1 = m_p \cos \phi \quad (3.15)$$

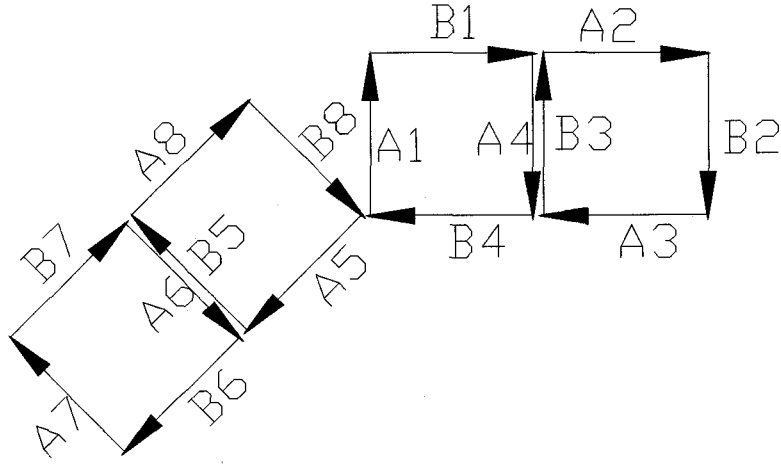
bulunur. Tamamen benzer olarak yatay toplam bileşen de bulunabilir (3.16).

$$H_1 = m_p \sin \phi \quad (3.16)$$

Bu iki nihai kuvvet de kranka zıt bir karşı ağırlıkla tamamen dengelenebilir. İkinci ve daha yüksek mertebeden kuvvetler de aynı şekillerde tespit edilebilir. İkinci mertebeden kuvvetlerin dikey bileşeni kendi kendini dengelemekte, yatay bileşen ise krankın iki katı hızla ve yatay harmonik hareket yapan bir kuvvet doğurmaktadır.

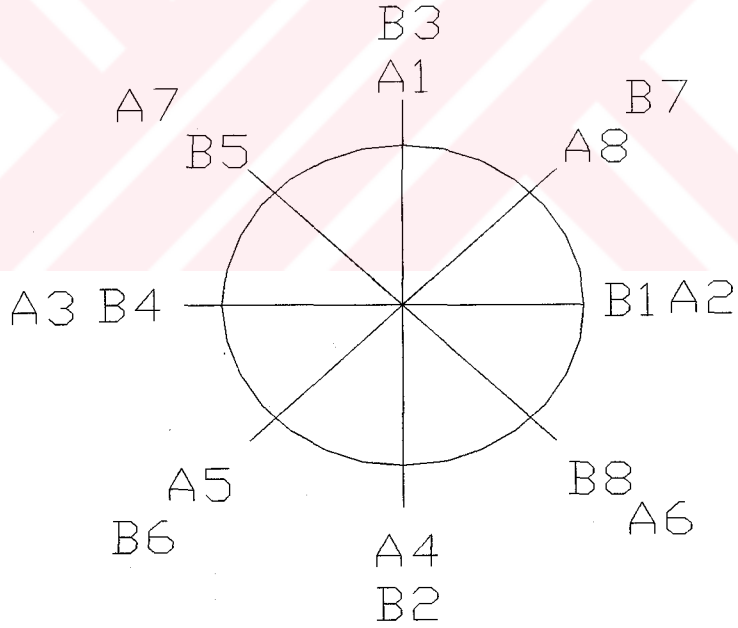
3.4. ÖRNEK MOTORUN ATEŞLEME SIRASI İÇİN PRATİK YOL

Örnek motorumuz 16 silindirli olduğuna göre, bu motorun silindirleri $720 / 16 = 45^\circ$ açı farklarıyla ateşlenecektir. Önce krank yıldızı çizebilmek için silindirleri rastgele olarak, silindirler arası krank hareket açısına dikkat ederek, yerleştirelim. Bu işleme A1'den başlayalım ve keyfi olarak A1'i ÜÖN'ya koyalım. Bunu şekil 3.2 'de A1'i yukarı doğru bir okla belirterek gösterelim. Sonra B1'i yine keyfi olarak A1'e göre 90° farkla belirtelim. Diğer silindirleri de önce A, sonra B olmak üzere yerleştirelim. Böyle giderek şekil 3.2 'nin son hali elde edebiliriz. Burada dikkat edilecek husus B8 çizilirken başlanılan noktaya geri dönülmesidir.



Şekil 3.2 Krank yıldızını çizmek için ϕ 'ye göre yerleştirilen silindirler

Bu şekli çizdikten sonra krank yıldızını belirleyebiliriz. Şekil 3.3 'de de bu gözükmemektedir.



Şekil 3.3 Krank Yıldızı

Krank yıldızının da bulunmasından sonra artık bir ateşleme sırası tespit edilebilir. Saat yönünün tersi yönde hareket ederek, önce A1'i alalım. Bir numaralı silindirden sonra ya A7 ya B5 ateşlenecektir. Zira A1' den sonra bu ikisi ÜÖN'ya gelmiştir. Birisinde ateşleme

olacağına göre, diğerinde de emme stroku başlayacaktır. Biz B5'i alalım. Bunu A3 ve B4'ün ÜÖN'ya gelmesi takip eder. B4'ü seçelim ve bu işleme tekrar ÜÖN 'ya gelene kadar devam edelim. Tekrar ÜÖN'ya geldiğimizde karşımıza yine A1 ve B3 çıkarlar. Bunlardan birini almamız gerekmektedir. Ancak A1 360° önce ateşlenmişti. Bu durumda B3'ü almak zorunluluğu vardır. Aynı zorunluluk 90° sonra da mevcuttur. Bu şekilde devam ederek ;

A1	A5A4	A8	A7A3	A6A2
B5B4	B8B1	B3	B6B2	B7

gibi bir ateşleme sırası tespit etmiş oluruz. Bu sıra aynı zamanda programın çalıştığı 8 numaralı denemenin ateşleme sırasıdır.

3.5. ÖRNEK MOTORUN ZORLAYICI MOMENTLERİ

Örnek motorumuza ait majör ve minör harmonikler momentler aşağıdaki gibidir ;

Majör harmoniklerin mertebesi daima bir devirdeki ateşleme sayısının tam katlarıdır [27]. Bu durumda örnek motorun majör harmonikleri ;

$$16 / 2 = 8 \text{ ateşleme/devir'dir.}$$

Majör harmonikler = 8 , 16 ,24 ... 'dir. 3.3'de anlatıldığı üzere bu harmoniklerin kritik devir sayıları bulunabilir. Bunu için önce istenilen çeşitlerin doğal frekansları bulunmalıdır. Sonra (3.7) formülü kullanılarak istenen değerler tespit edilebilir.

Genel olarak majör harmonikler aynı sayıdaki silindirli motorların hepsi için geçerlidir. Yani ateşleme sırası farklı olan tüm 16V'ler için 8 ve katları majör harmoniklerdir. Fakat minör harmonikler için durum değişiktir. [27]'da da gösterildiği gibi belli bir ateşleme sırasının herhangi bir mertebeden olan minör

harmonikleri, diğ er bir ateşleme sırasına göre daha fazla zorlayıcı moment üretebilirler. Bunu engelleyebilmek için minör harmoniklerin $\Sigma\alpha$ hesabının yapılması gerekir. Ya da yine (3.3)'de bahsedildiği gibi Holzer tablosundan elastik eğri değerleri alınarak da bu eğri çizilip uygun ateşleme sırası tespit edilebilir.

 rnek motorun ilgili değerleri elde edilemediği için burada sadece majör harmoniklerin mertebesi tespit edilmiş, minör harmoniklere göre en uygun ateşleme sırası verilmemiştir.



BÖLÜM 4. MODELLEME TEORİSİ

4.1. HAVA AKIMI MODELLEMESİ

İçten yanmalı bir makinanın verimini ve alınan gücü arttırmamanın en iyi yollarından biri sözkonusu makina-ya bir turboşarj (aşırı doldurma) ünitesi eklemektir. Bu sayede hem makinanın manifoldunda hem de silindir içerisinde basınç artışı, dolayısıyla da emilen hava miktarında bir artış gözlemlenebilir. Bununla birlikte modellenmeye çalışılan bu tür bir sistemde, aşırı doldurması olmayan bir makina-ya oranla kütle debisi, basınç ve hız oranları gibi parametreler çok büyük farklılıklar gösterecektir. Bu bakımdan kütle akışlarının birbirleriyle uyumlu olması gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Süreklilik denklemi gereği - Kütlenin korunumu ilkesi). Uyumluluk gerçeğinin modellemeyi yapan kişiyi zorlayacağı açıktır. Bu uyumun sağlanması belirli tekniklerle yapılır. Bu teknikler aşağıda kısa olarak izah edilmiştir ;

- i. Sanki dengede hal değişimi,
- ii. Emme ve egzost olaylarının incelenmesi,
- iii. Gaz hareketinin dalga hareketine benzetilmesi,

4.1.1. SANKİ DENGEDEN HAL DEĞİŞİMİ METODU

Kullanılan en basit ve temel yaklaşımdır. Sistemi oluşturan elemanların verimleri deneylerden elde edilir. Metodun prensibi, sistemin elemanları arasında kütle akışına izin verilmemesidir. Bir başka şekilde ifade edilirse, manifold hacimlerinin ihmal edilebilirliği sözkonusudur. Motor ve aşırı doldurma ünitesindeki gaz dinamiği olayları birinci dereceden lineer

olmayan adi diferansiyel denklemler ile modellenmesi dışındaki tüm diğer denklemler basit eşitlikler şeklindedir.

4.1.2. EMME ve EGZOST HAL DEĞİŞİMİ METODU

Bu metodun temel prensibi ise makina ile aşırı doldurma ünitesi arasında bulunan manifoldların sonsuz büyüklükteki kontrol hacimleri olmasıdır. Bir önceki metodun aksine tüm elemanlardan belirli bir kütle debisinin aktığı mantığının yerine manifoldlarda zamana bağlı olarak farklı miktarlarda kütle bulunduğu kabul edilir. Genellikle sanayi de yaygın olarak kullanılan bir methodur. Sonuçlar daha gerçeğe yakın olmakla beraber modelleme daha uzun süre almaktadır.

4.1.3. AKIMIN DALGA HAREKETİYLE MODELLENMESİ METODU

Sistemin içinde dolaşan havanın dalga hareketi yaparak ilerlediği prensibine dayanan bu metod genellikle modellemede tek boyutlu gaz akış dinamiğini inceler. İki ve üç boyutlu gaz akışı gözönüne alınmamaktadır. Bu metodun gelişim süreci şu şekilde olmuştur ;

Sonlu dalga hareketi ilk önce tek yönlü sonlu hareketi olarak geliştirilmiştir. Bunu silindirden ani gaz çıkışı ve makina içindeki gaz akışı olaylarının modellenmesi takip etmiştir. Bu arada birtakım analitik teknikler de geliştirilmiştir. Ancak bugün grafik çözüm yöntemleri kullanılmamaktadır. Bu çalışma da kullanılan karakteristikler yöntemi ise Riemann [8] tarafından geliştirilmiştir. Riemann'dan sonra metod değişik şekillerde uygulama alanı bulmuştur. Bununla birlikte Benson [14,15] karakteristikler metodunu tamamıyla içten yanmalı bir makinaya uygulayan ilk kişidir.

Dalga hareketi metodu, manifold sistemlerinin fiziksel davranışlarının hassas ve doğru olarak modelleyebilmektedir. Hatta bu sayede, makinaya en uygun manifoldun dizaynı yapılabilmektedir.

4.1.3.1. TEK BOYUTLU ZAMANA BAĞLI AKIM TEORİSİ

İdeal bir gazın değişen kesitli bir kontrol hacminde yüzey sürtünmeli, ısı transferi ve zerrecikler arasında entropi değişimli, zamana bağlı tek boyutlu akışını tanımlayan üç temel denklem bulunmaktadır. Bu denklemler ;

- i. Süreklilik denklemi,
- ii. Momentum denklemi,
- iii. Enerji denklemi.

Denklemler kısaca açıklanırsa ,

i. Süreklilik denklemi :

Sabit bir t anında zamandan bağımsız olarak düşündüğümüz boru içi akış için bu denklem şu şekilde yazılabilir ;

$$m_i + m_1 = m_2 + m_e \quad (4.1)$$

burada ;

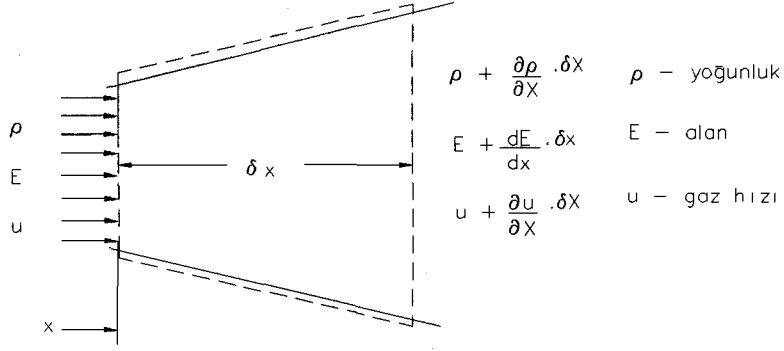
m_i (kontrol hacmine giren kütle debisi),

m_1 (başlangıçta kontrol hacminde bulunan kütle),

m_2 (sistem içinde sabit bir t anında kalan kütle),

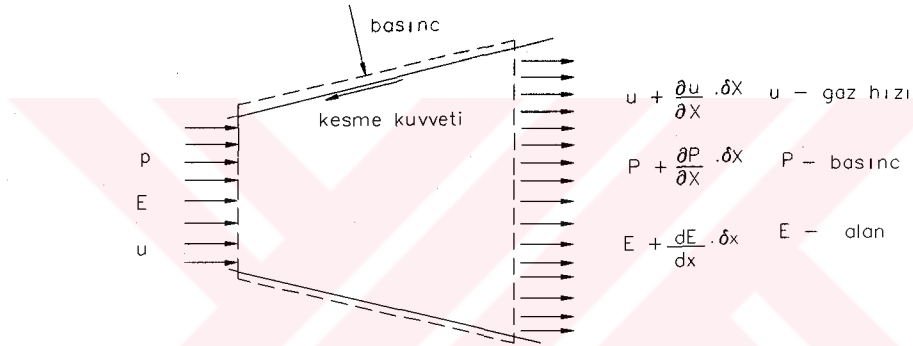
m_e (sistemi terkeden kütle debisi) olarak

tanımlanmaktadır.



Şekil 4.1. Boru kesitinde kütle değişimi

ii. Momentum denklemi :



Şekil 4.2. Boru kesitinde kuvvetlerin dengelenmesi

Değişken kesitli bir boruda momentum denklemini elde etmek için şu şekilde bir eşitlik yazılabilir ;

$$\begin{aligned}
 &\text{Kontrol hacminde bir yönde etki eden kuvvetlerin toplamı} \\
 &= \text{Kontrol hacminde belirli bir yöndeki momentum artışı} + \text{Kontrol hacminden ayrılan bileşke kuvvetin oluşturduğu momentum}
 \end{aligned}
 \tag{4.2}$$

Kontrol hacminin solundaki boru ucunda x yönünde etki eden kuvveti F_1 ;

Kontrol hacminin sağındaki boru ucunda x yönünde etki eden kuvveti F_2 ;

Boru iç çeperlerine etki eden basınç kuvvetinin yatay bileşenini F_3 ;

ve sürtünmeden dolayı etki eden kesme kuvvetini de F_4 'le gösterirsek;

Kontrol hacmindeki gazın momentumu , zamana bağılı olarak, M_2 ;

Kontrol hacmine giren kütleden dolayı oluşan momentum M_i ;
Kontrol hacminden çıkan kütleye ait momentum ise M_e 'dir.

Bu durumda tüm sistem için momentumun korunumu ilkesi uyarınca denklem yazılırsa ;

$$F_1 - F_2 + F_3 - F_4 - M_2 + M_i - M_e = 0 \quad (4.3)$$

iii. Enerji denklemi :

Bir kontrol hacmi etrafındaki düzensiz akışa ait enerjinin korunumu denklemi aşağıdaki gibidir ;

$$Q - W_x = \partial\{U\}/\partial t + m_o(h_o + u_o^2/2) - m_i(h_i + u_i^2/2) \quad (4.4)$$

Bu denklem diferansiyeli alınarak daha açık bir şekilde yazılır ve denkleme son hali verilir.

Bu denklemler (Süreklilik, momentum ve enerji) yazıldıktan sonra [24] 'de gösterildiği gibi aşağıdaki tarzda birleştirilir.

$$(Süreklilik) + pa(Enerji) \pm a^2(Momentum) = 0 ;$$

Bu birleştirmenin prensibi aşağıdakine dayanır ;

Bir fonksiyonun zamana göre tam diferansiyeli

$$dR = \partial R/\partial t . dt + \partial R/\partial x . dx + \dots \quad (4.5)$$

olup, eğimi $dx/dt = c$ olan bir eğri boyunca şu bağıntı yazılabilir ;

$$(d/dt)c = \partial/\partial t + c \partial/\partial x \quad (4.6)$$

Yol - zaman ($x - t$) alanında $dx/dt = u \pm a$ karakteristiği boyunca bir uygunluk denklemi yazılır. Aynı şekilde $dx/dt = u$ yolu boyunca da bir uygunluk denklemi yazılabilir. Bu denklemlerde bulunan değişkenler x ve t 'nin fonksiyonlarıdır.

Zamana bağılı homentropik olmayan gaz akımı karakteristiklerini belirleyen yön ve uygunluk şartı denklemlerini ; üç bağımsız parametre, ses hızı "a", gaz hızı "u" ve herhangi bir p basıncından izantropik olarak referans basıncına (P_{ref}) genleşen gazın ses hızı " a_A " cinsinden yazılarak sayısal çözüme en uygun şekle getirilebilir.

Boyutsuz parametreler aşağıdaki gibidir ;

$$\begin{aligned} A &= a/a_{ref}, \\ U &= u/a_{ref}, \\ A_a &= a_A/a_{ref}, \\ Z &= a_{ref}/x_{ref}, \\ X &= x/x_{ref} \end{aligned} \quad (4.7)$$

Bu durumda Z - X alanındaki karakteristikler ;

$$\lambda = A + ((k-1)/2)U \quad (4.8)$$

$$\beta = A - ((k-1)/2)U \quad (4.9)$$

Yukarıdaki karakteristikler Riemann değişkenleri olarak bilinmektedirler. Buradan hareket ederek ;

$$A = (\lambda + \beta)/2 \quad \text{ve} \quad U = (\lambda - \beta)/(k-1) \quad (4.10)$$

yazılabilir. Yön koşulu ise $dx / dz = U \pm A$ (4.11)
ve uygunluk koşulu ise

$$d\lambda = dA + (k-1)/2dU \quad (4.12)$$

$$d\beta = dA - (k-1)/2dU \quad (4.13)$$

Antropinin sabit kalmadığı homentropik olmayan akışlarda " λ " ve " β " parametreleri karakteristik boyunca sabit kalmayıp değişmektedir.

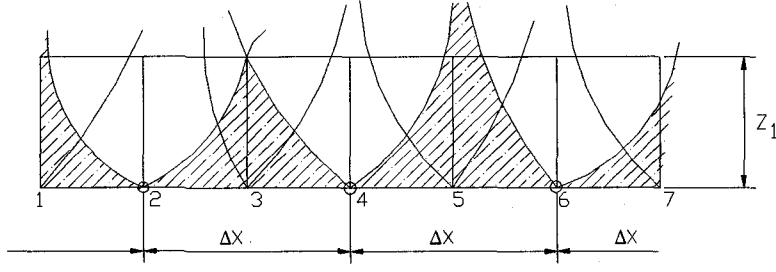
Yön koşulunun $dx/dz = u$ olması halinde, bu yol karakteristiği boyunca uygunluk denklemi yeniden yazılır.

Bunlardan sürtünmenin antropide bir artışa yol açtığı gözükmemektedir. Yön koşulu ve uygunluk denklemleri sayısal olarak karakteristikler metodu kullanılarak çözülmektedir. Bu çalışmada ağ metodu çözüm için kullanılmıştır.

4.1.3.2. MESH (AĞ) METODU

Bu metodun uygulanması için ilk önce modellenmek istenen bölgede bir ağ düzeni kurulur. Bu ağ düzeni şu şekilde olmaktadır ;

Modellenecek bölge dikdörtgen bölgelere ayrılmaktadır. Ağ uzunluğu Δx ise, modellenen bölgenin boru olduğunu düşünürsek, boru boyunca sabit alınır. Bununla birlikte farklı uzunluktaki her boru için Δx de, boru uzunluğuna ve seçilen dikdörtgen sayısına bağlı olarak değişmektedir. Zaman değişkeni Δz , (x- z) alanında tüm ağlar için her bir zaman aralığında ve her bir mesh üzerinde kesişen λ ve β karakteristikleri olduğunda, bu kesişen λ ve β karakteristiklerinin kesişme için katettikleri zaman adımlarından en küçüğü tüm boru için sabit olarak verilir. Ancak zaman değişkeninin değişimi bir stabilite kriterine göre tespit edilmektedir. Anlaşılacağı üzere çözümün hassaslığı için mümkün mertebe fazla sayıda ağ kullanmak gereklidir. Gerçi ağ sayısındaki artış metodun güvenilirliğini arttıracaktır, ancak hesaplama için gereken süre de doğru orantılı olarak artacaktır.



Şekil 4.3. Ağ metodu uygulaması

Yukarıda nasıl çıkarılacağı verilen uygunluk denklemi bu metodla çözülecektir. Bununla beraber metod uygulanarak yapılacak çözüm burada verilmeyecektir. Çözüm detaylı bir şekilde [23] ' de bulunmaktadır. Kısaca, çözüme ulaşılırken hangi adımlardan geçildiğinden bahsedilecektir.

İlk önce uygunluk denklemi hıza göre yeniden düzenlenir. Bu yapılırken ses hızı ile basınç arasındaki ilişkiden faydalanılır.

Homentropik olmayan akışlar için Riemann'ın üç karakteristiği - aşağıdaki denklemler - kullanılarak (4.12) ve (4.13) denklemleri yeniden, Riemann değişkenleri cinsinden ifade edilir.

Riemann Karakteristikleri ;

$$\lambda = a/\alpha + ((k-1)/2)u/\alpha, (dx/dz)_\lambda = u/\alpha + a/\alpha \quad (4.14)$$

$$\beta = a/\alpha - ((k-1)/2)u/\alpha, (dx/dz)_\beta = u/\alpha - a/\alpha \quad (4.15)$$

$$\alpha = a_A / \alpha, (dx/dz)_\alpha = u/\alpha \quad (4.16)$$

Bu karakteristiklerin zamana göre değişimleri de bulunup uygunluk denklemleri yeniden yazılır. Artık borulardaki hava akımının modellenmesi için gerekli denklemler yazılmıştır. Geriye bunların analitik veya sayısal bir metodla çözümü kalmış olur.

Söz konusu denklemler ağ metoduyla çözülürken, çözüm esnasında yapılan küçük bir hata zamanla büyür ve kararsız olarak tanımlanan bir çözüm üretir. Bunu

kararsız olarak tanımlanan bir çözüm üretir. Bunu önlemek için, gerekli hassaslığı sağlayabilecek, bir kararlılık şartı kullanılır. Bu şart ;

$$\Delta Z / \Delta X \leq 1 / (A + |U|) \quad (\text{dalga karakteristikleri için}) \quad (4.17)$$

$$\Delta Z / \Delta X \leq 1 / |U| \quad (\text{yol hattı karakteristikleri için}) \quad (4.18)$$

Ağ metodunun bundan sonraki adımında λ ve β karakteristiklerinin λ = sağa giden karakteristik, β = sola giden karakteristik olarak adlandırılması vardır. Bununla beraber sağa ve sola giden karakteristikler mantığı (emme veya egzost) manifoldu karmaşık bir boru sisteminden oluşan makina için zor uygulanır hale gelir. Bunun üstesinden gelebilmek amacıyla bilgisayar programına da yansıtılan bir pratik bir düşünce geliştirilmiştir (Boru sonlarının numaralandırılması ve bu numaralara göre hareket yönünün saptanması). Boru sonları 1-2, 3-4, 5-6 gibi numaralar verilerek, çift sayılı boru sonuna doğru hareket eden karakteristik λ , tek sayılı boru sonuna doğru hareket eden karakteristik ise β ile ifade edilir. Daha da basitleştirmek amacı ile $\lambda = \lambda_1$ ve $\beta = \lambda_{11}$ yazılır.

Tek sayılı boru ucunda, sınıra doğru hareket eden λ_{11} ve sınır koşulları ile λ_1 elde edilir. Sınır şartı hesaplarında kullanılan ve sınıra gelen karakteristiğe λ_{in} , çıkana ise λ_{out} denilir. Bu durumda tek sayılı boru ucunda $\lambda_{in} = \lambda_{11}$ ve $\lambda_{out} = \lambda_1$, çift sayılı boru ucunda ise $\lambda_{in} = \lambda_1$ ve $\lambda_{out} = \lambda_{11}$ olmaktadır.

Kararlılık şartı yukarıda belirtilmişti. Bu denklemin manifold içerisinde değişen gaz hızına uyum sağlaması gerekmektedir. Buna göre ;

- i. Akımın ses altı olması,
 - ii. Akımın sesüstü olması (boyutsuz gaz hızı U 'nun pozitif veya negatif olmasına göre),
- iki hal bulunur ve kararlılık denklemi düzeltilir.

Boru içerisindeki yol hatları şekil 4.1.3 'deki gibi tespit edilir. Boru uzunluğuna göre tespit edilen bu sayı hesaplamalar sırasında değişmez. Yani her boru içinde belli sayıda zerrecik seçilir ve bunların entropi değişimi hesaplanır.

Daha açık bir şekilde ifade edilirse sınır şartlarının da kullanılmasıyla, her zaman adımında, bütün ağ noktalarındaki λ_1 , λ_{II} ve A_a değerleri bulunur. Bu değerlerden de sıcaklık, basınç ve gaz hızı tespit edilir.

$$T = a_{ref}^2 / kR (\lambda_1 + \lambda_{II}/2)^2 \quad (4.19)$$

$$P = P_{ref} (\lambda_1 + \lambda_{II}/2A_a) (2k/k-1) \quad (4.20)$$

$$U = a_{ref} (\lambda_1 - \lambda_{II} / k-1) \quad (4.21)$$

Sonuç olarak şu söylenebilir ;

Önce tek boyutlu gaz akımını modelleyen kısmı diferansiyel denklemler çıkarılmakta, daha sonra Riemann değişkenlerinin de yardımıyla bunlar adi diferansiyel denklemlere dönüştürülmekte ve daha sonra ağ (mesh) metodu kullanılarak karakteristik hatlarla ağ noktalarındaki termodinamik değişkenler hesaplanmaktadır.

4.2. SINIR KOŞULU TEORİLERİ

Yukarıda kısa açıklaması ve Ek A'de de akış diyagramı verilmiş olan bilgisayar programı dizel makinayı gaz dinamiğinin özellik hesaplamalarını yaparak modellemektedir.

Boru nihayetindeki bir takım termodinamik özellikler (basınç, kütle debisi, sıcaklık gibi) sınır koşulları kullanılarak çıkarılmaktadır.

Sınır koşulları aktif ve pasif sınır koşulları olarak ikiye ayrılmaktadır.

Aktif sınır koşulları silindir, kompresör gibi kontrol hacimlerindeki zamana bağlı gaz akışının sebebi olarak tanımlanmaktadır.

Pasif sınır koşulları ise birçok değişik yollarla dalgaları yansıtan ve/veya absorbe eden etkenler olarak tanımlanabilir.

Aşağıda kısaca açıklanmış bulunan sınır koşulları şu kabullenmeler çerçevesinde modellenmiştir.

1. Sınırlarda gaz akımı tek boyutludur.

2. Sınırlarda herhangi bir anda $\delta p / \delta t$, $\delta u / \delta t$ gibi terimler $\delta p / \delta x$, $\delta u / \delta x$ gibi terimlere oranlara çok küçük olduğundan, zamanla değişmeyen akım denklemleri (quasi - steady, - sanki dengede) kullanılır.

3. Özellikler herhangi bir anda hacim içerisinde her noktada aynıdır. Gaz durulmuş haldedir.

4. Borulara bağlı hacimler ihmal edilemeyecek büyüklükte ise, hacim içerisindeki özelliklerin zamana göre değişimi alınır.

4.2.1. SİLİNDİR SINIR KOŞULU

Boru sonu sınır koşulları sınıflamasında, aktif sınır koşulu olarak önem taşıyan silindir, boru içi akımı zamana göre değiştirdiği için iki kısımda incelenir. Bunlardan birincisi emme ve egzost valflerinin her ikisinde kapalı olduğu peryot veya güç peryodu, diğeri ise valflerin birisinin veya ikisinin de açık olduğu peryot, yani dolgu değişimi peryodudur.

Güç çevrimi termodinamik hesapları yapılırken, önce zaman adımı sonunda silindir içerisindeki gazın taşıdığı özellikler tahmin edilir. Buradan zaman adımı boyunca açığa çıkan enerji hesaplanır. Sonra bir iteratif metod veya yaklaşım metodu kullanılmak suretiyle, silindir etrafında bir kontrol yüzeyi düşünülerek termodinamiğin birinci kanunu ile bir enerji

dengelemesi kurulur. İstenilen düzeyde bir doğruluğa erişilinceye kadar zaman adımı sonundaki gazın özellikleri tahmin edilerek işlem yenilenir. Dizel motorlarında güç çevrimi matematiksel modellemesi için yaygın olarak adımsal yaklaşım metodu kullanılmakta olup, bu metod sadece temel hava - yakıt reaksiyon denklemlerini içeren kimyasal dengeleme prensipleri üzerine kurulmuştur. Detaylı bilgi [23] ' de verilmiştir.

Silindir içerisindeki kontrol hacminde yapılan hesaplarda şu parametreler bulunmaktadır ;

- a.) Yanma sonucu moleküler değişim,
- b.) Yanma sonucu artık gaz hesapları,
- c.) Silindirde alıkonulan mol miktarı,
- d.) Zaman aralığı sonu ve zaman aralığı ortalama özellik değerleri,
- e.) Silindirde güç çevrimi boyunca ısı geçişi,
- f.) Strok hesabı,
- g.) Valflerden gaz akışı,
- h.) Emme ve egzost borularındaki kütle akışı,
- i.) Durulma koşulu,
- j.) Borularda hiç akım olmaması koşulu,
- k.) Silindir etrafında enerji dengelemesi,
- l.) Dolgu değişimi boyunca silindir kütle dengelemesi ve içerisinde alıkonulan kütle miktarı,
- m.) Kütle ile ilgili tarifler,
- n.) Dolgu değişimi boyunca silindirde ısı iletimi.

4.2.2. Valf Sınır Koşulu

Bu sınır koşulu, gaz akımının silindirden boruya doğru olduğu hali incelemek için kullanılır. Gaz akımının ses altı akım olması halinde, valf girişine kadar basınç izantropik olarak düşme gösterir. Valften boruya girdiği noktalarda entropi düzenli bir şekilde artarken basınç sabit kalır. Yani boru ucu ve subap basınçları aynı olmaktadır.

Subap giriş kesitinin daralması nedeniyle giriş ağzında akımda çekiçleme olması veya gaz akımının gerçekleşmemesi halinde hesaplamalar sesaltı akımdaki gibi yapılır. Ancak bu durumda subaptan boruya girdiği noktalarda basınç sabit kalmamakta, düşüş göstermektedir.

Yani genel olarak valf sınır koşulu için iki halden bahsetmek mümkündür .

4.2.3. LÜLE SINIR KOŞULU

Bu koşul eğer boru uç noktasında bir nozul varsa veya borunun silindire bağlı olduğu uç noktasında gaz akımının yönü borudan silindire ise kullanılır. Bu koşulun kullanılması sırasında gaz akımının izantropik olduğu kabul edilir.

Bu koşul için üç hal incelemek mümkündür ;

a.) Gaz akımının sesaltı olması durumu (Bu durumda nozul giriş ve çıkışındaki ses hızları birbirine eşit olacaktır.),

b.) Gaz akımının çekiçlemeli veya kesikli akım olması hali (Burada ise nozul girişinde gaz hızı ses hızına eşit olup mach sayısı 1'e eşittir.),

c.) Nozulda ters akış olması hali.

4.2.4. KAVŞAK SINIR KOŞULU

Kavşak sınır koşulu teorisi, boruların birbirlerine tekli veya çoklu bağlandığı kavşaklarda gaz akımının sabit basınçta gerçekleşmesi üzerine kurulmuştur.

Eğer iki boru birbirine bağlanmışsa, boruların bağlama noktası adını verdiğimiz kavşakta sınır koşulu olarak sabit basınç teorisi uygulanır. Bunu akım yönünün tayini izler. Akım yönünün tespiti için şu kriter kullanılır (1, 1 no'lu boruyu, 2 ise 2 no'lu boruyu, H da akım yönüne göre hesaplanması gereken düzeltme faktörünü göstermek üzere) ;

$\lambda_{1in} - (\lambda_{2in} + H) < 0$ (Akım yönü 2 no'lu borudan 1'e doğru)
veya ,

$\lambda_{1in} - (\lambda_{2in} + H) > 0$ (Akım yönü 1 no'lu borudan 2'ye
doğrudur.)

Bu şartlar eğer iki boru sözkonusu ise geçerli olmaktadır. Ancak ikiden fazla borunun birbirine bağlandığı üç'lü kavşak olması halinde yine kavşağı meydana getiren boru sonlarındaki karakteristik parametrelerin aynı basınca yakınsayacağı kabul edilir.



BÖLÜM 5. BİLGİSAYAR PROGRAMININ TANITILMASI

Bilgisayar programının tanıtılması için oluşturulmuş alt ve ana programların bir akış şemasını vermek faydalı olacaktır. Ek A 'de autocad programıyla çizilmiş bulunan bu şema vardır.

Programın detaylı listesi ise EK-C'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Program FORTRAN 77 dilinde yazılmış olup, 1 (bir) ana program , 7 (yedi) ana alt program ve 27 (yirmiyedi) yardımcı alt programdan oluşmaktadır. Metin (text) halde sözkonusu program, bilgisayar sabit hafızasında, 133.777 byte 'lık yer kaplamaktadır. Derlendiği zaman çalıştırılabilir dosya ise 312.588 byte kadar yer tutar. Derleyici olarak Microsoft Fortran Version 5.1 kullanılmıştır. Program çalıştıktan sonra bilgisayar sabit hafızasına 1.098.133 byte'lık bilgi kaydetmektedir. Kaydedilen bu bilginin büyüklüğü, özellikleri modellenmek istenen makinanın kaç çevrim boyunca çalıştırılmak istendiğine bağlı olarak değişmektedir. Yukarıdaki bilgi, makinanın 7 çevrim çalıştırıldığında elde edilen bilgi büyüklüğüdür. Ayrıca program çalışmadan önce makinanın özelliklerinin programa tanıtıldığı kısım olan, 9600 byte 'lık bir ön-bilgi (data) dosyası sabit hafızaya kayıt edilmek zorundadır.

Bilgisayar programının genel özelliklerini tanıtmaya gelince ;

Bu program, bir dizel makineyi termodinamik olarak modelleyebilmektedir. Program dizel motorun silindiri içerisindeki zamana bağlı gaz dinamiği değişkenlerini (basınç, sıcaklık, hacim, dolgu havası ve egzost kütlesi değişimi gibi), emme ve egzost manifoldlarının istenilen değişik kesitlerdeki zamana bağlı

gaz dinamiği değişkenlerini ve çevrim sonunda her bir silindirden alınan gücü, o silindire ait, müstakil olarak, özgül yakıt tüketimi, ortalama efektif basınç, maksimum yanma basıncı, emilen havanın kütle debisi gibi parametreleri, ayrıca kullanılan ısı yayılım modeline göre motor üzerinde oluşan ısı kayıplarını ve bunların yüzdelerini hesaplayabilmektedir. Programın çalışma süresi, programın çalıştırılmak istendiği bilgisayar'a, kullanılacak bilgi dosyasının niteliğine göre değişmektedir. Program yalnızca MicrosoftDos işletim sis-temini kullanan kişisel bilgisayarlarda çalıştırılmıştır. Intel mikroişlemcili bu bilgisayarlar 86 serisi olup, 386 SX-25 ve 486 DX2-66 tip bilgisayarlar programın denendiği bilgisayarlar olmuştur.

486DX2-66 tip bilgisayarda program, 7 çevrim için, 15 dakika çalışmaktadır.

386SX-25 tip bilgisayarda ise, aynı sayıda çevrim için, yaklaşık 1.5 saat çalışmaktadır.

Takip eden satırlarda programı oluşturan ana, ana alt ve yardımcı programlar bulunmaktadır. Bunlar detaylı olmayıp, sadece sözkonusu programın genel olarak hangi işlevi gördüğünü açıklayıcı bilgiler şeklindedir. Önce ana alt programlar, sonra da yardımcı alt programlar alfabetik sıraya göre verilmiştir.

5.1. MAIN PROGRAM (ANA PROGRAM)

Ana program 144 satırdan oluşan, tüm ana alt programların bağlandığı, motora ait teknik datanın okutulduğu, motorun özelliklerine göre hangi ana alt programın hangi sırayla kullanılacağına kontrol edileceği kısa bir programdır. Bu programda herhangi bir hesaplama yapılmamaktadır. Bu nedenle giriş ve çıkış datasının okutulup kontrol edildiği merkez programdır.

5.2. ANA ALT PROGRAMLAR

CHAR :

Bu alt program 481 satırdan oluşan, manifoldlardaki zamana bağlı gaz dinamiği değişkenlerini hesaplar. Manifoldlara ait data, diğer datanın aksine, main programında değil, bu alt programın içinden okutulur. Borularda tek boyutlu, zamana bağlı akım hesaplarını yapar. Manifold datası ile kastedilen ise, manifoldu oluşturan boruların uzunlukları, borulardaki ağ gözü sayıları, boru uçlarındaki çap değerleri, boru çeper sıcaklıkları ve ayrıca başlangıç hesapları için gerek emme ve gerekse egzost manifoldlarındaki başlangıç ortalama basınç ve sıcaklıkları ile izantropik sabitlerdir.

İlgili data okutulduktan sonra, gerekiyorsa birim dönüştürülmesi (SI birimlerine) yapılır, bunu boyutsuzlaştırma takip eder. Borular tespit edilen ağ gözü sayısına bölündükten sonra her bir ağ üzerindeki başlangıç Riemann değişkenleri bulunur. Bundan sonra zamana bağlı olarak boru uçlarındaki sınır koşullarının değişmesine göre her bir ağ üzerindeki yeni değişkenler hesaplanır. Yeni zaman adımıdaki gaz dinamiği değişkeninin de yeni değeri bulunarak hafızada saklanır.

Yukarıdaki işlem her yeni zaman adımıda, sınır koşullarından hareketle, sınır değerleri bilinen boru ucundan, bilinmeyen boru ucuna doğru akımın yönü gözönüne alınıp akımın boru içerisinde dalga hareketi ile ilerlediği prensibine dayalı teori kullanılarak defalarca yenilenir. Aktif sınır koşullarını belirleyen valf, nozul gibi etkenlere göre buradan çıkılarak yeni sınır koşulları bulunur ve tekrar geri dönülür.

Karakteristikler metodu kullanılarak işlemlerin yapıldığı bu ana alt programda, daha önce verilen toplam çevrim sayısı erişilinceye kadar hesaplar devam eder.

CYLNDR , CYLN1 ,CYLN2 ,CYLN3 ,CYLN4 :

Bütün bu alt programlar 1095 satırdan meydana gelmiş olup, silindir hesaplamaları yaparlar ve birbirlerini tamamlayıcı olarak tasarlanmışlardır. Farklı bir işlem mantığı olmayan bu alt programlar, derleyici yetersizliği yüzünden ayrı olarak yazılmıştır.

Alt program, silindir içerisinde çevrimin dolgu değişimi zamanında (açık çevrim) basınç, sıcaklık ve kütle değişimi gibi termodinamik değişkenler hesaplanır.

İşlem sırası şu şekilde olmaktadır ;

Önce data dosyasından makina tipi ve özellikleri (ne tip pistonlu olduğu, valfli mi yoksa portlu mu olduğu, silindir çapı, valf açılma ve kapanma zamanları, makina devri, ateşleme sırası, silindir faz açıları gibi) okutulur. Boyutsuzlaştırma işleminden sonra, güç çevriminde açığa çıkan enerji ve gaz dinamiği değişkenleri hesaplanır. Bu şekilde boru ucu sınır koşulları elde edilmiş olur. Bu işlem, ateşleme sırası gelen silindir için yapılır. Böylece herbir silindir için yukarıda daha önce bahsedilen özellikler hesaplanır. Güç çevrimi boyunca yapılan hesaplar izantropik sıkıştırma ve genişleme esasına göre belirlenir. Açık çevrim boyunca ise silindir içi özellikler, hem o andaki kendi, hem de silindire bağlanan manifoldlardaki boru uçlarındaki gazın termodinamik değişkenlerinin niceliğine ve valf-lerdeki akımın yönüne bağlıdır. Bu işlem kavşak sınır koşulunun kullanılmasıyla yapılır. Yanma ise data dosyasında verilen yanma modeline göre yapılmaktadır. Yanma modeli ise yakıt püskürtme işleminin krank açısına göre değişimini vermekle tespit edilir. Püskürtülen yakıtın kimyasal özellikleri de verildiği için, zamana bağlı olarak açığa çıkan enerji de hesaplanabilmektedir.

JUNCTN :

Kavşakta akım yönünün belirlenmesi için kullanılır. Bunu manifoldları oluşturan boruların birbirleriyle bağlandığı noktalarda kavşak sınır koşulunu oluşturarak

yapar. Boruların ne şekilde, yani tekli mi yoksa çoklu mu olarak bağlandığını kontrol edebilecek mantık operatörü kullanan satırları vardır. Bu ana alt program da data okumakta olup, numara verilmek suretiyle kaç numaralı borunun hangi ucunun, diğer bir borunun hangi ucuyla ve nasıl birleştiği okunan bilgidir. Enerjinin ve kütlenin korunumu ilkelerini kavşaktaki boru uç noktalarında kullanılarak ve basınçlar gözönüne alınarak akım yönü tayin edilir. Bu şekilde sınır koşulu oluşturulmuş olur.

NOFLOW :

Alt program 9 satırdan oluşur. Emme ve egzost valflerinin kapalı olduğu sıkıştırmayla genişleme çevrimlerinde gaz kütle debisini sıfıra eşitler.

NOZZLE :

Eğer herhangi bir boru ucu nozul ile donatılmışsa, o boru ucunda nozul sınır koşullarının gerçekleşmesi amacıyla kullanılır. Nozul kesitinin, nozul boyuna göre farklılık gösterip göstermemesine göre de bu koşulu düzenler. 39 satırdan oluşur.

OUTPUT :

Bu alt program 441 satırdan oluşur ve modellenen sistemin istenilen noktalarındaki ve anlardaki gaz dinamiği değişkenlerinin değerlerinin, buna benzer diğer sonuçların hangi düzende ve bilgisayar sabit hafızasındaki hangi dosyalara yazdırılacağını kontrol eder.

TURB :

Ana programda okutulan dataya göre programın çalışması sırasında ya TURB yada TURBIN alt programlarından biri çağrılır. Aynı anda kullanılmazlar. İçerik olarak TURBIN 'e benzer. Türbin modellemesinin karşılaştırılması için kullanılır ve türbin sınır koşullarını belirler. Türbin verimini tespit eden karakteristikler ile kütle debisinin değişimini belirleyen karakteristikler data olarak okutulur. Boyutsuzlaştırmadan sonra türbin sınır koşulları bulunur. 571 satırdan oluşur .

TURBIN :

TURB alt programına benzer şekilde türbin sınır koşullarının hesaplanmasında kullanılır. 199 satırdan oluşur.

5.3. YARDIMCI ALT PROGRAMLAR**AAREM :**

Bu program 38 satırdan meydana gelmiş olup, herhangi bir zaman adımı, x - eksen boyunca en önemsiz yol hattının iptali için kullanılır.

AIRIN :

Bu alt program 32 satırdan meydana oluşan, motor üzerinde gözönüne alınan herhangi kesit etrafındaki kontrol yüzeyi için sistem girişinde akım yönünü saptar.

CYLVOL :

Bu alt program 7 satırdan meydana gelmiş olup, silindir hacminin zamana göre değişimi ile bir anlık silindir hacmini hesaplar.

ENERGY :

Alt program 15 satırdan oluşan, makinanın 2 valfli (bir emme ve bir egzost) olması halinde kullanılır. Silindir basıncının zamana göre değişimini hesaplar. Silindir hesaplamalarının yapıldığı ana alt programlar tarafından çağırılır.

ENERGY1 :

18 satırdan oluşan alt program makina 4 valfli (iki emme ve iki egzost) olması halinde kullanılır. Bir önceki alt program gibi, silindir basıncının değişimini hesaplar.

ETURB :

Bu alt program 11 satırdan oluşur ve boru uçlarında sabit kesitli nozul kullanıldığı hallerde türbin çıkışında izantropik ses hızını hesaplamakta kullanılır.

INLET :

Bu alt program sistemde giriş sınır koşullarının hesaplanması amacıyla kullanılır ve 30 satırdan oluşur.

INPAT :

Alt program 13 satırdan oluşur ve interpolasyon ile düzenli krank açıları için basınç ve sıcaklık gibi değişkenlerin değerlerinin hesaplanmasında kullanılır.

INTERP :

Görevi interpolasyon yapmak suretiyle, programın gereken yerlerinde boru hesaplamaları sırasında herhengi bir ağ gözünde hesaplanan zaman adımındaki karakteristiklerin değerlerinin bulunması olan program 16 satırdan oluşmaktadır.

INTXY :

Bu alt program 6 satırdan meydana gelmiş olup, yalnızca extrapolasyon gereken yerlerde kullanılır.

LAMMOD :

Ağ noktalarında bir zaman aralığı boyunca Riemann değişkenlerinde meydana gelen farkı bulan alt programdır. 28 satırdan oluşur.

MASPIP :

Boru içerisindeki kütle debisinin, Riemann değişkenleri kullanılarak hesaplanması 7 satırdan oluşan bu alt program tarafından yapılır.

MASSFL :

Bu alt program 11 satırdan meydana gelmiş olup, modellemede bir emme manifoldu kullanılmadığı hallerde bir açıklıktan geçen kütle debisinin hesaplanması sırasında kullanılır.

MESGEN :

Ağ noktalarında, doğrusal enterpolasyon ile A_a (Gazın ses hızı) değerlerini hesaplamakta kullanılır ve 24 satırdan meydana gelmiştir.

ORIFIC :

Bu alt program lüle sınır koşulu hesaplamalarını yapar. Ayrıca gaz akımının borudan silindire doğru olduğu hallerde valf sınır koşulunun hesaplanması sırasında kullanılır. 134 satırdan meydana gelmiştir.

POWER :

Silindir içerisinde, çevrimin genişleme zamanında basınç - sıcaklık - krank mili açısı arasındaki ilişkiyi ortaya koyar. Isı yayılım modelini kullanarak yanma sonucu oluşan enerjiyi gözönüne alarak güç çevrimi boyunca silindir basıncını ve sıcaklığını bulur. 470 satırdan oluşur.

RPAP :

Bu alt program 8 satırdan meydana gelir. Boru içerisindeki bölgesel ses hızı ile basınç dağılımını Riemann değişkenlerini kullanarak hesaplar.

SREA :

Silindir içerisindeki gazın yaladığı yüzey alanını hesaplamakta kullanılır ve 13 satırdan oluşur.

STAGNA :

Riemann değişkenlerini kullanarak herhangi bir boru içerisindeki durulmuş ses hızını hesaplar. 8 satırdan meydana gelir.

STROK :

Bu alt program 13 satırdan meydana gelmiş olup, strok uzunluğunun zamana göre değişimi ile bir anlık strok uzunluğunu hesaplar.

TCHAR :

Eğer ana programdan TURBIN ana alt programı çağrılır ise hesaplama yapar. Makinaya ait türbin sayısı ve kademesi ile türbin basınç oranları ve türbin bıçaklarının uç noktalarının çevresel hızları data olarak burada okutulur. Türbinlerin verimleri ve türbindeki gaz akımının akış katsayıları hesaplanır. Toplam 94 satırdan oluşur.

UNITK :

Güç birimlerinin (kW, HP) birbirine dönüştürülmesi ve işlemler sırasında SI birimlerinin kullanılması amacıyla vardır. 11 satırdan oluşur.

UNITP :

Basınç birimlerinin (bar, psi) dönüştürülerek SI birim sisteminin kullanılmasını sağlar. 17 satırdan meydana gelmiştir.

UNITQ :

Isı birimlerinin (kW, BTU/s) dönüştürülerek SI birim sisteminin kullanılmasını sağlar. Bir üstteki program gibi 17 satırdan oluşur.

UNITT :

Yukarıdakilere benzer şekilde SI birim sisteminin kullanılması içindir. Sıcaklık birimlerinin ($^{\circ}\text{K}$, $^{\circ}\text{C}$, $^{\circ}\text{R}$, $^{\circ}\text{F}$) dönüştürülmesini işini yapar. 23 satırdan meydana gelir.

UNITW :

Bu alt program 11 satırdan oluşan, ağırlık birimlerinin (kg, lb) dönüştürülmesini yapan programdır.

VALVE :

Gaz akımının silindirden boru içerisine doğru olduğu hallerde valf sınır koşulu hesaplarını yapar. Ayrıca yakınsak bir lüle olarak kabullenildiğinden lüle sınır koşulu hesaplarını yapmakta da kullanılır.

BÖLÜM 6. PARAMETRE ÇALIŞMASI

Tablo 6.1'de, yapılan çalışmaya ait parametre değişim tabloları (ateşleme sıraları) vardır. Parametre olarak alınan ateşleme sıralarının ve silindir faz açılarının bulunduğu bu tablolarda motorun yalnızca B bloğuna ait ateşleme sıraları bulunmaktadır. Bununla birlikte motorun ateşleme sırasının tespiti, doğal olarak, motorun her iki bloğu da gözönüne alınarak yapılmıştır. Bölüm 3'de bununla ilgili detaylı bilgi verilmiştir.

Parametre çalışması yapılırken, genel olarak bir sistematik takip edilmeye çalışılmıştır. Bunun için mevcut motorun ateşleme sırası ve faz açıları etüd edilmiştir. Silindir ateşlemeleri faz açılarının Tablo 6.1'de verildiği orijinal motorun, faz açıları birbirlerini ($135^\circ, 45^\circ, 135^\circ, 90^\circ, 45^\circ, 135^\circ, 45^\circ$)'lik faz farklarıyla takip etmektedir. Çalışmada ilk önce farklı faz açıları denenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre de, 15 numaralı denemeden sonra, orijinal faz açılara sadık kalınarak ateşleme sıraları çıkarılmıştır. Orijinal değerlerin, emme manifoldundaki basınç dalgalanmalarını daha iyi düzenleyen bir faz simetrisi olduğu kabul edilmiştir. Bölüm 7'de buna ait yorumlar bulunmaktadır. Tablo 6.2'de ise programın giriş datasından bir kısım vardır. Ateşleme sıraları bu tablodaki data bloğu sayesinde kullanılan programa tanıtılmaktadır. Tablodaki ilk sütun B bloğa ait silindirleri ve ateşleme sıralarını göstermektedir. İkinci ve üçüncü sütunlar ise karşılık gelen silindire bağlanan boru uç numaraları olmaktadır.

Tablo 6.1.a Ateşleme sıraları

ATEŞLEME SIRASI / FAZ AÇISI	DENEME NUMARASI						
	1	2	3	4	5	6	7
	5/0°	5/0°	5/0°	5/0°	5/0°	7/0°	5/0°
	2/135°	7/90°	2/90°	7/45°	7/45°	2/45°	7/45°
	8/180°	3/135°	4/135°	4/180°	6/180°	4/180°	3/135°
	3/315°	2/225°	1/270°	3/270°	2/225°	5/225°	4/225°
	4/405°	4/315°	7/315°	6/315°	4/315°	8/270°	2/270°
	6/450°	1/405°	3/405°	2/450°	8/450°	6/405°	8/450°
	1/585°	8/540°	6/540°	1/495°	3/495°	1/450°	6/540°
	7/630°	6/630°	8/585°	8/585°	1/630°	3/585°	1/630°

Tablo 6.1.b Ateşleme sıraları

ATEŞLEME SIRASI / FAZ AÇISI	DENEME NUMARASI						
	8	9	10	11	12	13	14
	5/0°	4/0°	2/0°	8/0°	8/0°	7/0°	2/0°
	4/45°	8/90°	5/45°	3/45°	1/45°	1/45°	1/45°
	8/180°	6/135°	7/180°	7/180°	7/180°	6/180°	3/180°
	1/225°	2/225°	6/225°	4/225°	6/225°	4/225°	6/225°
	3/315°	5/315°	1/315°	2/315°	2/315°	2/315°	5/315°
	6/450°	7/405°	4/450°	6/450°	4/450°	8/450°	8/450°
	2/495°	3/540°	8/495°	5/495°	5/495°	3/495°	4/495°
	7/630°	1/630°	3/630°	1/630°	3/630°	5/630°	7/630°

Tablo 6.1.c Ateşleme sıraları

ATEŞLEME SIRASI / FAZ AÇISI	DENEME NUMARASI						
	15	16	17	18	19	20	21
	2/0°	5/0°	5/0°	5/0°	5/0°	4/0°	5/0°
	4/135°	3/135°	3/135°	4/135°	1/135°	6/135°	3/135°
	3/180°	6/180°	8/180°	6/180°	4/180°	3/180°	6/180°
	5/315°	4/315°	4/315°	7/315°	6/315°	5/315°	2/315°
	1/405°	7/405°	1/405°	3/405°	7/405°	7/405°	7/405°
	8/450°	8/450°	7/450°	2/450°	2/450°	8/450°	8/450°
	6/585°	2/585°	2/585°	8/585°	8/585°	2/585°	4/585°
	7/630°	1/630°	6/630°	1/630°	3/630°	1/630°	1/630°

Bunları dördüncü sütunda faz açıları, beşinci ve altıncıda da güç çevrimi başlangıcı basınç ve sıcaklık değerleri takip etmektedir. Programın yeniden çalıştırıldığı her sefer, Tablo 6.2'deki ilk dört sütun da değiştirilmiştir. Yani her deneme için ayrı bir data dosyası oluşturulmuştur. Bu aynı zamanda, her deneme için çıkış dosyalarının da yenilenmesi demektir. Çıkış dosyaları yenilenirken, eskilerinin silinmemesi için, deneme numaralarına bağlı kalınarak bunlara ayırdedici isimler verilmiştir. Bu sayede her ateşleme sırasına ait çıkış dosyaları, karıştırılmadan incelenmiştir.

Tablo 6.2. Program giriş datası

5	38	102	0.0	4.010	402.00	10
3	22	86	135.0	4.010	402.00	10
6	46	110	180.0	4.010	402.00	10
2	14	78	315.0	4.010	402.00	10
7	54	118	405.0	4.010	402.00	10
8	62	126	450.0	4.010	402.00	10
4	30	94	585.0	4.010	402.00	10
1	6	70	630.0	4.010	402.00	10

BÖLÜM 7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bir bilgisayar programı kullanarak, yüksek devirli bir dizel motorda tasarım değişikliğinin, motorun performansına etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada program çıktılarının daha iyi değerlendirilebilmesi için bu çıktılar grafiklere dönüştürülmüştür.

Bu grafikler silindir içi basınç ve silindire ait emme borusu basınç dalgalanmalarıdır. Dalgalanmalar krank açısına göre verilmiştir. Grafikler için spesifik olarak 2 ve 8 numaralı, B bloğa ait silindirler alınmıştır. Bunun sebebi bloğun uç noktalarında basınç dalgalanmalarının daha iyi gözlemlenebileceğidir. Bu grafikler aynı anda hem emme borusundaki hem de silindir içi basınçları gösterecek şekilde hazırlanmıştır. Ayrıca performans karşılaştırması yapabilmek için programın çalıştırıldığı her duruma ait (Özgül yakıt tüketimi, silindir başına güç) parametreleri de grafiğe dökülmüştür. Bundan başka Tablo 7.1'de yine 2 ve 8 silindirlerine ait emilen ve egzost hava debileri vardır.

Motorun orijinal değerlerine en yakın sonuçlar Şekil 7.1 ve 7.2'den, 5, 9, 11 ve 16 numaralı denemelerdir. Bunlardan sadece son ikisi, yani 11 ve 16 numaralar silindir ateşlemeleri faz açıları olarak orijinal değerle uyushmaktadır.

Faz açıları itibarıyla 1 numaralı 7(orijinal) denemeye yaklaşmayan 5 için, Şekil B-3 ve B-4, yani 2 ve 8 silindirlerindeki durum incelendiğinde şu ortaya çıkar; Silindir içi basınçlar orijinal değere nazaran, özellikle valf bindirmesinden sonra, 510 KMA'da, daha hızlı yükselmektedir.

Yine 5 no.lu deneme için (ki bu denemenin silindir ateşlemeleri birbirini 45, 135, 45, 90, 135, 45, 135 derecelik faz açılarıyla takip etmektedir) hem 2 hem de 8 silindirlerinin emilen ve egzost hava debileri orijinal değerlerden daha iyidir. Nitekim Tablo

7.1.a'dan, silindir 2 için emilen orijinalde 0.130441 kg/sn iken, bu denemede aynı silindir için 0.142248 kg/sn'dir. Bu yaklaşık olarak %9'luk bir artışı ifade etmektedir. Egzost debisi de daha iyi bir durumu göstermektedir. Benzer olay silindir 8 için de geçerlidir. Yine Tablo 7.1.a'dan emilen hava debisi %1 daha yüksektir.

Performans karakteristiklerinden yakıt tüketiminde ve silindir başına güçte de 5 numaralı denemenin daha iyi olduğu Şekil 7.2 ve 7.1'de belirgindir. Gerçekten orijinal değerler (Yakıt tüketimi 214.996 gm/kW.h, güç 123.690 kW/sil) 5'e ait değerlerden (Yakıt tüketimi 214.005 gm/kW.h, güç 124.300 kW/sil) daha düşüktür.

Şekil 7.1, 7.2 ve Tablo 7.1.c'den, 1 numaralı denemeye yakıt tüketimi ve silindir başına güç olarak yakın, silindir ateşlemeleri faz açıları itibarıyla da aynı olan 11 numaralı deneme de, özellikle silindir 2'ye ait emilen hava debisi değeri (0.155559 kg/sn), orijinalden %19 daha iyidir. Egzost debisi ise, aynı tablodan, %2 daha azdır. Silindir 8 için ise yukarıdakinin tam tersi geçerlidir. Yani emilen hava orijinale göre daha az, egzost havası ise daha fazladır.

11 numaralı deneme performans olarak irdelendiğinde değerlerin daha iyi olmamasına rağmen, çok yaklaştığı görülür. Yakıt tüketimi 215.184 gm/kW.h'le sadece 0.188 gm/kW.h kötüdür. Silindir başına güçte ise 123.619 kW'la fark 0.071 kW'dır.

9 numaralı denemede ise, silindir 2'nin emilen hava debisi (0.158438 kg/sn) daha iyi iken, egzost hava debisi (0.191625 kg/sn) daha azdır. Silindir 8 için bu durumun tersi geçerlidir. 5 numaranın aksine, silindir hava debilerinin hepsinin daha iyi değerler olmamasına rağmen, bu deneme hem 5'den hem de orijinalden daha iyi sonuç vermiştir (Yakıt tüketimi 213.965 gm/kW.h, güç 124.348 kW/sil).

Yukarıdakilerin ışığında, sözkonusu denemeler için genel olarak emme ve egzost peryotlarının başarılı

bir şekilde gerçekleştiği söylenebilir. Bu denemelerin basınç dalgalanmaları grafiklerinden ise ;

11 numaralı deneme için şekil B-10'dan, 180 KMA ve 450 KMa arasında emme borusuna ait bir tepe noktası vardır. Valf bindirmesinde bu basınç hızla düşmekte ve tekrar yükselmektedir. Silindir içi basınç ise valf bindirmesine kadar, diğer denemelerde de az rastlanılan bir şekilde 1.5 bar'a kadar düşmektedir. şekil B-9'da da benzer bir durum vardır. Silindir içi basınç 2.25 bar'a kadar düşmekte, valf bindirmesinde bir an ykselmekteyse de sonra yine azalmaktadır.

5 numaralı denemede ise, şekil B-4'den özellikle valf bindirmesinden sonra orijinal duruma göre emme borusu basınç değerinin yüksekliliği belirgindir. Silindir içi basınç ise valf bindirmesinden 60 KMA önce düşmekte, egzost valfı kapandıktan 45 KMA sonra hızlı bir şekilde yükselmektedir.

Çalışmanın en iyi sonuçlarının elde edildiği 9 numaralı denemeye ait şekil B-8'de, silindir içi basınç valf bindirmesi civarında 2.25 bar'a kadar düşmektedir. Bu değerler bindirmeden sonra da devam etmektedir.

Diğer denemeler için ise ; örneğin 13 numaralı denemenin Tablo 7.1.c'den emilen ve egzost hava debilerinin orijinal değerlere yaklaştığı belirgindir. Ancak şekil B-12'den, valf bindirmesinde silindir içi basıncın aniden yükseldiği görülür. Aynı gözlem, mesela 18 ve 19 numaralı denemeler için de, şekil B-18'den söylenebilir. Basınç 270 KMA civarında 3.75 bar'a kadar çıkmakta ve emme valfı açıldıktan 60 KMA sonra düşmektedir. Bu olayın sonucunda, silindirde bir geribasmadan sözedilebilir. Ayrıca yüksek silindir içi basınç valf bindirmesinde ve kısa bir an sonra da etkili olmakta ve özellikle emme valfindan egzost gazlarının kaçmasına yolaçmaktadır. Bu ise fakir bir yanma havası meydana getirir ki istenmeyen bir durum olduğu açıktır.

Bu yorumların ışığında aşağıdaki sonuçlara varılır.

i. Silindirlerin ateşleme faz açıları basınç dalgalanmaları açısından önemlidir. Nitekim faz açıları orijinalden farklı olan 9 numaralı deneme (Silindir ateşlemelerinin birbirini takip faz açıları 90° , 45° , 90° , 90° , 135° , 135° , 90°) daha başarılı sonuçlar vermiştir. Sadece bir faz açısı 45° , diğerleri ise 90° ve üstü olmaktadır. Bu durumda silindir ateşlemelerinin maksimum arayla yapılması tercih edilebilir ve 9 numaralı denemenin faz açıları ve ateşleme sırası teklif edilebilir.

ii. Tablo 6.1'den görüldüğü gibi ne 9 numaralı ne de 11 numaralı denemede, ardışık iki silindir biribirinin peşisıra ateşlenmemiştir. Bunun basınç dalgalanmaları üzerinde düzenleyici etkisi olduğu düşünülebilir ve bu tür bir ateşleme sırası teklif edilebilir.

iii. Valf bindirmesinde silindir içi basınç daha düşük olmalıdır. Bunun yapılması emme valfı açılana kadar düzenli düşen bir silindir içi basınç ve bu basıncın üzerinde stabil seyreden bir emme borusu basıncıyla sağlanır. Bu durumda ateşleme sırasının buna uygun seçimi gerekir.

Çalışma sonunda, benzer konuda araştırma yapmak isteyenlere şunlar önerilebilir ;

i. Silindir ateşlemeleri faz açılarının etkisini daha iyi görebilmek için, faz açılarını valf zamanlamasıyla beraber ele almak,

ii. Örnek bir motorun, mevcut manifold dizaynını değiştirerek en iyi manifold dizaynını bulmak.

Tablo 7.1.a Emilen ve Egzost Hava Debileri (kg/s)

SİLİNDİR NUMARASI	DENEME NUMARASI				
	1	2	3	4	5
2'ye emilen	0.130441	0.159037	0.129317	0.126178	0.142248
2'den verilen	0.193120	0.192251	0.194788	0.189273	0.194831
8'e emilen	0.139754	0.119688	0.134463	0.139263	0.141220
8'den verilen	0.192990	0.187988	0.194208	0.186257	0.192732

Tablo 7.1.b Emilen ve Egzost Hava Debileri (kg/s)

SİLİNDİR NUMARASI	DENEME NUMARASI				
	6	7	8	9	10
2'ye emilen	0.117032	0.157410	0.126540	0.158438	0.112164
2'den verilen	0.191643	0.192758	0.191542	0.191625	0.194162
8'e emilen	0.140125	0.095583	0.141978	0.132875	0.128709
8'den verilen	0.190676	0.188778	0.191454	0.195903	0.191870

Tablo 7.1.c Emilen ve Egzost Hava Debileri (kg/s)

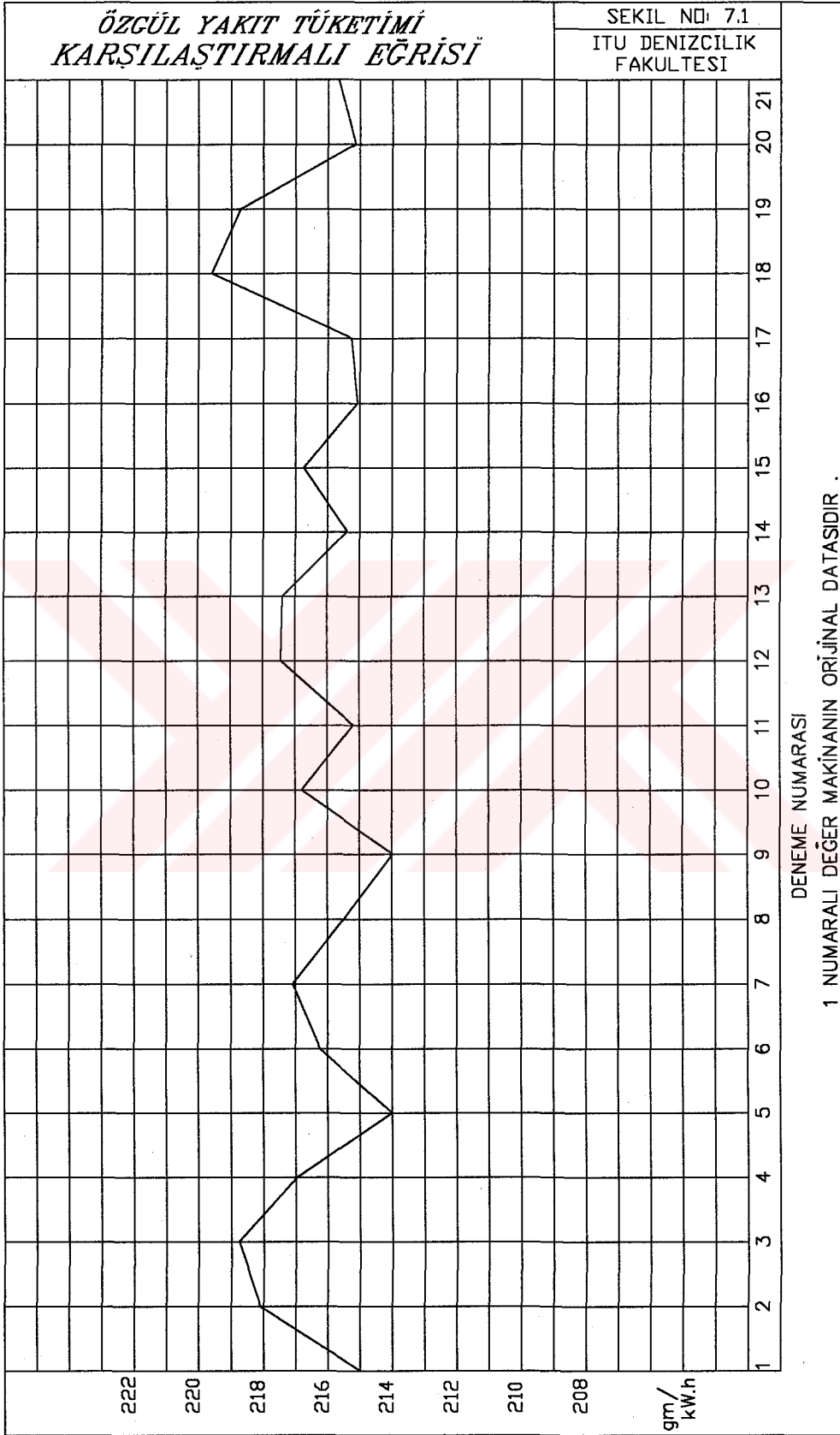
SİLİNDİR NUMARASI	DENEME NUMARASI				
	11	12	13	14	15
2'ye emilen	0.155559	0.142776	0.148120	0.111787	0.110356
2'den verilen	0.189401	0.189120	0.188680	0.193489	0.193667
8'e emilen	0.116567	0.115973	0.137198	0.140743	0.131165
8'den verilen	0.195616	0.194687	0.191871	0.193981	0.189294

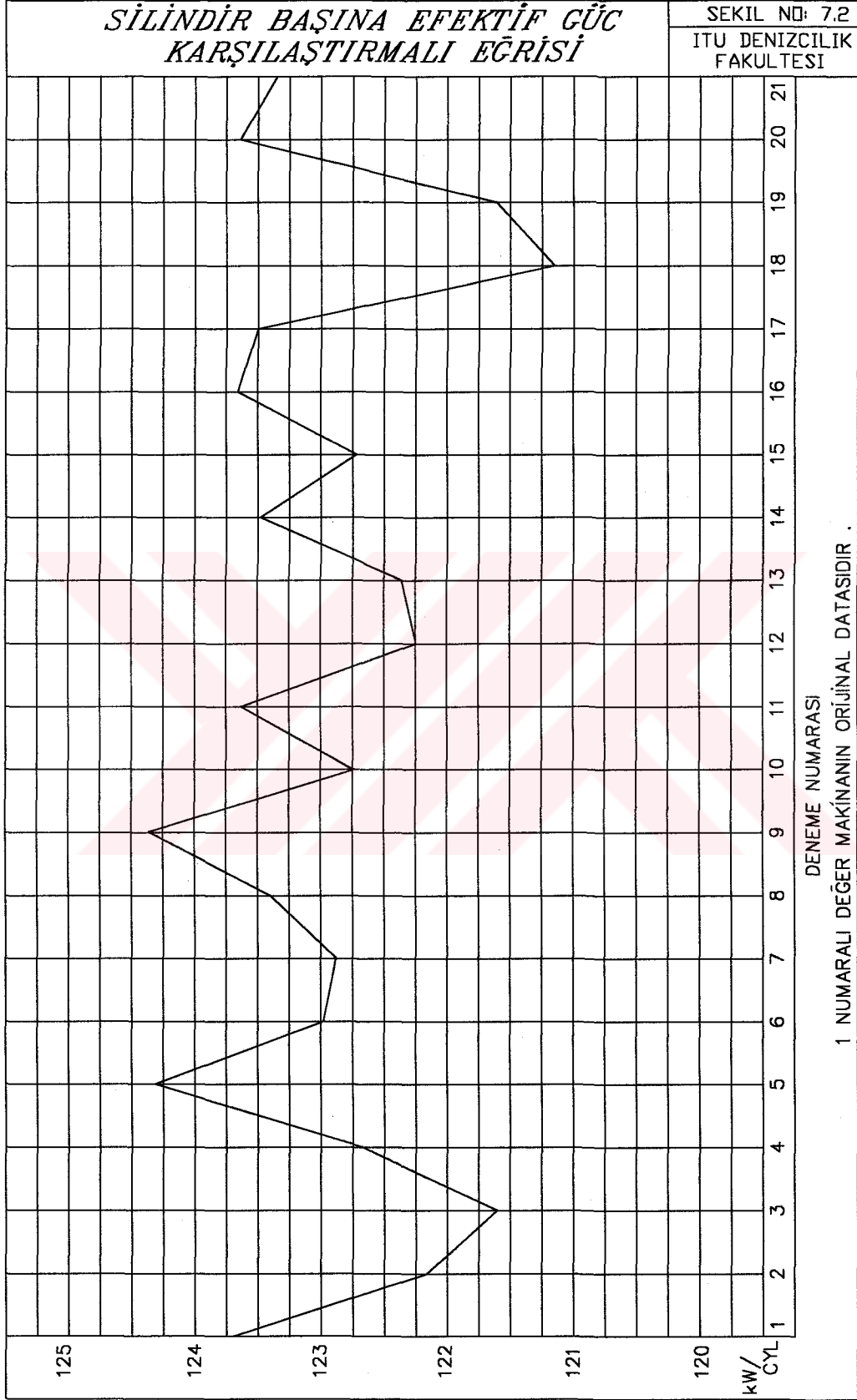
Tablo 7.1.d Emilen ve Egzost Hava Debileri (kg/s)

SİLİNDİR NUMARASI	DENEME NUMARASI				
	16	17	18	19	20
2'ye emilen	0.132478	0.141328	0.117171	0.128752	0.130077
2'den verilen	0.190712	0.193278	0.189284	0.189194	0.190679
8'e emilen	0.134837	0.141028	0.125947	0.141205	0.129578
8'den verilen	0.194458	0.193861	0.189102	0.192645	0.194486

Tablo 7.1.e Emilen ve Egzost Hava Debileri (kg/s)

SİLİNDİR NUMARASI	DEN. NO
	21
2'ye emilen	0.131530
2'den verilen	0.189977
8'e emilen	0.141044
8'den verilen	0.194389





ŞEKİL 7.2 GÜÇ EĞRİSİ

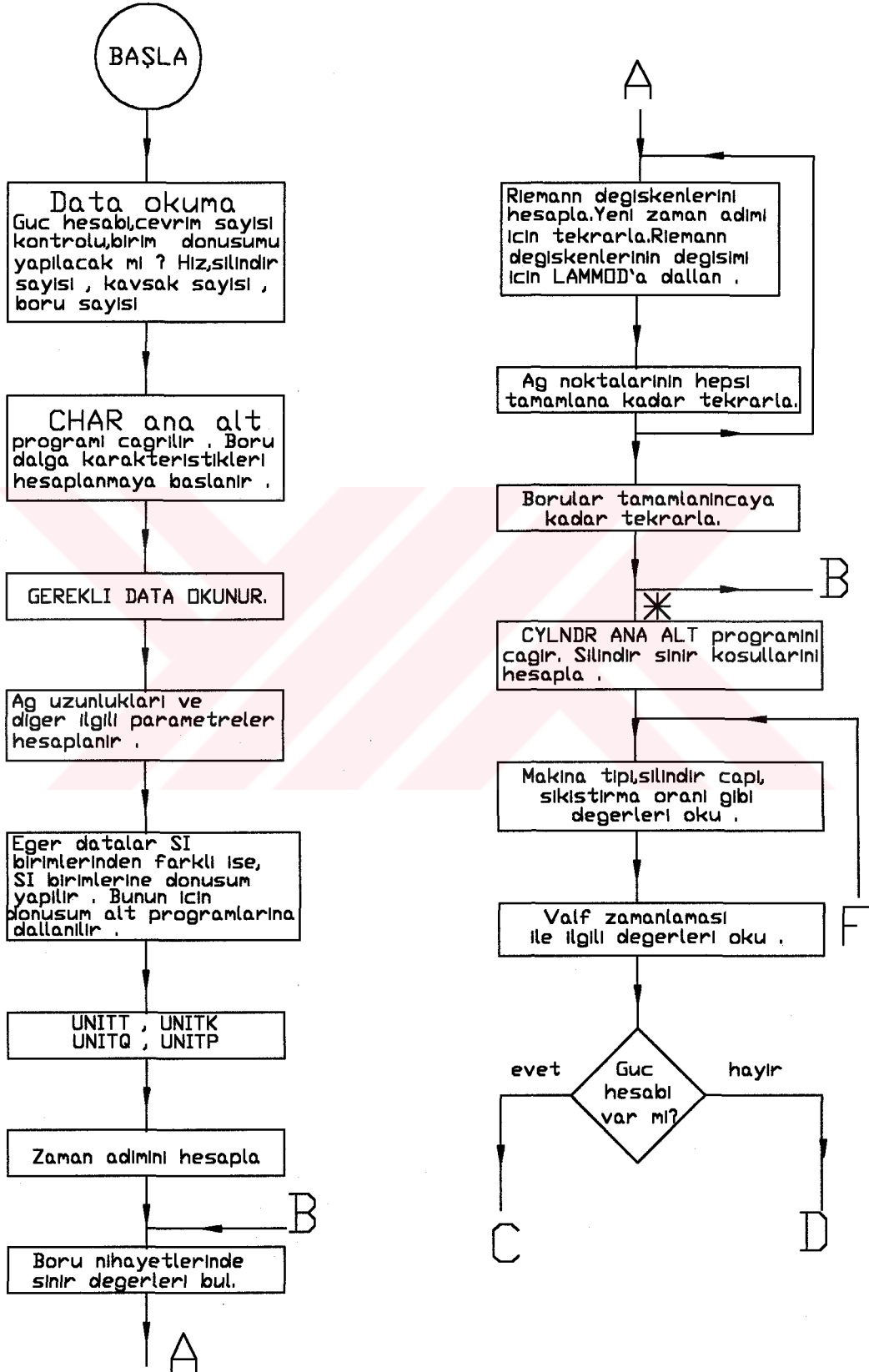
KAYNAKLAR

- [1] RAYLEIGH, L., The Theory of Sound, Mac Millan and Co.Ltd,1977
- [2] LIST, H., The Changing Process of Internal Combustion Engines With Particular Reference To The Two Stroke Cycle,Proc. I.Mech., Auto Div., P. 45, (1953-1954)
- [3] LIST, H.,REYL, G., Der Ladunswechsel Der Verbrennungs Kraft Maschine, Springer Verlag, Vienna (1949)
- [4] EARNSHAW, S.,On The Mathematical Theory Of Sound, Proc. Roy. Soc., Vol. 150, P.133, (1860)
- [5] BANNISTER, F.K., MUCKLOW, G.F., Wave Action Following Sudden Release Of Compressed Gas From A Cylinder, Proc.I.Mech., Vol.159 P.269, (1943)
- [6] WALLACE, F.J., NASSIFF, M.H., Air Flow In A Naturally Aspirated Two Stroke Engine, Proc.I.Mech., Vol. 168, (1954)
- [7] WALLACE, F.J., BOXER, G., Wave Action In Diffusers For Exhaust Pipe Systems With Special Reference To The Scavenging Of Two Stroke Engines, Proc.I.Mech., Vol. 170, (1956)
- [8] RIEMANN, B., Uber Die Fortplanzug Ebener Luftwellen Von Endlicher Swingungsweite, Gott. Abh, 8, (Math.), P. 43, (1885)
- [9] SHAPIRO, H.S., The Dynamics and Thermodynamics Of A Compressible Fluid, Vol. 2, The Ronald Press Co., (1953)
- [10] RUDINGER, G., Wave Dynamics For Non-Steady Flow In Dusts, Von No Strond, (1955)
- [11] ABBOTT, M.B., An Introduction To The Method Of Characteristics, Thames Hudson, (1956)

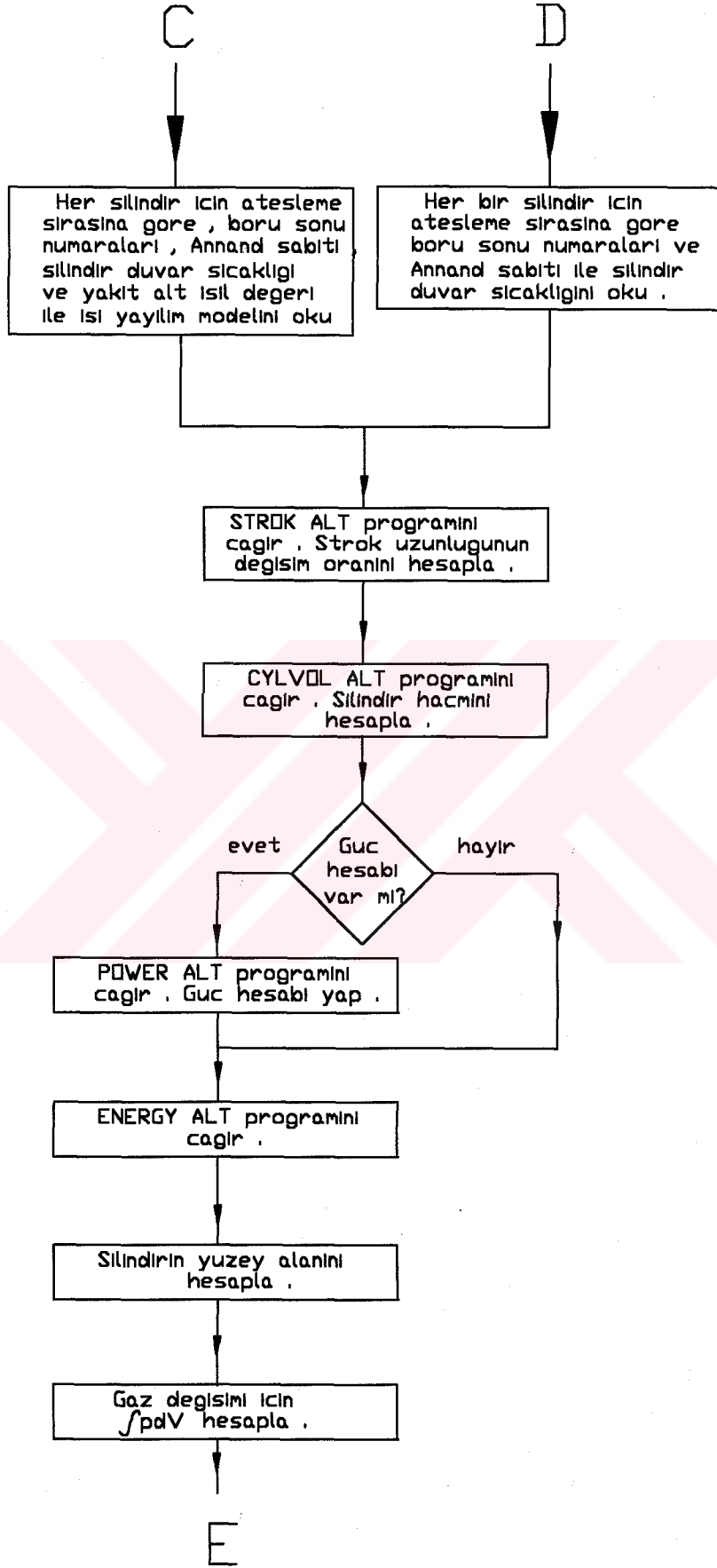
- [12] JENNY, E., Unidimensional Transient Flow With Consideration Of Friction, Heat Transfer and Change of Section, Brown Boveri Review Vol. 37, No.11, P. 447, (1950)
- [13] WOODS, W.A., Pressure Wave Phenomena In The Exhaust System Of A Supercharged Two Stroke Cycle Engine Model, Ph.D. Thesis, University Of Liverpool, (1957)
- [14] BENSON, R.S., A Computer Program For Calculating The Performance Of An Internal Combustion Engine Exhaust System, Proc.I.Mech., Vol. 182, Part 3L, P. 91-108, (1967-1968)
- [15] BENSON, R.S., GARG, R.D., WOODLATT, D., A Numerical Solution Of Unsteady Flow Problems, Int. J. Mech.Sci., Vol. 6, (1964)
- [16] JENNY, E., Berechnungen und Modelversuche Uber Druckwellen Grosser Amplituden In Auspuff Leitungen Doktorat Thesis, University Of Liverpool, (1958)
- [17] BENSON, R.S., The Discharging Process In A Two Stroke Cycle Engine Cylinder and Exhaust System Ph.D. Thesis, University Of liverpool, (1958)
- [18] GARG, R.D., Unsteady Flow In Pipes With Sudden Area Changes, Ph.D. Thesis, University Of Liverpool, (1962)
- [19] BENSON, R.S., WOODS, W.A., Wave Action In The Exhaust System Of A Supercharged Two Stroke Engine Model, Int.J.Mech. Sci., Vol. 1, (1960)
- [20] SAĞ, O.K., Unsteady Flow Through Single and Branched Inlet Systems Of Internal Combustion Engines, Ph.D.Thesis, University Of Liverpool, (1977)
- [21] SAĞ, O.K., Computerized Simulation Of The Air Flow In The Branched Stsrting Air Manifold Of A Medium Speed Diesel Engine, HS-79-26, Inst., (1979)

- [22] SAĞ, O.K., A Users Manual For Simulation Model Of A Supercharged Marine Diesel Engine Power And Gas Exchange Cycles, NTN-80-02 Royal Norwegian Council For Scientific And Industrial Research, Oslo, (1980)
- [23] ÖZSOYSAL, O.A., Yüksek Devirli Gemi Dizel Motorların Analitik Ve Deneysel İncelenmesi, Doktora Tezi, İ.T.Ü., Fen Bil.Ens., (1991)
- [24] ÖZSOYSAL, O.A., Gemi Dizel Motorlarının Dolgu Değişimi Modellemesinin Değişik Yöntemlerle Hesabı, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., Fen Bil. Ens., (1987)
- [25] ŞAHİN, C., Farklı Valf Zamanlamasının Yüksek Devirli Gemi Dizel Motorlarına Etkisi, Yüksek lisans Tezi, İ.T.Ü., Fen Bil. Ens., (1994)
- [26] PALAVAN, S., Pistonlu Makinalar Dinamiği, İ.T.Ü. Makina Fakültesi, Ofset Baskı Atölyesi, (1972)
- [27] PALAVAN, S., Mekanik Titreşimler Dersleri, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, (1973)
- [28] ROOT, R.E., Dynamics Of Engine And Shaft, John Wiley And Sons Inc., (1932)
- [29] KÜÇÜKŞAHİN, F., İçten Yanmalı Gemi Makinaları, Milli Eğitim Basımevi, (1980)
- [30] HEYWOOD, J.B., Internal Combustion Engine Fundamentals, Mc Graw-Hill Book Company (1988)

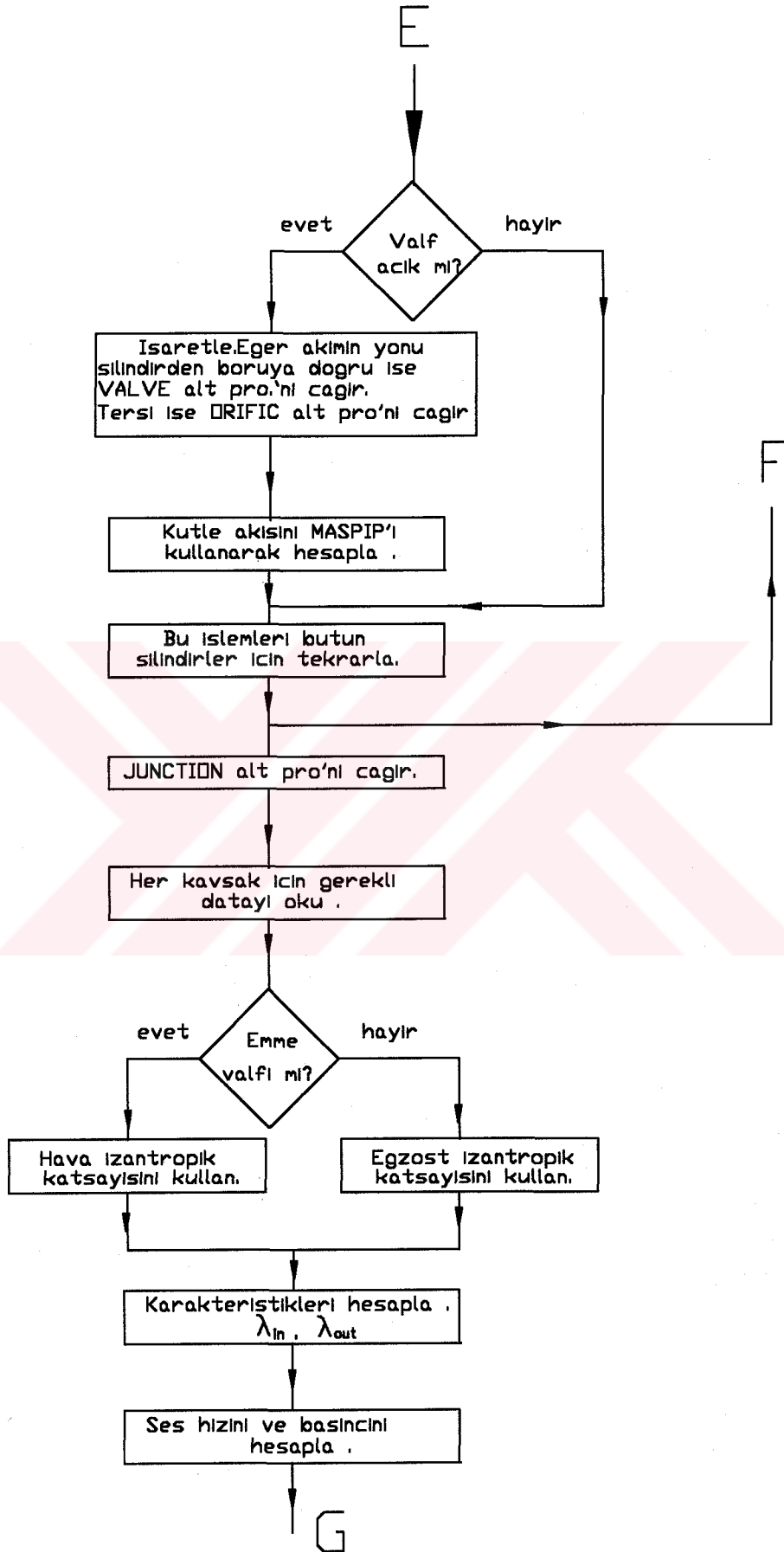
EK - A



Şekil A.1.a. Program Akış Şeması



Şekil A.1.b Program Akış Şeması

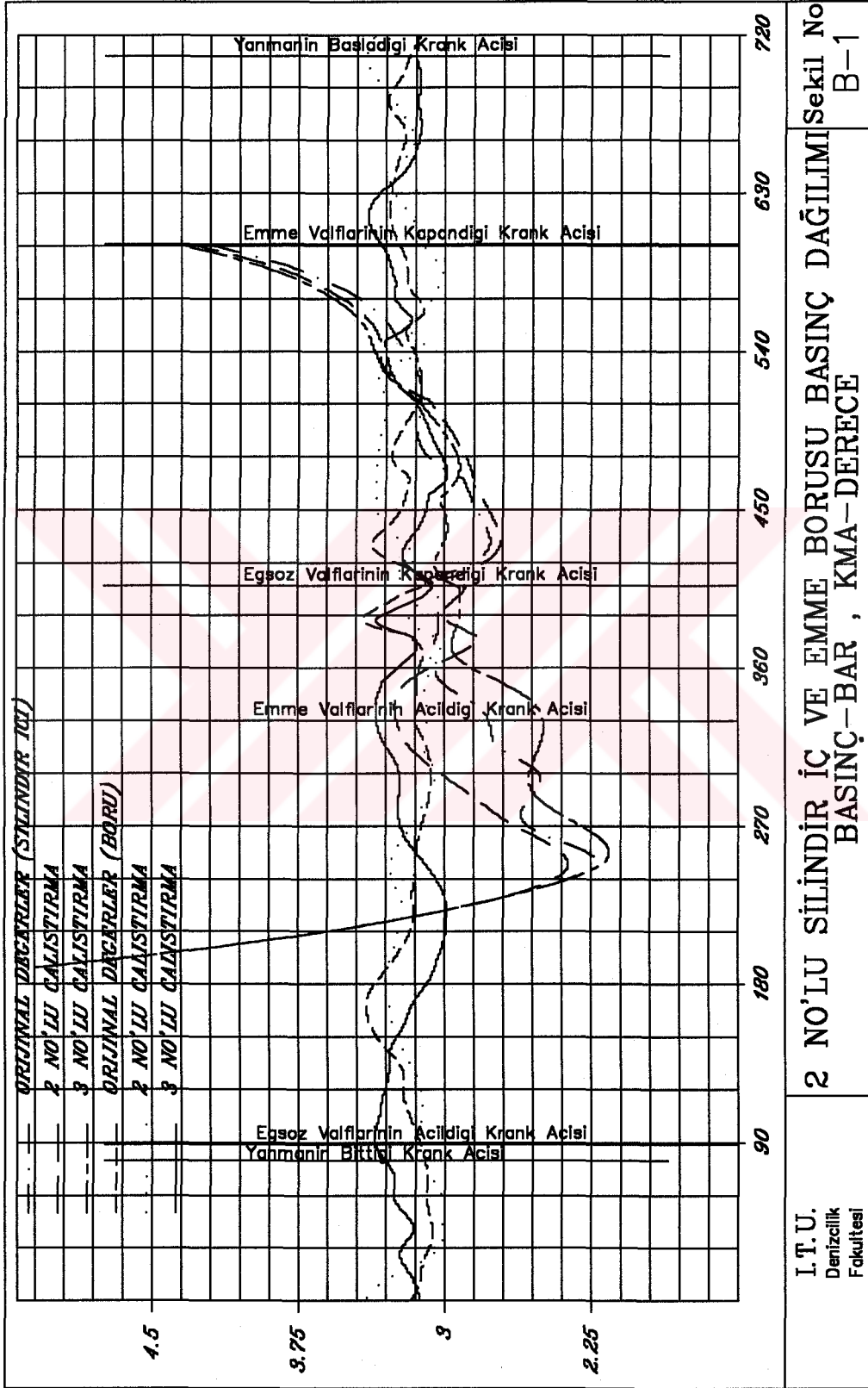


Şekil A.1.c. Program Akış Şeması

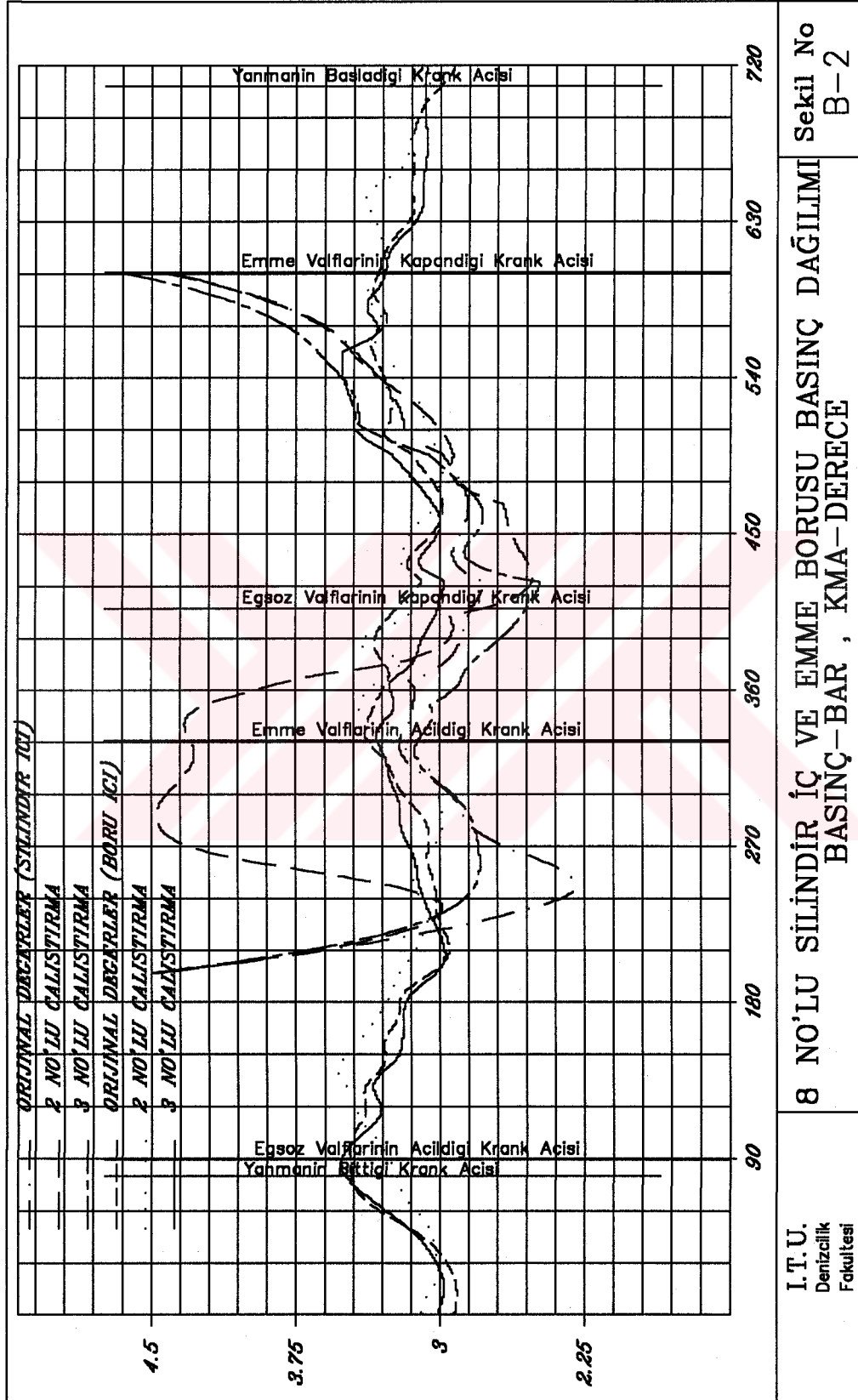


Şekil A.1.d. Program Akış Şeması

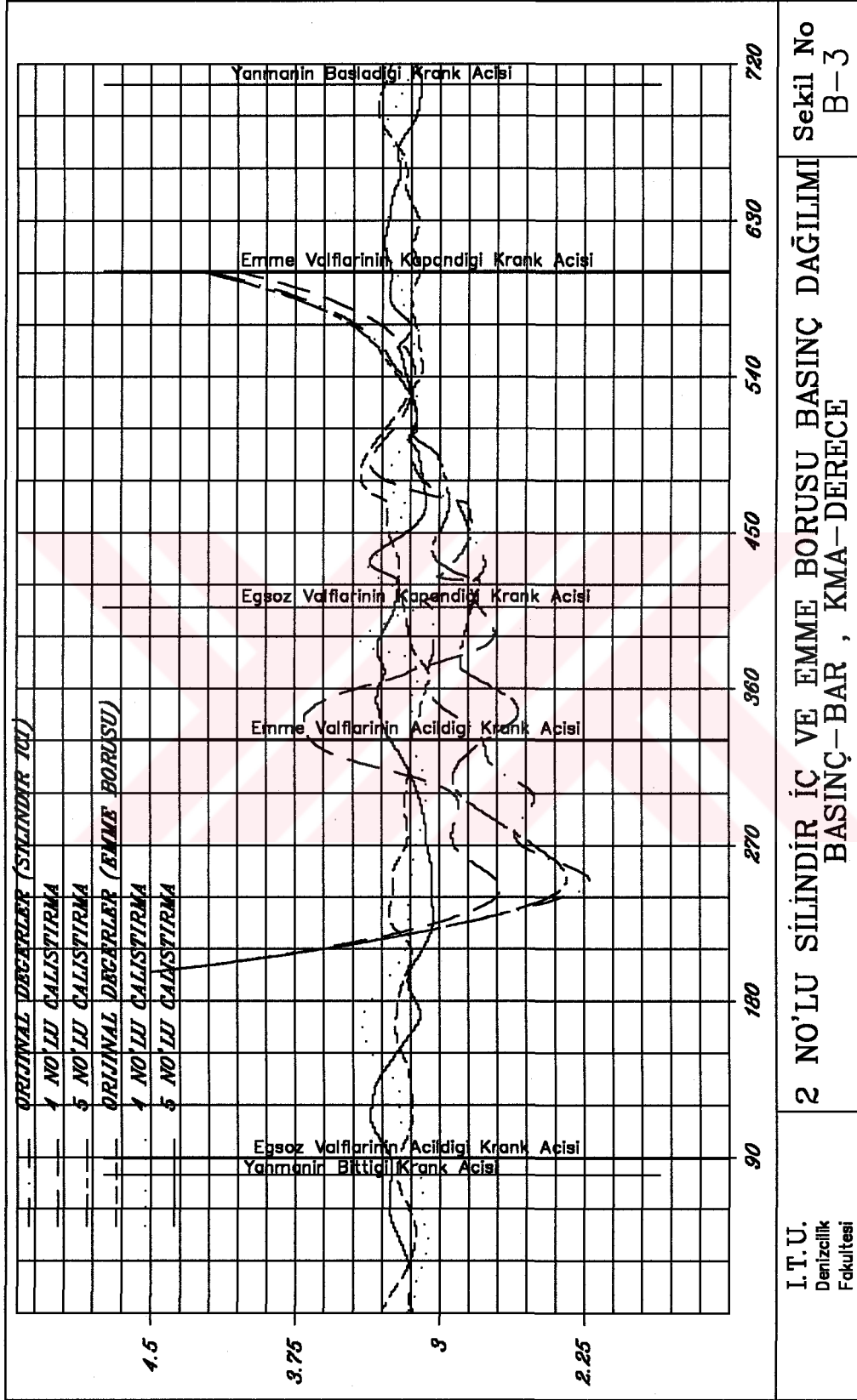
EK-B
BASINÇ DAĞILIMI DİYAGRAMLARI



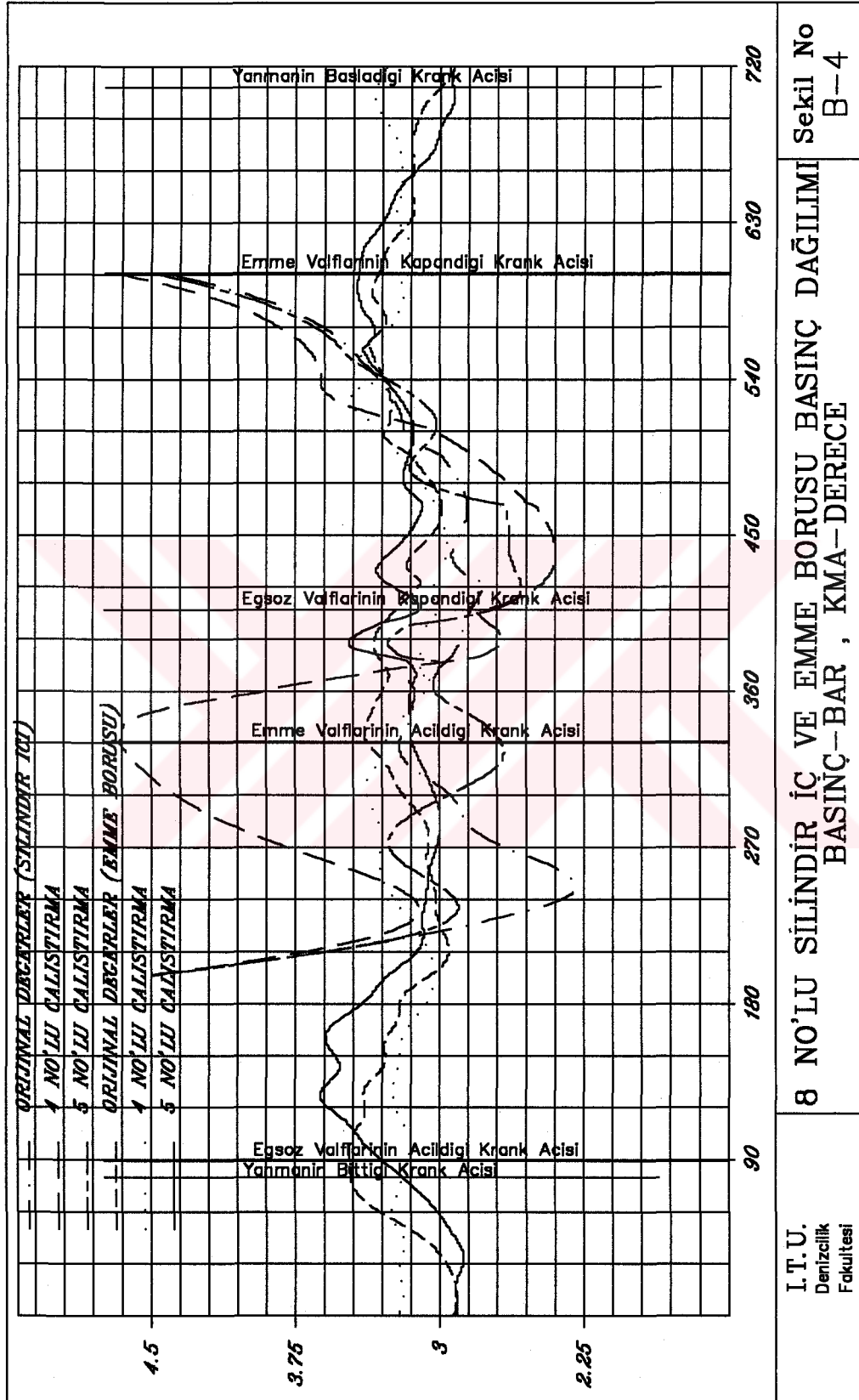
Şekil B.1 Sil.2, 2 ve 3'e Ait Basınç Dağılımı



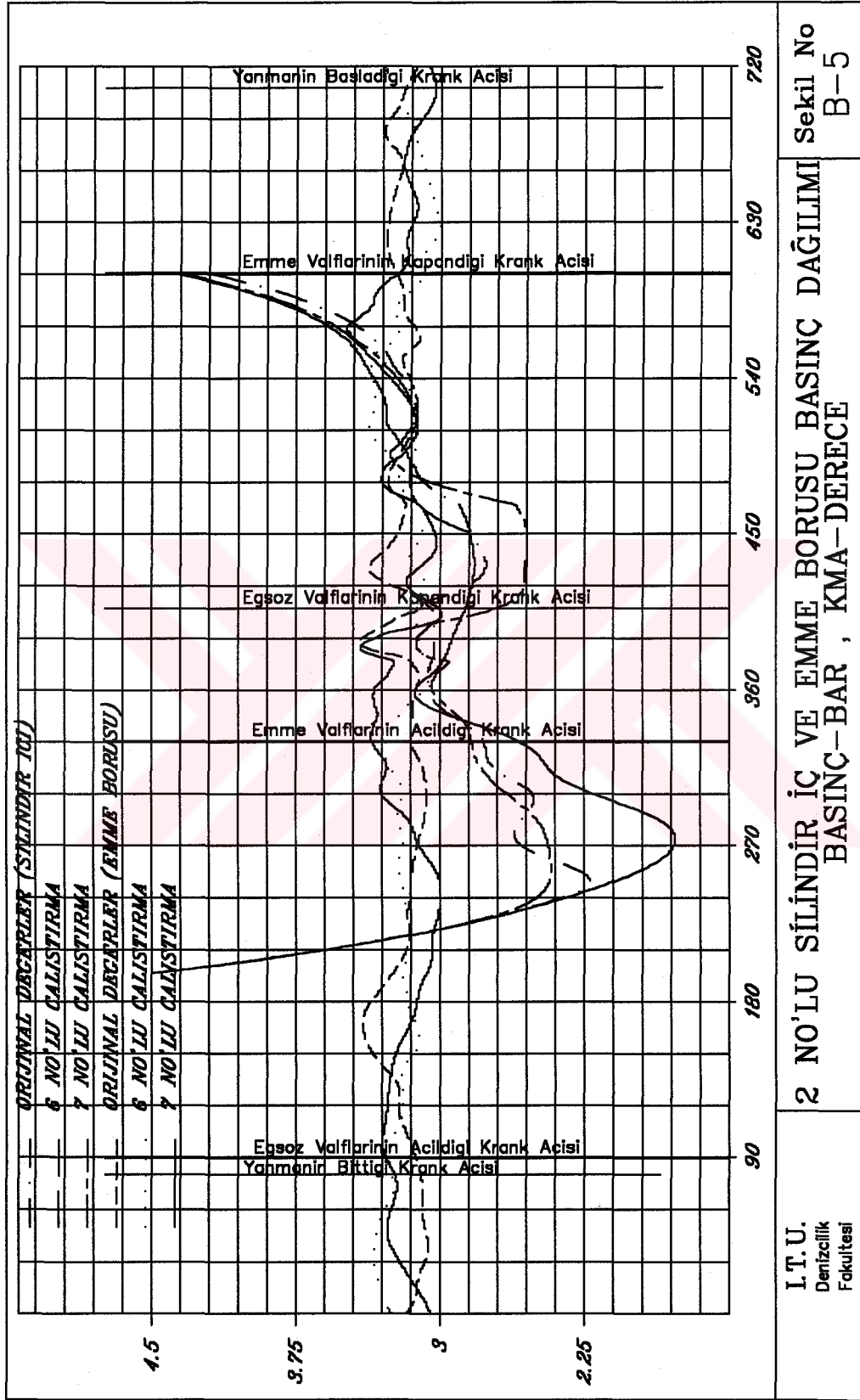
Şekil B.2 Sil.8, 2 ve 3'e Ait Basınç Dağılımı



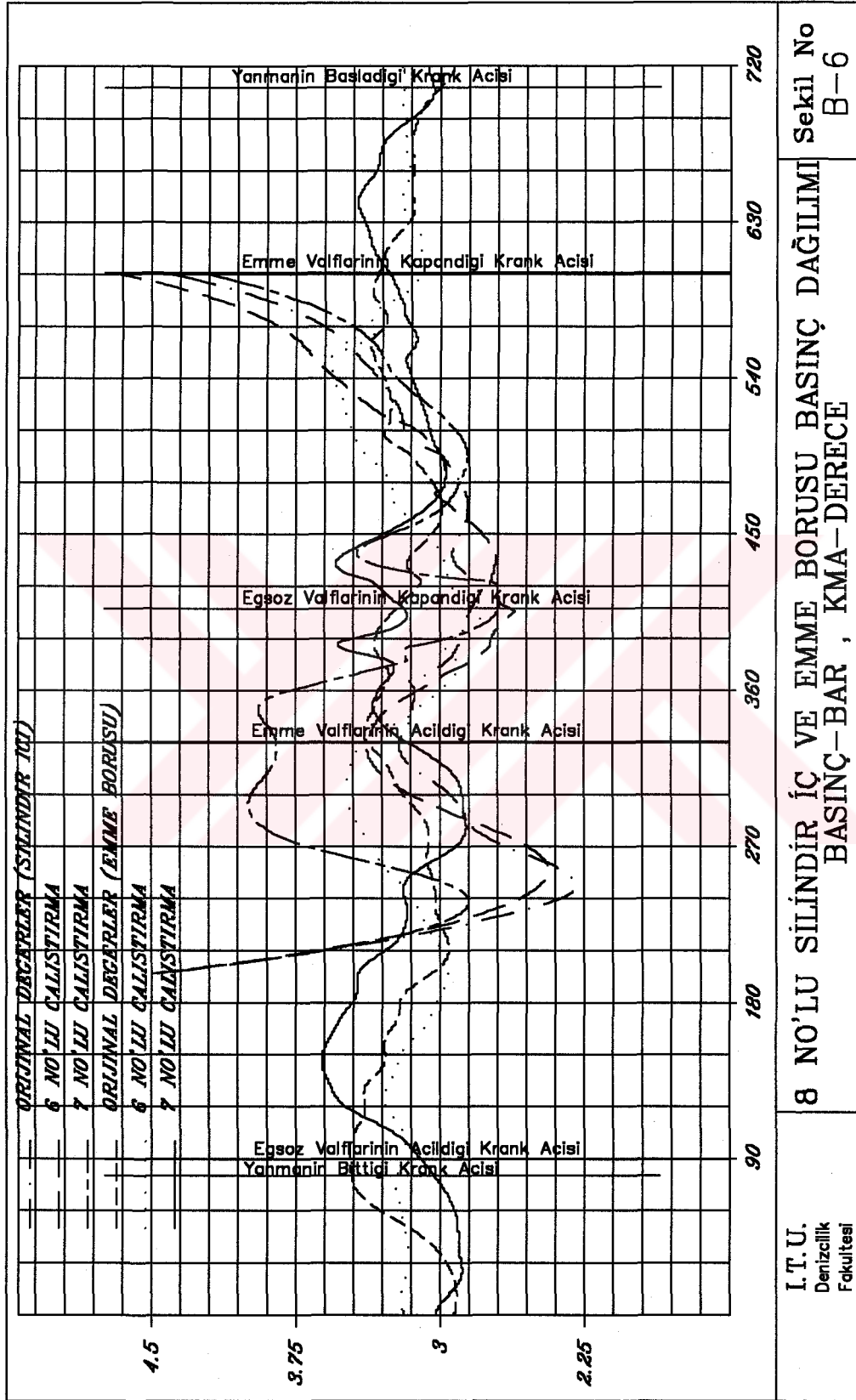
Şekil B.3 Sil.2, 4 ve 5'e Ait Basınç Dağılımı



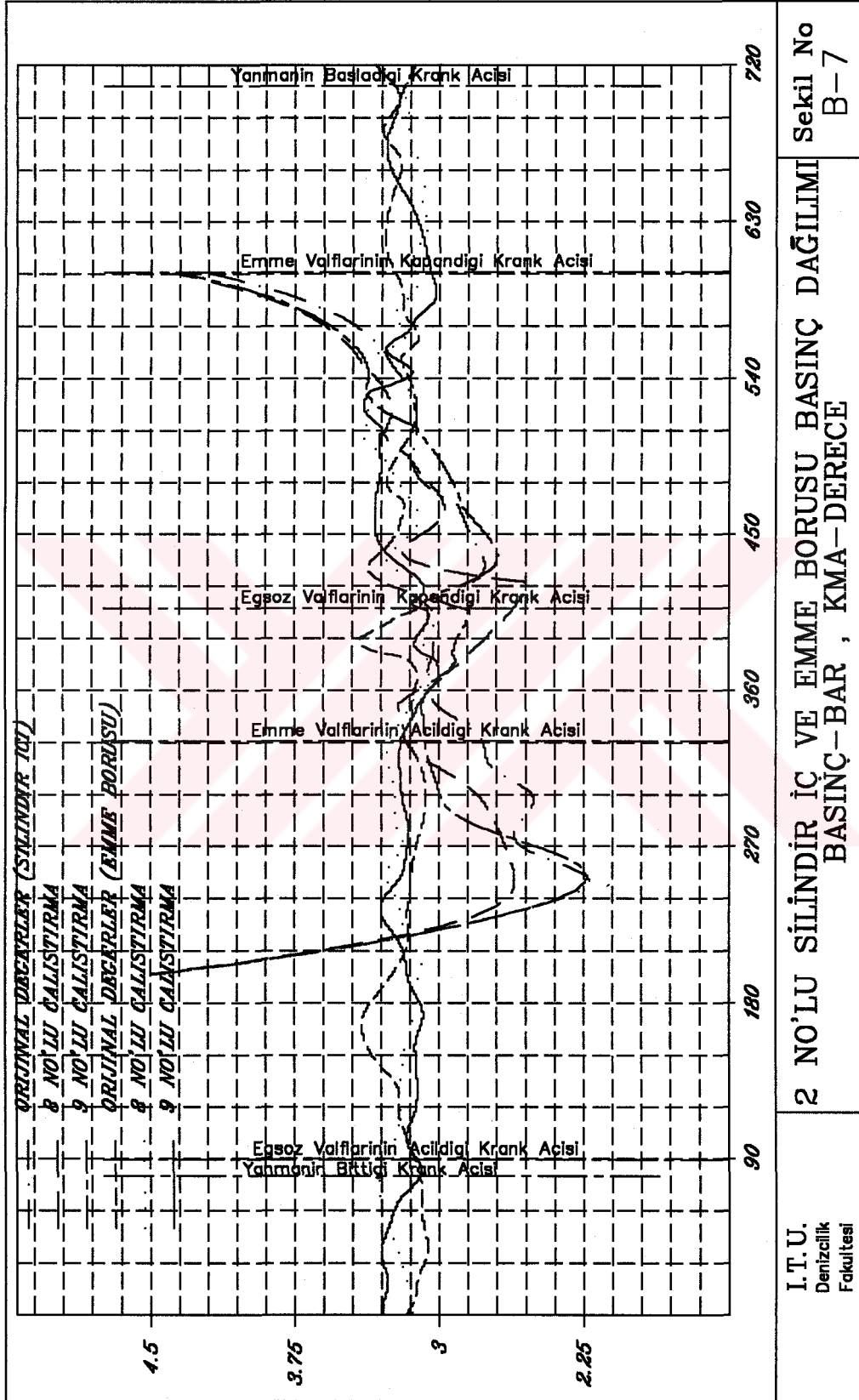
Şekil B.4 Sil.8, 4 ve 5'e Ait Basınç Dağılımı



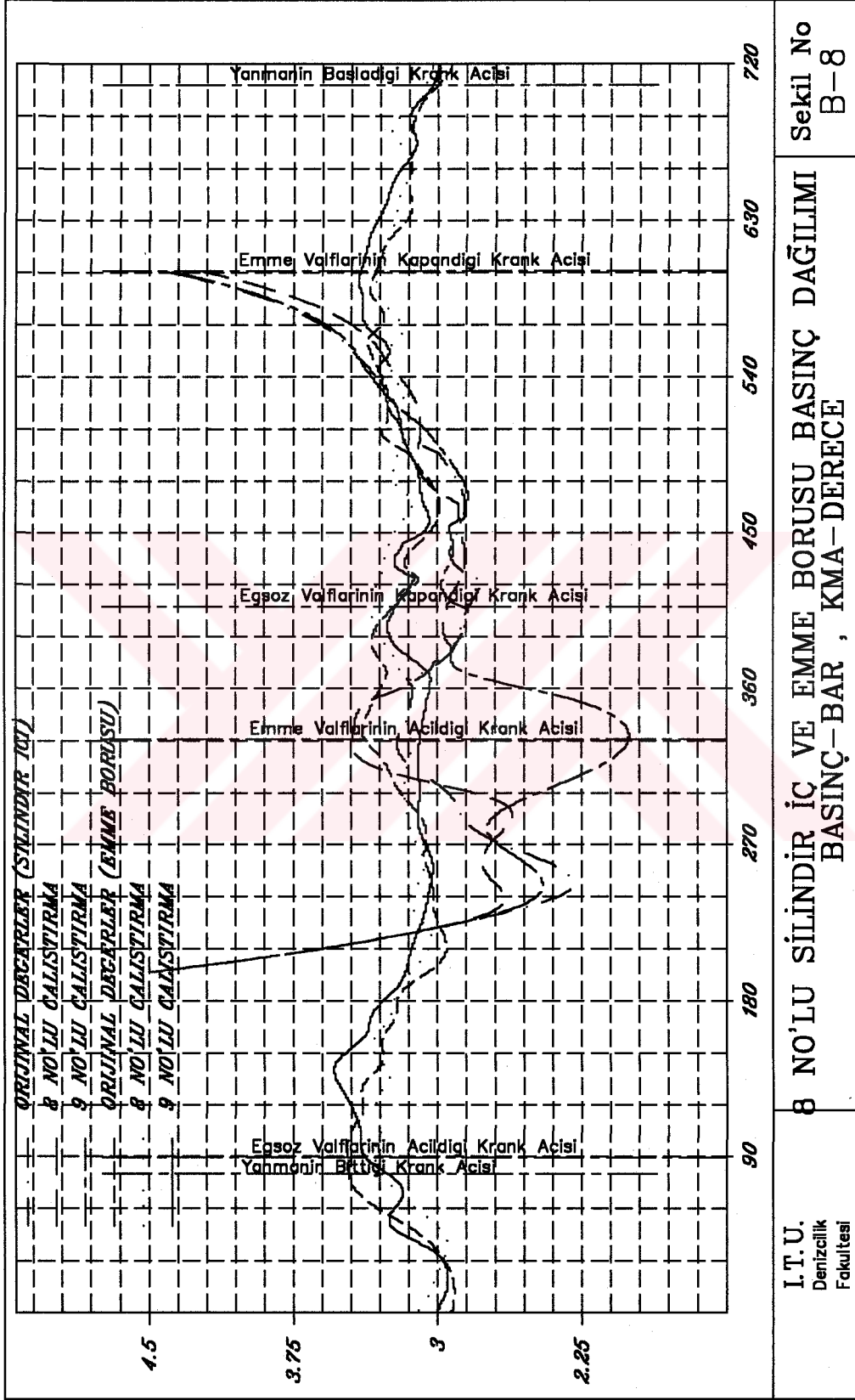
Şekil B.5 Sil.2, 6 ve 7'ye Ait Basınç Dağılımı



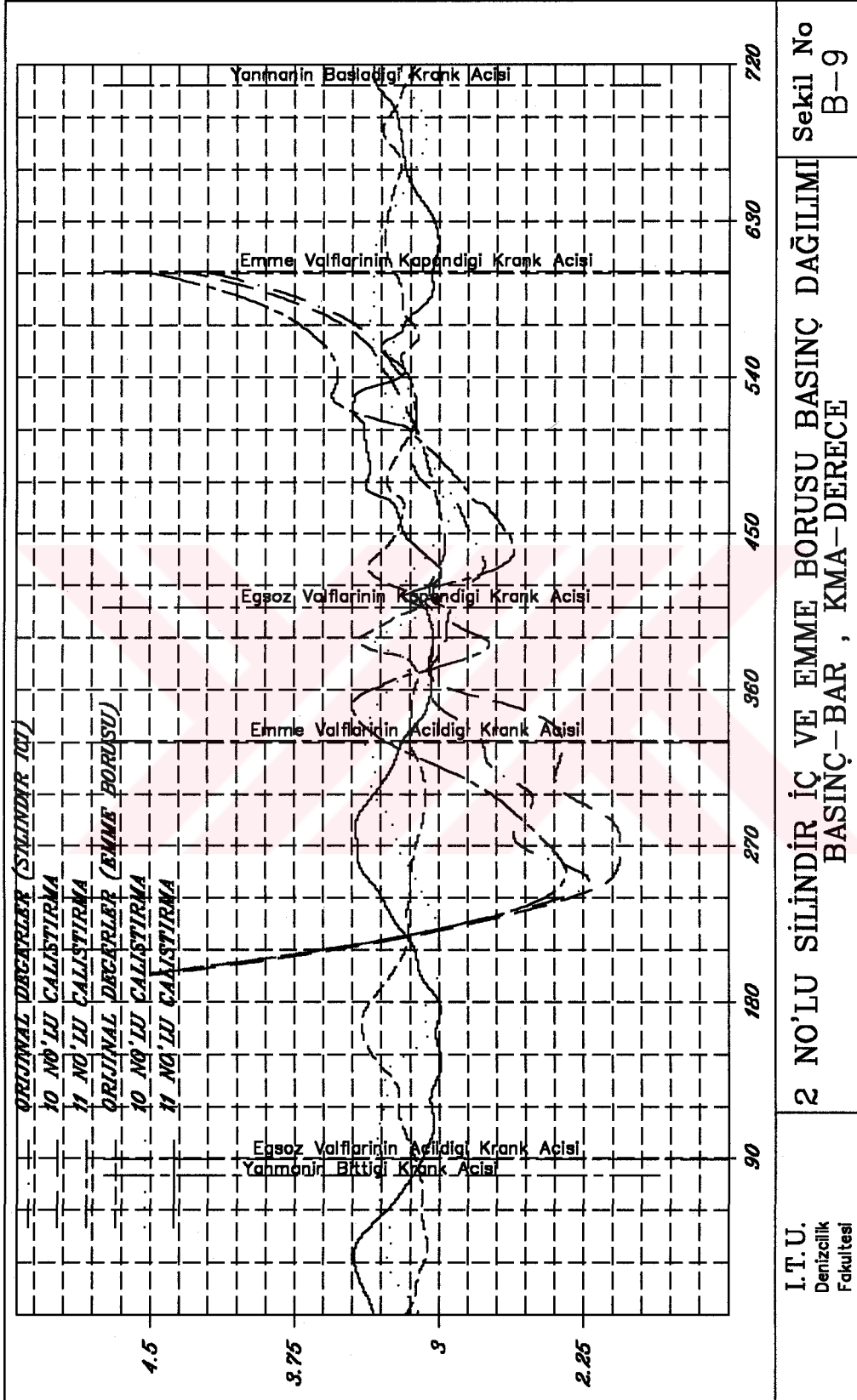
Şekil B.6 Sil.8, 6 ve 7'ye Ait Basınç Dağılımı



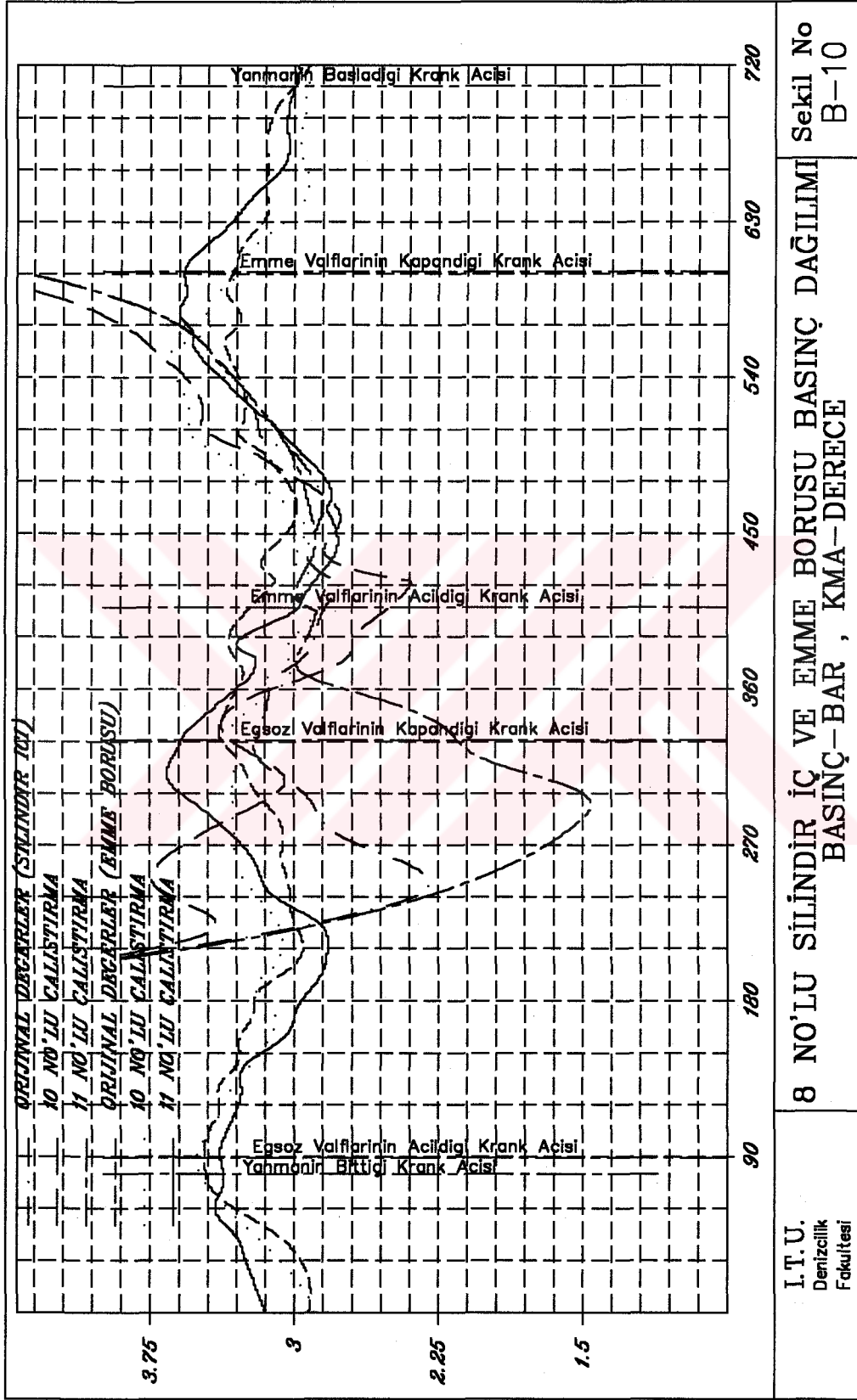
Şekil B.7 Sil.2, 8 ve 9'a Ait Basınç Dağılımı



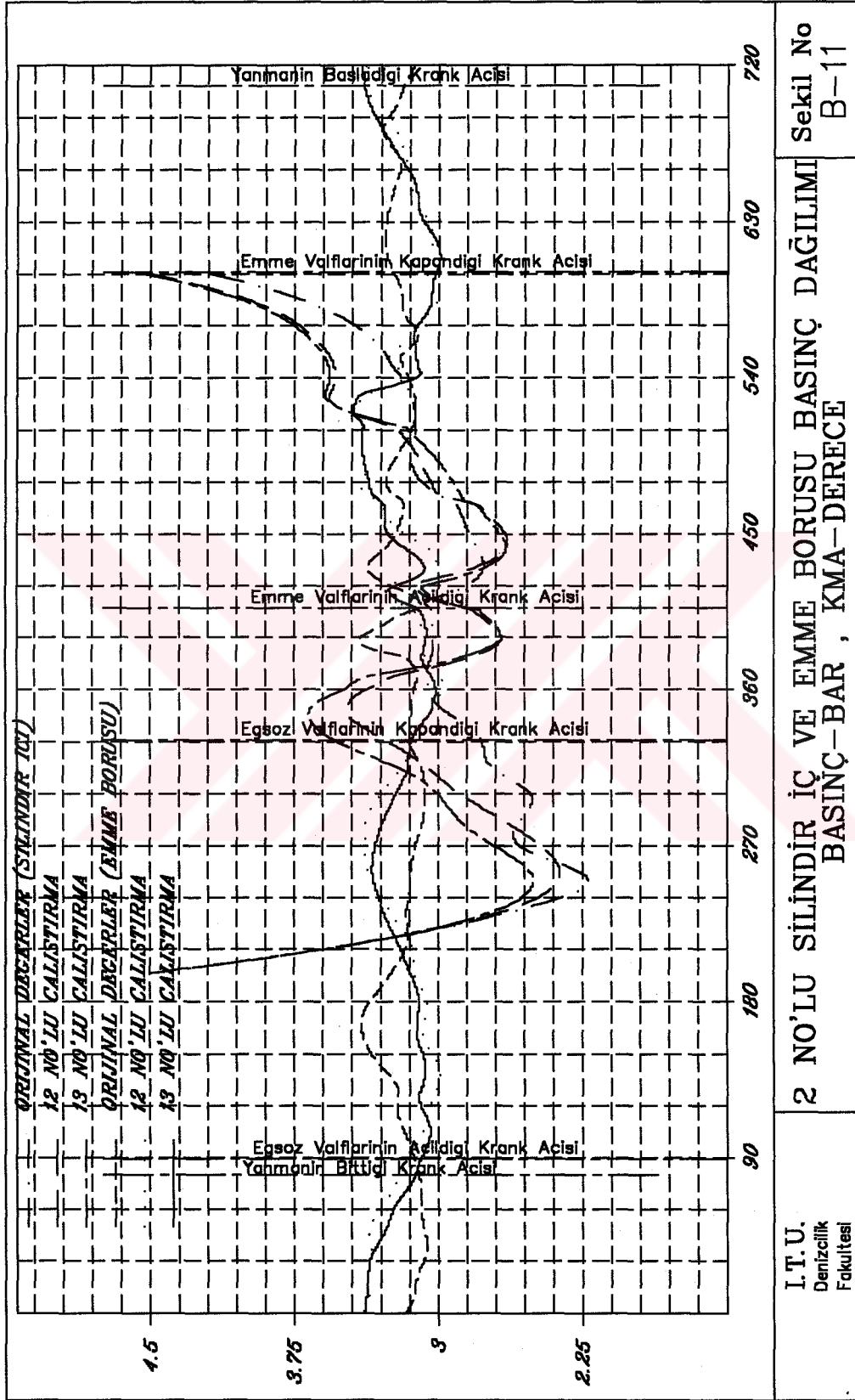
Şekil B.8 Sil.8, 8 ve 9'a Ait Basınç Dağılımı



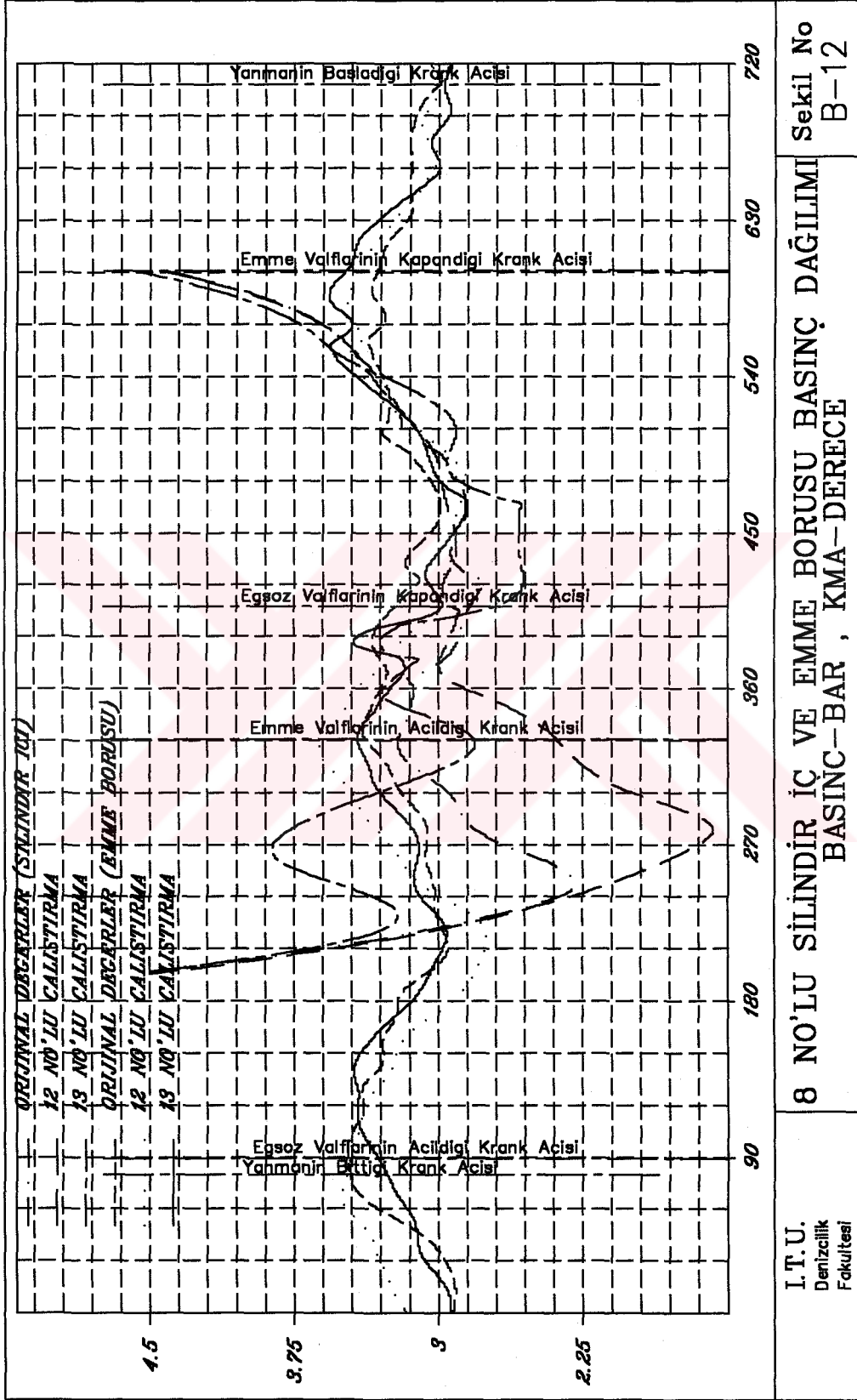
Şekil B.9 Sil.2, 10 ve 11'e Ait Basınç Dağılımı



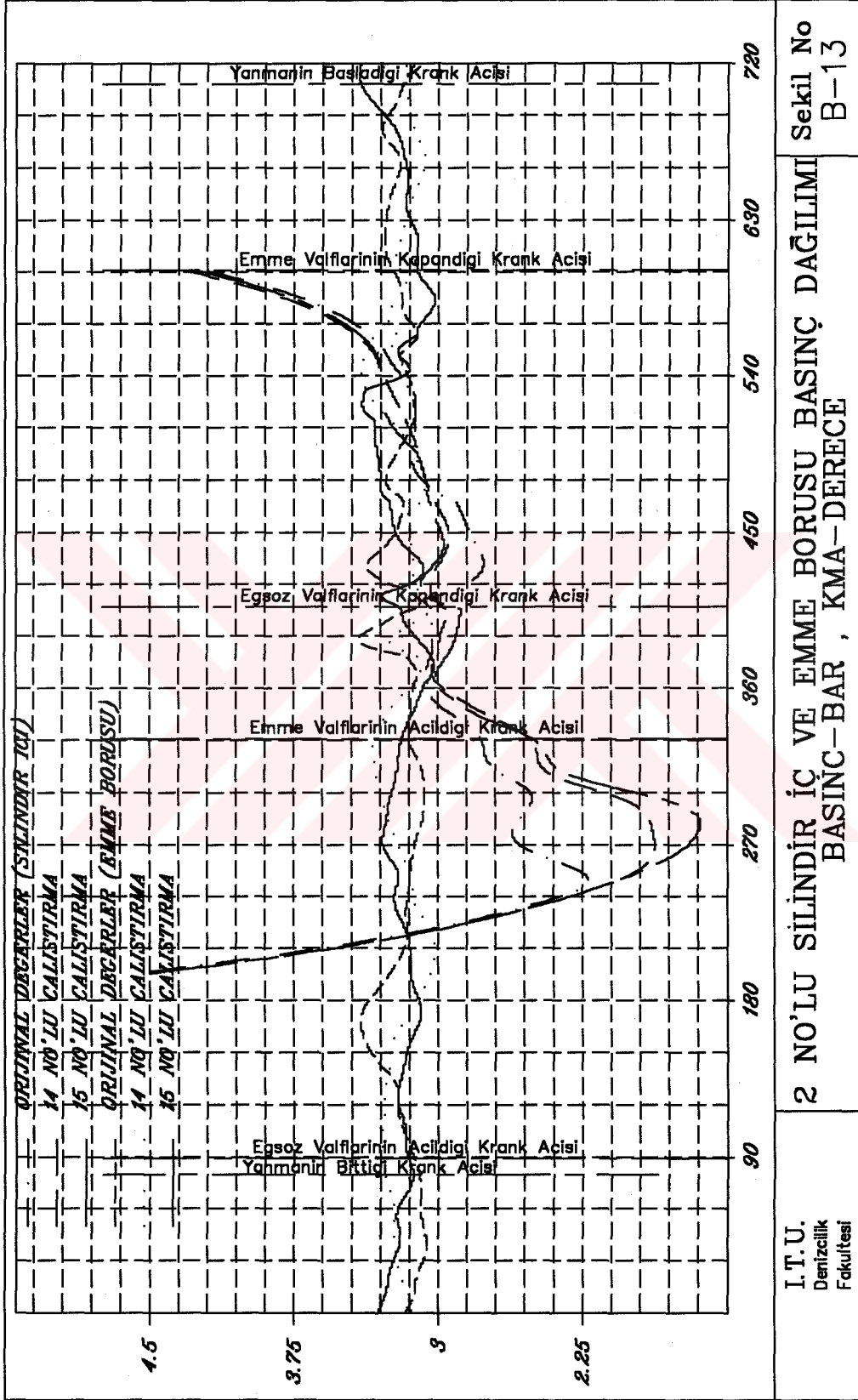
Şekil B.10 Sil.8, 10 ve 11'e Ait Basınç Dağılımı



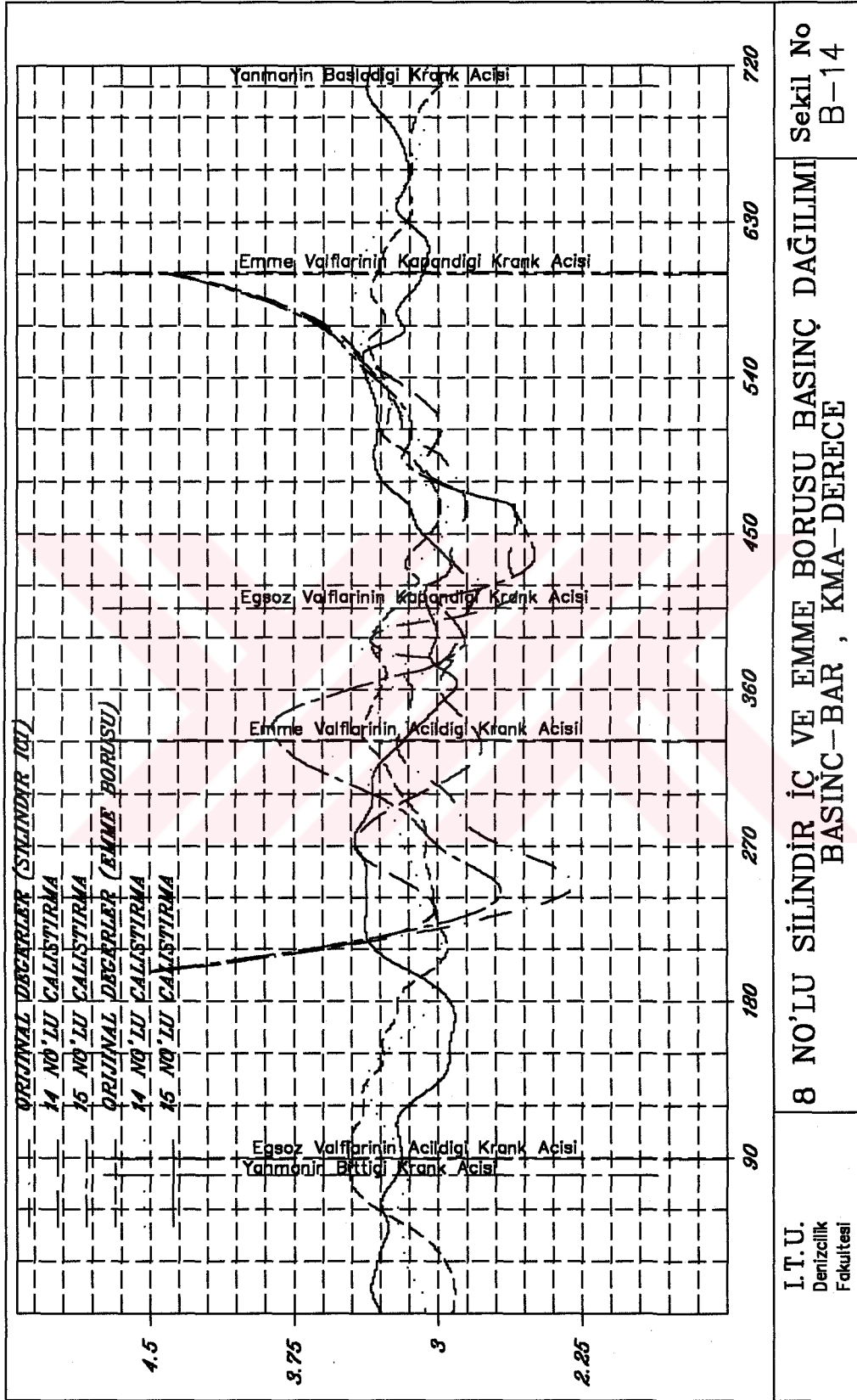
Şekil B.11 Sil.2, 12 ve 13'e Ait Basınç Dağılımı



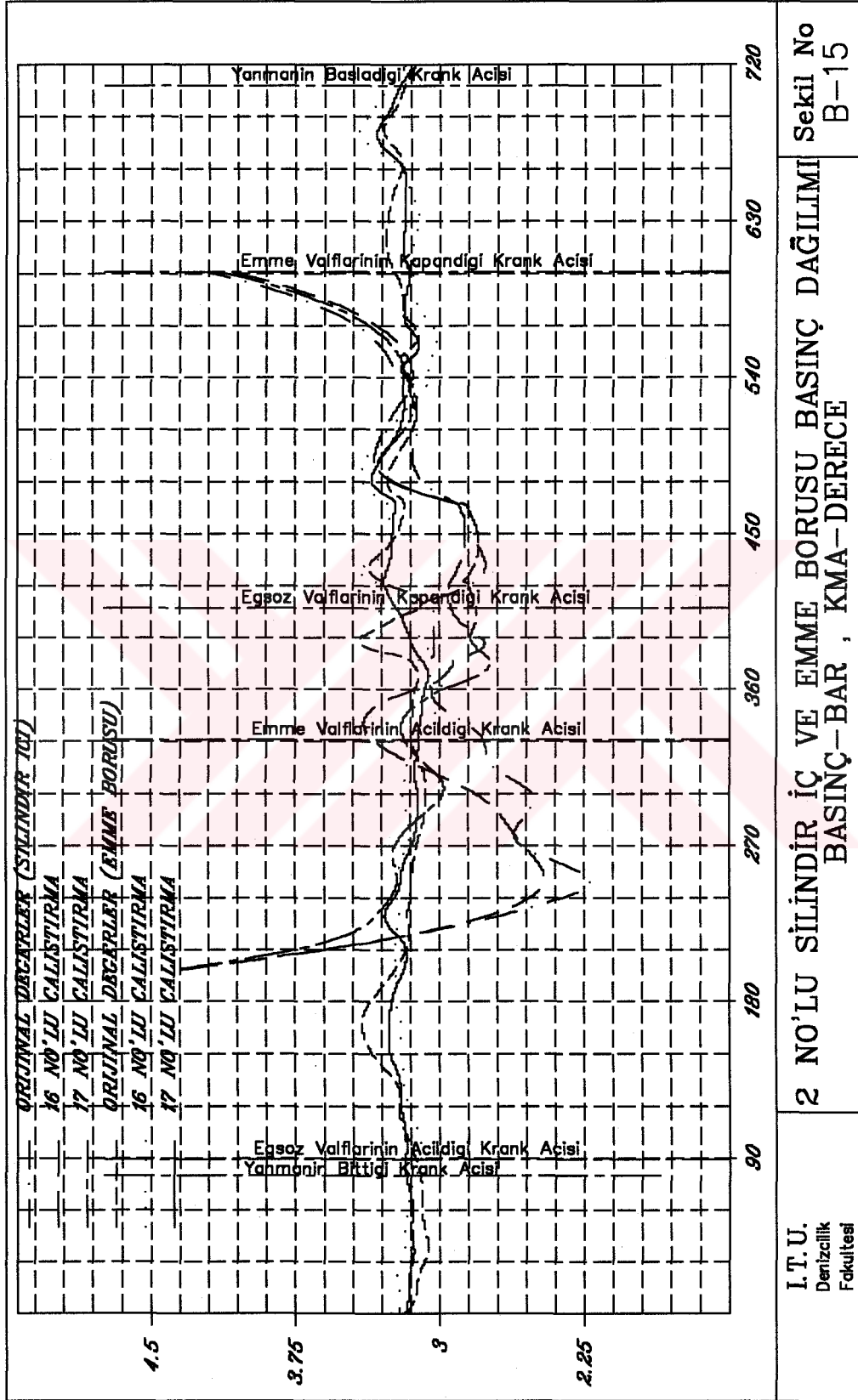
Şekil B.12 Sil.8, 12 ve 13'e Ait Basınç Dağılımı



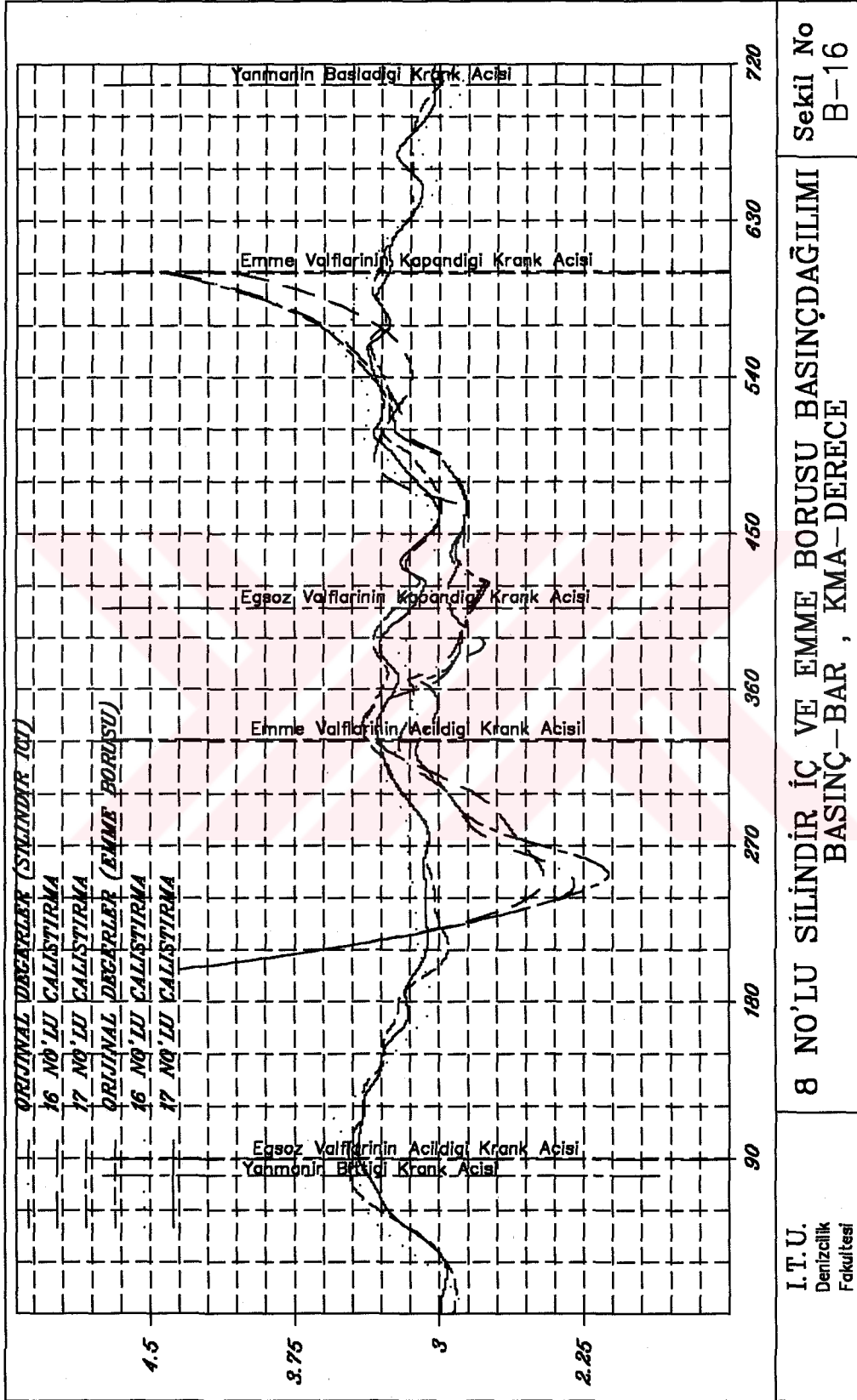
Şekil B.13 Sil.2, 14 ve 15'e Ait Basınç Dağılımı



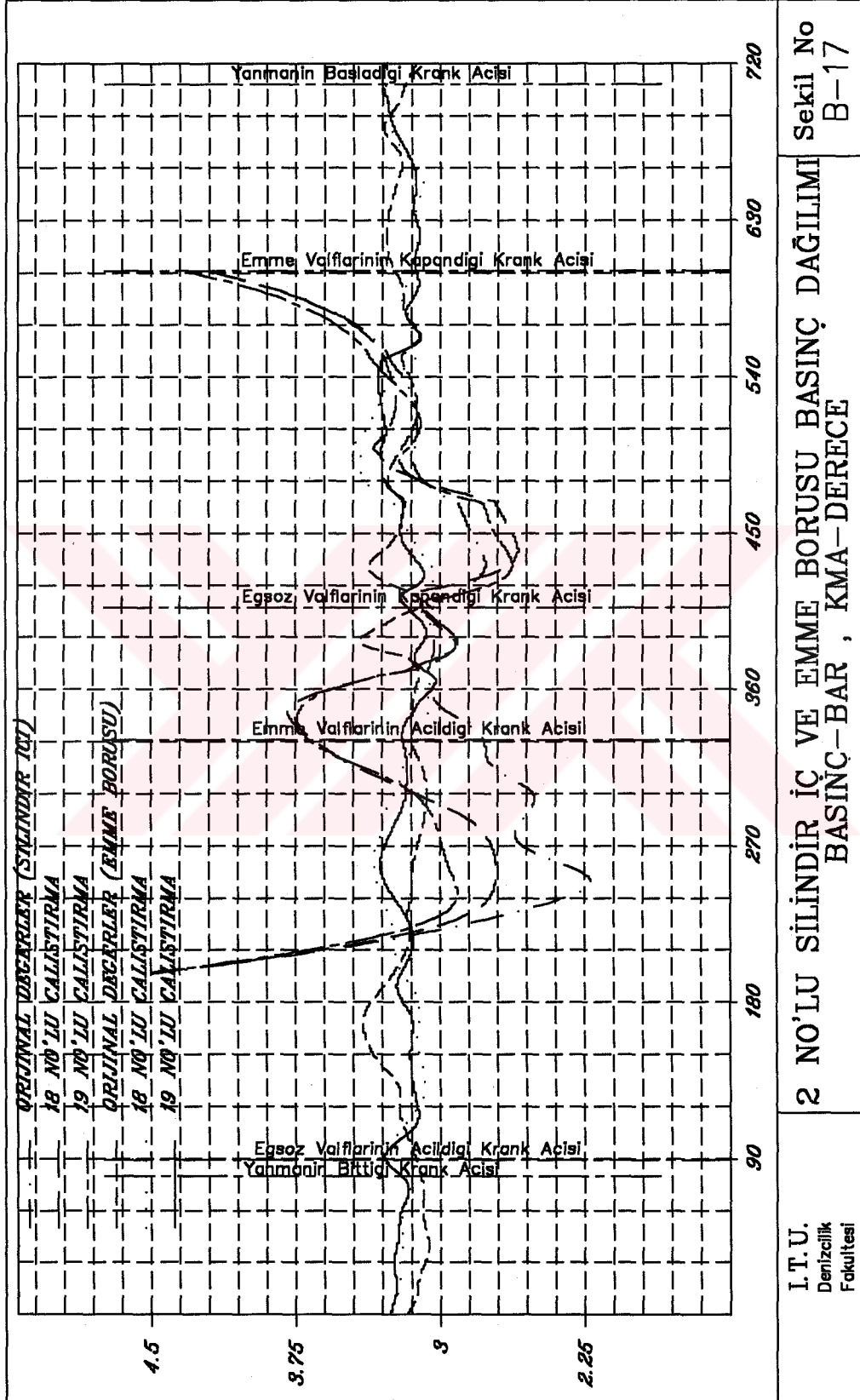
Şekil B.14 Sil.8, 14 ve 15'e Ait Basınç Dağılımı



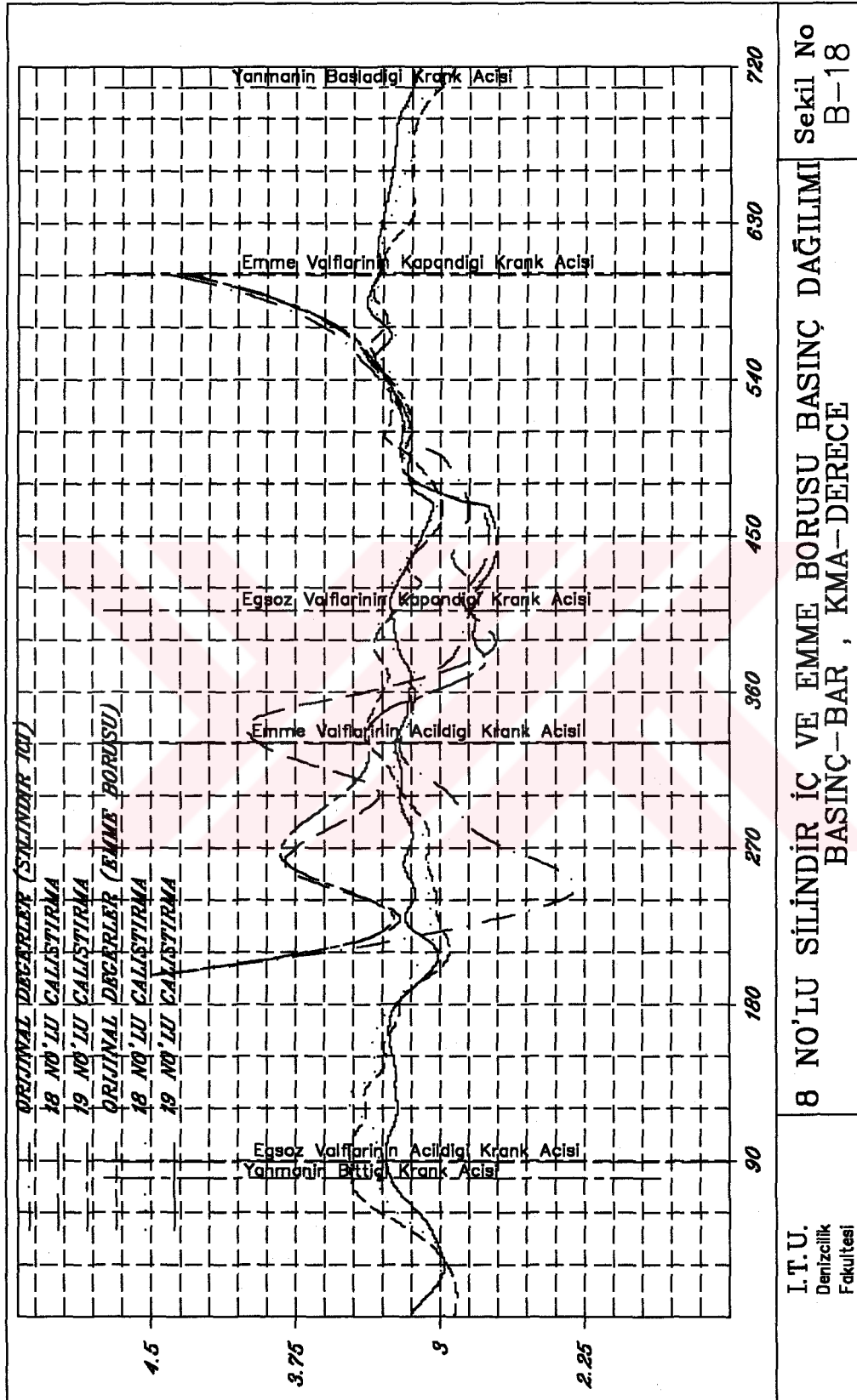
Şekil B.15 Sil.2, 16 ve 17'ye Ait Basınç Dağılımı

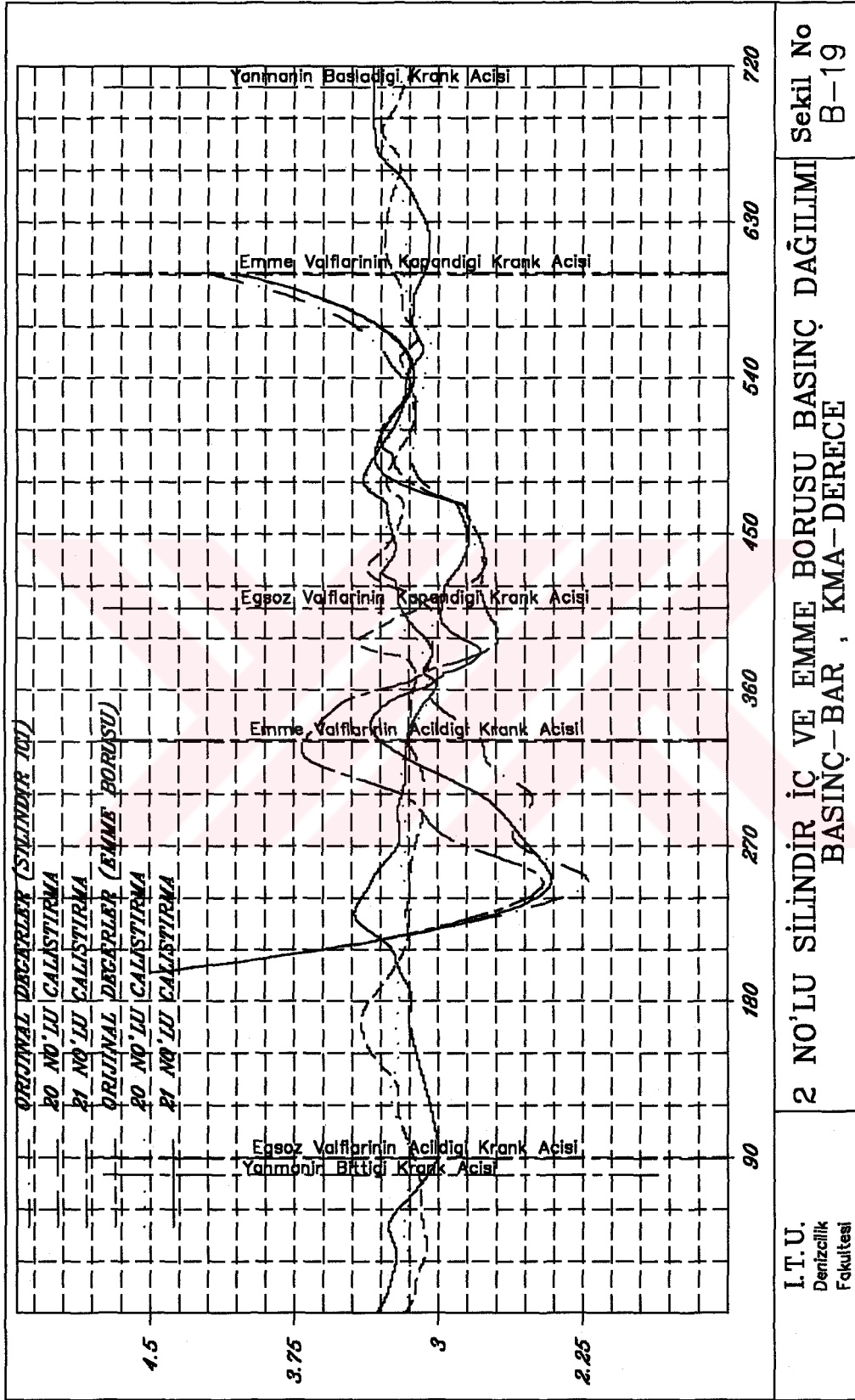


Şekil B.16 Sil.8, 16 ve 17'ye Ait Basınç Dağılımı

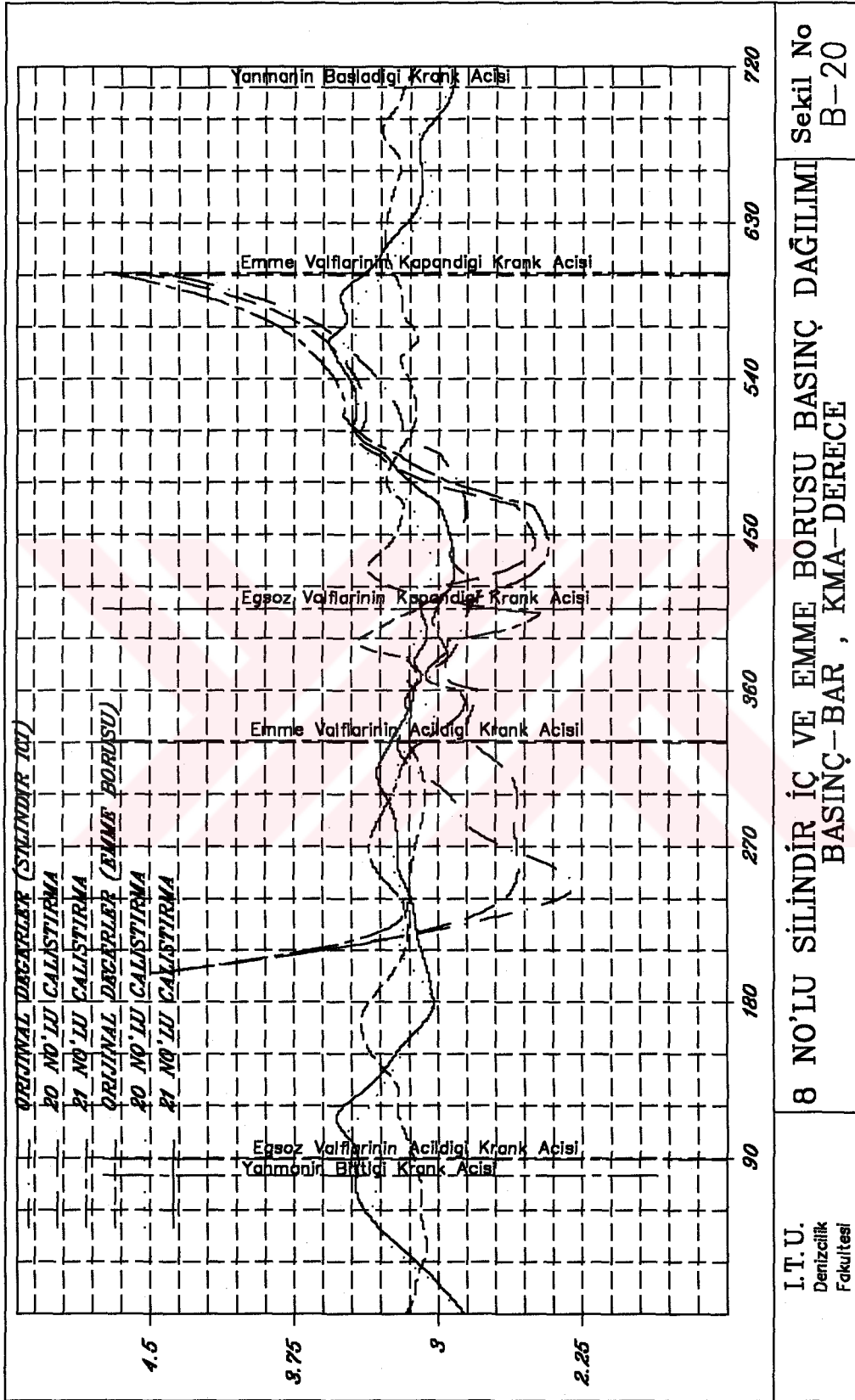


Şekil B.17 Sil.2, 18 ve 19'a Ait Basınç Dağılımı





Şekil B.19 Sil.2, 20 ve 21'e Ait Basınç Dağılımı



Sekil B.20 Sil.8, 20 ve 21'e Ait Basınç Dağılımı

EK-C

```

PROGRAM MAIN
IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
COMMON/MF/AAAIR,AAEXH,ALPHAT,ANGEND,ANGRES,ANREV,
&APAIR,APEXH,AREF,AVO(3),AVC(3),AAN(300),AP(300),
&APN(300),CYCLE,CLIN(300),CLOUT(300),DALPHA,
&DANGRS,DREF,DZ,EREF,EVC(3),EVO(3),FREF,FPIPE(300),EFFMEC,
&FPIPEN(300),IPOWER,IREV,GA,GE,GREF,IUNITL,
&IUNITP,IUNITT,IUNITK,IUNITW,IUNITQ,MINDT
COMMON/SMF1/MREST,NAAT,NCLT,NCYLT,NINLET,NJUNCT,NNOZZT,NP,NPA,
&NPE,NPT,NTURBT,PAIR,PBACK,PBAR,PBARAB,PEXH,
&PI,PREF,RBACK,REVENG,REVREF,RPAIR,RPEXH,RP(300),
&RPN(300),TAIR,TEXH,TREF,VREF,WREF,XREF,Z,ZREF
COMMON/CHA/CHAR1(900),CHAR2(900),DIA(240),DIFF(240),DX(240),
&FF(240),MESH(240),PATHA(900),PATHX(900),TWALLP(240),
&XPIPE(240),NPATH(240)
COMMON/CYL/ACSB,ALPHA,ALPHAЕ,ANNA,ANNB,ANNC,AC(24),
&ACB(24),ACF(24),ACN(24),ACR(24),ALPHAC(24),ALPHEX(60),

&ALPHEXX(3,60),ALPAIR(60),ALPAIRR(3,60),APCWF(24),CALVAL,CARBON,
&CDA,CDE,CR,COEFFA(4),COEFFB(4),COEFFC(4),COEFFD(4),
&COEFFE(4),COEFFZ(4),CRANK(24),DELTA,DCYL,DHEAT(24),
&DRC(24),DVCYL(24),DWCIN(24),DWCP(400),DWCYL(24)
COMMON/CYL1/FCYL,FPISTA,FPISTE,FAIR1(60),FAIR2(60),FAIR3(60),
&FEXH1(60),FEXH2(60),FEXH3(60),HEATG(24),PURITY,PVEL,PCR(24),
&PCWF(24),PCYLT(24),PORTS(24),RC(24),RCN(24),RCR(24),SURF(24),

&TCR(24),TCYLT(24),TWALL(24),VALAIR,VALEXH,VCYL(24),WIDTHA,WIDTHE,
&WCAIR(24),WCIN(24),IPRT,MTYPE,NPCWF,NTAIR,NTEXH,NC(24),

&NENDE(24),NENDI(24),NENDEE(24),NENDII(24),NENDEEE(24),NENDIII(24)
COMMON/CYL2/WCOUT(24),WCYL(24),WFUEL(24),WMW(4),WPCNT(96),
&WN(4),WORKGA(24),WORKGE(24),XCRA,XCRE,XSTA,XSTE,
&NCD(24),NSTORE(24),NSTORC(24),WCYLT(24),DWCINT(24),
&DWCPT(24),DWCIN1(24),DWCIN2(24),DWCIN3(24)
COMMON/CY1/CCANG(1100),DATWC(1100),DATIN(1100),DATOUT(1100)
COMMON/CYCYC/WCYLR(24),DST,AINO,AINO1,AINO2,IMOLS,EXHPO,AIRPO
COMMON/JUN/NENDA(50),NENDB(50),NENDC(50),NENDD(50),NENDE(50),
&NJOIN(50)
COMMON/NZT/ANOZZ(10),DTE,DTW,DROT(4),EFFYT,EFFYC,EFFYTC,
&ETS(600),FNOZZL(24),IUWTP,NCOUNT,NCURVE,NCURVW,
&NCLTS(12),NENDN(24),NENDT(4),NETS(12),
&PCOMPI(4),REVTUR(4),SONK(24),TALPHA,TCLIN(600),
&TCLOUT(600),TCOMPI(4),TENERA(4),TENERT(4),TSPED(12),
&TSPEDW(12),TSTAGE(4),TSTAGT(4),TSTATE(4),TSTAT(4)

COMMON/NZT1/TWFLOW(4),UBLADE(4),UCTMIN(12),UCTMAX(12),UCTS(600),
&XIMAX(12),XIMIN(12),XOMAX(12),XOMIN(12),
&TNTN,UCTN,ETN,DTWN,ETTN,ETAN,STPN,TMPN,NDATA,NTURBD

COMMON/NZ1/TANG(290),TRPST(290),TEFFT(290),TUCTS(290),TMASS(290),
&TENGYT(290),TENGYA(290),TSTPR(290),TMTP(290)

```

```

COMMON/OUT/AOUT,DANGL,OP,PCOUT(150),POUT(150),TCOUT(150),
&TOUT(150),ICYLT,IPIPET,ITEMP,ICYLNO(24),IPIPEN(150)
COMMON/INL/NENDIN(24)
COMMON/NZTB/TPRRAT(4,10),TMXEFF(4,10),BSPRZE(4,50),
&FCZBSR(4,10),FLCTRP(4,10),BSRTRP(4,50)
DATA RINF/5.7618E+17/

```

C

```

OPEN(1,FILE='TASK.DAT',STATUS='OLD')
OPEN(2,FILE='RESULTS.SON',STATUS='NEW')
OPEN(3,FILE='READING.SON',STATUS='NEW')
OPEN(4,FILE='CCTV.SON',STATUS='NEW')
OPEN(8,FILE='OCTVP.SON',STATUS='NEW')
OPEN(9,FILE='TCOUT.SON',STATUS='NEW')
OPEN(10,FILE='INLPIPES.SON',STATUS='NEW')
OPEN(11,FILE='EXHPIPES.SON',STATUS='NEW')
OPEN(23,FILE='MASS.SON',STATUS='NEW')

```

C

```

DO 10 I=1,900
10 CHAR1(I)=RINF
PI=3141592654E-9
READ(1,*) IPOWER,CYCLE,ANGEND
WRITE(3,3000) IPOWER,CYCLE,ANGEND
READ(1,*) IUNITP,IUNITT,IUNITL,IUNITW,IUNITK,IUNITQ
WRITE(3,3010) IUNITP,IUNITT,IUNITL,IUNITW,IUNITK,IUNITQ
READ(1,*) PBAR,PBARAB,PREF,TREF,GREF,REVREF,REVENG
WRITE(3,3020) PBAR,PBARAB,PREF,TREF,GREF,REVREF,REVENG
READ(1,*) NCYLT,NJUNCT,NNOZZT,NTURBT,NINLET
WRITE(3,3030) NCYLT,NJUNCT,NNOZZT,NTURBT,NINLET
READ(1,*) NPT,NPA,NCLT
WRITE(3,3040) NPT,NPA,NCLT
READ(1,*) IREVL,LLLL
WRITE(3,3050) IREVL,LLLL
3000 FORMAT(I4,F5.1,F9.2)
3010 FORMAT(6I3)
3020 FORMAT(3F8.3,F9.2,F6.2,2F11.3)
3030 FORMAT(5I4)
3040 FORMAT(2I4,I6)
3050 FORMAT(2I4)
MMM=1
JJJJ=0
IIII=0
GOTO 30

```

C

C BASINC BIRIMLERININ S.I. BIRIM SISTEMINE DONUSTURULMESI

C

```

20 JJJJ=1
Z=0.
LONE=1
CALL UNITP(IUNITP,LONE,PREF,PBARAB)
CALL UNITP(IUNITP,LONE,PBAR,PBARAB)

```

C

C SICAKLIK BIRIMLERININ S.I. BIRIM SISTEMINE DONUSTURULMESI

C

```

CALL UNITT(IUNITT,LONE,TREF)
AREF=DSQRT(287*GREF*TREF)
NAAT=18*NPT

```

C

C BASLANGIC HESAPLAMALARININ ILK CEVRIM ICIN YAPILMASI

C

```
30  IF (IREV.GE.3.AND.IREV.LE.4) IIII=1
    IF (IREV.GT.4) IIII=0
    CALL CHAR(JJJJ)
    CALL CYLNDR(JJJJ)
    CALL JUNCTN(JJJJ)
    IF (LLLL.EQ.1) GOTO 40
    CALL NOZZLE(JJJJ)
    GOTO 50
40  CALL TURBIN(JJJJ,MMM)
50  CALL INLET(JJJJ)
    CALL OUTPUT(JJJJ,IIII)
    IF (JJJJ.EQ.0) GOTO 20
    IF (IREV.GE.IREVL) GOTO 60
    JJJJ=2
C
C HESAPLAMALARA BIR SONRAKI CEVRIM ICIN TEKRAR DONULMESI
C
    GOTO 30
60  CONTINUE
    CLOSE(1)
    CLOSE(2)
    CLOSE(3)
    CLOSE(4)
    CLOSE(8)
    CLOSE(9)
    CLOSE(10)
    CLOSE(11)
    CLOSE(23)
    STOP
    END
```

```

SUBROUTINE CHAR(JJJJ)
  IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
  DIMENSION CL1(300),CL2(300),CL1P(300),CL2P(300),
&AA(300),X(300),AAP(300),XP(300),AAR(300),AARP(300)
  COMMON/MF/AAAIR,AAEXH,ALPHAT,ANGEND,ANGRES,ANREV,
&APAIR,APEXH,AREF,AVO(3),AVC(3),AAN(300),AP(300),
&APN(300),CYCLE,CLIN(300),CLOUT(300),DALPHA,
&DANGRS,DREF,DZ,EREF,EVC(3),EVO(3),FREF,FPIPE(300),EFFMEC,
&FPIPEN(300),IPOWER,IREV,GA,GE,GREF,IUNITL,
&IUNITP,IUNITT,IUNITK,IUNITW,IUNITQ,MINDT
  COMMON/SMF1/MREST,NAAT,NCLT,NCYLT,NINLET,NJUNCT,NNOZZT,NP,NPA,
&NPE,NPT,NTURBT,PAIR,PBACK,PBAR,PBARAB,PEXH,
&PI,PREF,RBACK,REVENGE,REVREF,RPAIR,RPEXH,RP(300),
&RPN(300),TAIR,TEXH,TREF,VREF,WREF,XREF,Z,ZREF
  COMMON/CHA/CHAR1(900),CHAR2(900),DIA(240),DIFF(240),DX(240),
&FF(240),MESH(240),PATHA(900),PATHX(900),TWALLP(240),
&XPIPE(240),NPATH(240)
  IF (JJJJ.EQ.1) GOTO 20
  IF (JJJJ.EQ.2) GOTO 170

C
C BORULARA AIT DATANIN OKUTULMASI
C
  DO 10 NP=1,NPT
    NP2M1=2*NP-1
    NP2=2*NP
    READ(1,*) XPIPE(NP),MESH(NP),DIA(NP2M1),DIA(NP2),FF(NP),
&TWALLP(NP),NPATH(NP)
    WRITE(3,3000) XPIPE(NP),MESH(NP),DIA(NP2M1),DIA(NP2),FF(NP),
&TWALLP(NP),NPATH(NP)
10  CONTINUE
    READ(1,*) PEXH,TEXH,GE,PAIR,TAIR,GA,PBACK
    WRITE(3,3010) PEXH,TEXH,GE,PAIR,TAIR,GA,PBACK
3000 FORMAT(F10.4,I4,2F9.4,F10.6,F7.1,I4)
3010 FORMAT(F8.3,F9.2,F6.2,F8.3,F9.2,F6.2,F8.3)
C
C GAZ HAL DEGİSİMİ ESNASINDA UST OLU NOKTA CIVARINDA DENGESİZLİĞİN
C GİDERİLMESİ AMACIYLA 4 CEVRİM İCİN HESAPLAMA SÜRESİNİN
BELİRLENMESİ
C
  MINDT=0
  IF (JJJJ.EQ.0) RETURN
20  CONTINUE
  DO 40 NP=1,NPT
    NP2=2*NP
    NP2M1=2*NP-1
    DIFF(NP)=(DIA(NP2)-DIA(NP2M1))/XPIPE(NP)
    IF (IUNITL.EQ.1) GOTO 30
    XPIPE(NP)=XPIPE(NP)*0.3047851
    DIA(NP2)=DIA(NP2)*0.3047851
    DIA(NP2M1)=DIA(NP2M1)*0.3047851
30  DX(NP)=XPIPE(NP)/DFLOAT(MESH(NP))
    FPIPE(NP2)=0.25*PI*DIA(NP2)*DIA(NP2)
40  FPIPE(NP2M1)=0.25*PI*DIA(NP2M1)*DIA(NP2M1)
C
C REFERANS DEĞERLERİNİN OLUSTURULMASI VE BORULARDA BASLANGIC
C KOSULLARININ BELİRLENMESİ
C
  XREF=DX(1)
  DREF=DIA(1)
  FREF=FPIPE(1)

```

```

VREF=FREF*XREF
WREF=GREF*PREF*VREF*100000/(AREF*AREF)
ZREF=360*XREF*REVREF/AREF
EREF=WREF*AREF*AREF
REVENG=REVENG/REVREF
DO 50 NP=1,NPT
NP2=2*NP
NP2M1=2*NP-1
XPIPE(NP)=XPIPE(NP)/XREF
DX(NP)=DX(NP)/XREF
DIA(NP2)=DIA(NP2)/DREF
DIA(NP2M1)=DIA(NP2M1)/DREF
FPIPE(NP2)=FPIPE(NP2)/FREF
FPIPE(NP2M1)=FPIPE(NP2M1)/FREF
50 CONTINUE
DO 60 NP=1,NPT
NP2M1=2*NP-1
FF(NP)=FF(NP)*DX(NP)*XREF/(DIA(NP2M1)*DREF)
DIFF(NP)=DIFF(NP)*XREF/DREF
P=TWALLP(NP)
LONE=1
CALL UNITT(IUNITT,LONE,P)
TWALLP(NP)=P
60 CONTINUE
LONE=1
CALL UNITT(IUNITT,LONE,TEXH)
CALL UNITT(IUNITT,LONE,TAIR)
CALL UNITP(IUNITP,LONE,PEXH,PBARAB)
CALL UNITP(IUNITP,LONE,PAIR,PBARAB)
CALL UNITP(IUNITP,LONE,PBACK,PBARAB)
RPEXH=PEXH/PREF
RPAIR=PAIR/PREF
RBACK=PBACK/PREF
APEXH=DSQRT(287*GE*TEXH)/AREF
AAEXH=APEXH/RPEXH**((GE-1)/(2*GE))
APAIR=DSQRT(287*GA*TAIR)/AREF
AAAIR=APAIR/RPAIR**((GA-1)/(2*GA))

C
C EGZOS BORULARINDA (LAMBDA1), (LAMBDA2), (AA) VE (X)
DEGISKENLERININ
C BASLANGIC DEGERLERININ OLUSTURULMASI
C
II=0
NPE=NPT-NPA
DO 80 NP=1,NPE
M=MESH(NP)+1
DO 70 N=1,M
I=N+II
CHAR1(I)=APEXH
70 CHAR2(I)=APEXH
80 II=I
KK=0
DO 100 NP=1,NPE
IPATH=NPATH(NP)
DO 90 N=1,IPATH
K=N+KK
PATHA(K)=AAEXH
XN=DFLOAT(N-1)
90 PATHX(K)=1/DFLOAT(IPATH-1)*XN*XPIPE(NP)
100 KK=K

```



```

      MNPE=2*NPE
      DO 110 N=1,MNPE
      AP(N)=APEXH
      RP(N)=RPEXH
      CLIN(N)=APEXH
      CLOUT(N)=APEXH
      AAN(N)=AAEXH
110   CONTINUE
      IF (NPA.EQ.0) GOTO 170
C
C  EMME BORULARINDA (LAMBDA1), (LAMBDA2) , (AA) VE (X) DEGİSKENLERİNİN
C  BASLANGIC DEGERLERİNİN OLUSTURULMASI
C
      NPAA=NPE+1
      DO 130 NP=NPAA,NPT
      M=MESH(NP)+1
      DO 120 N=1,M
      I=N+II
120   CHAR1(I)=APAIR
130   CHAR2(I)=APAIR
      II=I
      DO 150 NP=NPAA,NPT
      IPATH=NPATH(NP)
      DO 140 N=1,IPATH
      K=N+KK
      PATHA(K)=AAAIR
      XN=DFLOAT(N-1)
140   PATHX(K)=1/DFLOAT(IPATH-1)*XN*XPIPE(NP)
150   KK=K
      NAIRN=2*NPE+1
      MNPT=2*NPT
      DO 160 N=NAIRN,MNPT
      AP(N)=APAIR
      RP(N)=RPAIR
      CLIN(N)=APAIR
      CLOUT(N)=APAIR
      AAN(N)=AAAIR
160   CONTINUE
C
C  EGZOS BORULARI ICIN ZAMAN ADIMININ HESAPLANMASI
C
170   CONTINUE
C
C  SINIR KOSULLARINDAN BORU UC KARAKTERISTIKLERİNİN TAYINI
C
      L=1
      DO 180 NP=1,NPE
      NP2M1=2*NP-1
      NP2=2*NP
      M=MESH(NP)+1
      LPMM1=L+M-1
      CHAR1(L)=CLOUT(NP2M1)
      CHAR2(LPMM1)=CLOUT(NP2)
      L=M+L
180   CONTINUE
      II=0
      NPE=NPT-NPA
      DO 210 NP=1,NPE
      M=MESH(NP)+1
      DO 200 N=1,M

```

```

      I=N+II
      AGAS=0.5*(CHAR1(I)+CHAR2(I))
      UGAS=DABS(CHAR1(I)-CHAR2(I))/(GE-1)
      DZ=DX(NP)/(AGAS+UGAS)
      IF (I.GT.1) GOTO 190
      DZMIN=DZ
      GOTO 200
190   IF (DZ.GT.DZMIN) GOTO 200
      DZMIN=DZ
200   CONTINUE
210   II=I
      IF (NPA.EQ.0) GOTO 250
C
C EMME BORULARI ICIN ZAMAN ADIMININ TAYINI
C
      NPAA=NPE+1
      DO 220 NP=NPAA,NPT
      NP2=2*NP
      NP2M1=2*NP-1
      M=MESH(NP)+1
      LPMM1=L+M-1
      CHAR1(L)=CLOUT(NP2M1)
      CHAR2(LPMM1)=CLOUT(NP2)
      L=M+L
220   CONTINUE
      DO 240 NP=NPAA,NPT
      M=MESH(NP)+1
      DO 230 N=1,M
      I=N+II
      AGAS=0.5*(CHAR1(I)+CHAR2(I))
      UGAS=DABS(CHAR1(I)-CHAR2(I))/(GA-1)
      DZ=DX(NP)/(AGAS+UGAS)
      IF (DZ.GT.DZMIN) GOTO 230
      DZMIN=DZ
230   CONTINUE
240   II=I
250   IF (CYCLE.LT.3.) GOTO 270
      IF (MINDT.NE.100) GOTO 270
260   IF (DZMIN.LT.(1/(ZREF*REVENG))) GOTO 270
      DZMIN=0.5*DZMIN
      GOTO 260
270   DZ=DZMIN
      Z=Z+DZ
      MINDT=0
      ALPHAT=Z*ZREF*REVENG
C
C SIRASIYLA HER BIR BORU ICIN PARAMETRELERIN TESBITI
C
      NP=1
      I1=1
      I3=1
280   DXNP=DX(NP)
      M=MESH(NP)
C
C HER BIR BORUDA YOL HATTI SAYISININ TESBITI
C
      NPX=NPATH(NP)
      NPX1=NPX+1
      NPX2=NPX+2
      MM=M+1

```

```

I2=I1+M
I4=I3+NPX-1
TWNP=TWALLP(NP)
FFNP=FF(NP)
DIFFNP=DIFF(NP)
NP2=2*NP
NP2M1=2*NP-1
MP1=M+1
DENP=DIA(NP2M1)
C
C BORULAR ICIN IZANTROPIK INDISIN BELIRLENMESI
C
      IF (NP.GT.NPE) GOTO 290
      G=GE
      GOTO 300
290    G=GA
C
C BORU KARAKTERISTIKLERININ HESABI
C
300    DO 310 L=1,MM
        I1PLM1=I1+L-1
        CL1(L)=CHAR1(I1PLM1)
310    CL2(L)=CHAR2(I1PLM1)
        DO 320 I=1,NPX
            I3PIM1=I3+I-1
            AA(I)=PATHA(I3PIM1)
320    X(I)=PATHX(I3PIM1)
        AA(1)=AAN(NP2M1)
        AA(NPX)=AAN(NP2)
        AA(NPX1)=0.
        X(1)=0.
        XM=DFLOAT(M)
        X(NPX)=XM*DXNP
        X(NPX1)=0.
        CL1(1)=CLOUT(NP2M1)
        CL2(1)=CLIN(NP2M1)
        CL1(MP1)=CLIN(NP2)
        CL2(MP1)=CLOUT(NP2)
C
C (AA) DUZELTMESI
C
      K=1
      L=1
C
C (K) YOL HATTINDA (LAMBDA1) VE (LAMBDA2) DEGISKENLERININ TAYINI
C
330    XL=DFLOAT(L)
        LP1=L+1
        CL1K=CL1(LP1)-(XL*DXNP-X(K))*(CL1(LP1)-CL1(L))/DXNP
        CL2K=CL2(LP1)-(XL*DXNP-X(K))*(CL2(LP1)-CL2(L))/DXNP
C
C GAZ SICAKLIGININ HESAPLANMASI
C
      TG=AREF*AREF*(CL1K+CL2K)*(CL1K+CL2K)/(1148*G)
      DXPE=DENP+DIFFNP*X(K)
C
C (K) YOL HATTINDA (AA) VE (XP) DEGISKENLERININ ILK DEGERLERI
C
      DAAK=4*AA(K)*FFNP*(DENP/DXPE)*((DABS(CL1K-CL2K))**3)*DZ/
&((G-1)*(G-1)*(CL1K+CL2K)*(CL1K+CL2K))

```

```

&+1148*G/(G-1)*AA(K)*DABS(CL1K-CL2K)/((CL1K+CL2K)*(CL1K+CL2K))
&*FFNP*DENP/(DXPE*DXNP*AREF*AREF)*(TWNP-TG)*DZ
AAP(K)=AA(K)+DAAK
DXK=(CL1K-CL2K)*DZ/(G-1)
XP(K)=X(K)+DXK

```

C

C YENI YOL HATTININ OLUSTURULMASI

C

```

K=K+1
L=1+IDINT(X(K)/DXNP)
IF (L.GE.M) L=M
IF (L.LE.1) L=1
IF (K.LT.NPX1) GOTO 330
IF (XP(1).LT.0.) GOTO 350

```

C

C TEK NUMARALI BORU UCUNDAN ICERI AKIS VARSA YADA ICERI VE DISARI HIC

C AKIS YOKSA (AA) VE (X) DEGERLERININ HAFIZADA SAKLANMASI

C

```

DO 340 N=1,NPX
NPX2MN=NPX2-N
NPX1MN=NPX1-N
AAP(NPX2MN)=AAP(NPX1MN)

```

340 XP(NPX2MN)=XP(NPX1MN)

C

C BIR ZAMAN ADIMINDA X-EKSENI BOYUNCA EN ONEMSIZ YOL HATTININ

C KALDIRILMASI AMACIYLA TEK NUMARALI BORU UCUNDA VE X=0'DA (AA)

C DEGERLERININ HAFIZADA SAKLANMASI

C

```

XP(1)=0.
AAP(1)=AA(1)
CALL AAREM(XP,AAP,NPX)
GOTO 390

```

C

C TEK NUMARALI BORU UCUNDA DISARI AKIS OLMASI HALI

C

350 K=1

360 A=AAP(K)

B=XP(K)

C

C YOL HATLARININ BORU GEOMETRISINI ASIP ASMA DIGININ KONTROLU

C

```

IF (XP(K).GT.0.) GOTO 370
C=AAP(K)
D=XP(K)
K=K+1
GOTO 360

```

C

C TEK NUMARALI BORU UCUNDA (AA) DEGİSKENİNİN INTERPOLASYON İLE

C TAYINI

C

370 K=K-1

AAPINT=C-D*(A-C)/(B-D)

XP(K)=0.

AAP(K)=AAPINT

C

C İZAFİ YOL HATTININ X=0 NOKTASINDA TESBITİ

C

380 K=K-1

IF (K.EQ.0) GOTO 390

```

      XP(K)=0.
      AAP(K)=AAPINT
      GOTO 380
C
C CIFT NUMARALI BORU UCUNDA AKISIN INCELENMESI
C
390   XXX=XM*DXNP
C
C CIFT NUMARALI BORU UCUNDA AKIS OLUP OLMADIGININ KONTROLU
C
      IF (XP(NPX).GE.XXX) GOTO 400
C
C HIC AKIS OLMAMASI DURUMUNDA, X=L BORU UCUNDA YENI YOL HATTININ
C BELIRLENEREK EN ONEMSIZ YOL CIZGISININ IPTAL EDLIMESI
C
      AAP(NPX1)=AA(NPX)
      XP(NPX1)=XXX
      CALL AAREM(XP,AAP,NPX)
      GOTO 440
C
C CIFT NUMARALI BORU UCUNDA DISARI AKIS OLMASI VEYA HIC AKIS
C OLMAMASI DURUMU
C
400   K=NPX
410   A=AAP(K)
      B=XP(K)
C
C YOL HATLARININ BORU GEOMETRISINI ASIP ASMADIGININ KONTROLU
C
      IF (XP(K).LT.XXX) GOTO 420
      C=AAP(K)
      D=XP(K)
      K=K-1
      GOTO 410
C
C CIFT NUMARALI BORU UCUNDA (AA) DEGISEKENININ INTERPOLASYON ILE
C TAYIN EDILMESI
C
420   AAPINT=A+(XXX-B)*(C-A)/(D-B)
      XP(NPX)=XXX
      AAP(NPX)=AAPINT
C
C (X=L) BORU UCUNDA DEGISEKENLERE ILK DEGERLERIN VERILMESI
C
430   K=K+1
      IF (K.EQ.NPX) GOTO 440
      XP(K)=XXX
      AAP(K)=AAPINT
      GOTO 430
C
C AG NOKTALARINDA (AA) DEGISEKENININ HESABI
C
440   MM=M+1
      CALL MESGEN(X,AA,AAR,DXNP,M,MM,NPX)
      CALL MESGEN(XP,AAP,AARP,DXNP,M,MM,NPX)
C
C (LAMBDA1 USSU) DEGISEKENININ DEGERININ HESAPLANMASI
C
      A=(3-G)/(2*(G-1))
      B=(G+1)/(2*(G-1))

```

```

DGRAD=DIFFNP
MM=M+1
DO 450 L=2,MM
LM1=L-1
LP1=L+1
RR=DFLOAT(LM1)
FONE=1.
CALL LAMMOD(CL1(L),CL1(LM1),CL2(L),CL2(LM1),AAR(L),AAR(LM1),
&AARP(L),CL1P(L),DXNP,DZ,RR,A,B,G,FFNP,DENP,DIFFNP,FONE,
&FLOW,XREF,AREF,TWNP,DGRAD)
IF (FLOW.LT.1.) GOTO 450
C
C AKIM SUPERSONİK İSE YENİ DEĞİSKENLERİN OLUSTURULMASI
C
CALL LAMMOD(CL1(L),CL1(LP1),CL2(L),CL2(LP1),AAR(L),AAR(LP1),
&AARP(L),CL1P(L),DXNP,DZ,RR,-A,-B,G,FFNP,DENP,DIFFNP,-FONE,
&FLOW,XREF,AREF,TWNP,DGRAD)
450 CONTINUE
C
C (LAMBDA2 USSU) DEĞİSKENİNİN DEĞERİNİN HESAPLANMASI
C
MM=M
DO 460 L=1,MM
LM1=L-1
LP1=L+1
RR=DFLOAT(LM1)
FONE=1.
CALL LAMMOD(CL2(L),CL2(LP1),CL1(L),CL1(LP1),AAR(L),AAR(LP1),
&AARP(L),CL2P(L),DXNP,DZ,RR,A,B,G,FFNP,DENP,-DIFFNP,-FONE,
&FLOW,XREF,AREF,TWNP,DGRAD)
IF (FLOW.LT.1.) GOTO 460
C
C AKIM SUPERSONİK İSE YENİ DEĞİSKEN OLUSTURULMASI
C
CALL LAMMOD(CL2(L),CL2(LM1),CL1(L),CL1(LM1),AAR(L),AAR(LM1),
&AARP(L),CL2P(L),DXNP,DZ,RR,-A,-B,G,FFNP,DENP,-DIFFNP,FONE,
&FLOW,XREF,AREF,TWNP,DGRAD)
460 CONTINUE
C
C KARAKTERİSTİKLERİN SON DEĞERLERİNİN YENİ DEĞERLER OLARAK ATANMASI
C
MM=M+1
DO 470 L=1,MM
I1PLM1=I1+L-1
CHAR1(I1PLM1)=CL1P(L)
470 CHAR2(I1PLM1)=CL2P(L)
DO 480 I=1,NPX
I3PIM1=I3+I-1
PATHA(I3PIM1)=AAP(I)
480 PATHX(I3PIM1)=XP(I)
CLOUT(NP2M1)=CL1(1)
CLIN(NP2M1)=CL2P(1)
CLOUT(NP2)=CL2(MP1)
CLIN(NP2)=CL1P(MP1)
AAN(NP2M1)=AAP(1)
AAN(NP2)=AAP(NPX)
NP=NP+1
IF (NP.GT.NPT) GOTO 490
I1=I2+1
I3=I4+1

```

```
490  GOTO 280  
      RETURN  
      END
```



```

SUBROUTINE CYLN1(JJJJ,NOPTS)
IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
COMMON/MF/AAAIR,AAEXH,ALPHAT,ANGEND,ANGRES,ANREV,
&APAIR,APEXH,AREF,AVO(3),AVC(3),AAN(300),AP(300),
&APN(300),CYCLE,CLIN(300),CLOUT(300),DALPHA,
&DANGRS,DREF,DZ,EREF,EVC(3),EVO(3),FREF,FPIPE(300),EFFMEC,
&FPIPEN(300),IPOWER,IREV,GA,GE,GREF,IUNITL,
&IUNITP,IUNITT,IUNITK,IUNITW,IUNITQ,MINDT
COMMON/SMF1/MREST,NAAT,NCLT,NCYLT,NINLET,NJUNCT,NNOZZT,NP,NPA,
&NPE,NPT,NTURBT,PAIR,PBACK,PBAR,PBARAB,PEXH,
&PI,PREF,RBACK,REVENG,REVREF,RPAIR,RPEXH,RP(300),
&RPN(300),TAIR,TEXH,TREF,VREF,WREF,XREF,Z,ZREF
COMMON/CYL/ACSB,ALPHA,ALPHAE,ANNA,ANNB,ANNC,AC(24),
&ACB(24),ACF(24),ACN(24),ACR(24),ALPHAC(24),ALPHEX(60),

&ALPHEXX(3,60),ALPAIR(60),ALPAIRR(3,60),APCWF(24),CALVAL,CARBON,
&CDA,CDE,CR,COEFFA(4),COEFFB(4),COEFFC(4),COEFFD(4),
&COEFFE(4),COEFFZ(4),CRANK(24),DELTA,DCYL,DHEAT(24),
&DRC(24),DVCYL(24),DWCIN(24),DWCP(400),DWCYL(24)
COMMON/CYL1/FCYL,FPISTA,FPISTE,FAIR1(60),FAIR2(60),FAIR3(60),
&FEXH1(60),FEXH2(60),FEXH3(60),HEATG(24),PURITY,PVEL,PCR(24),
&PCWF(24),PCYL(24),PORTS(24),RC(24),RCN(24),RCR(24),SURF(24),

&TCR(24),TCYL(24),TWALL(24),VALAIR,VALEXH,VCYL(24),WIDTHA,WIDTHE,
&WCAIR(24),WCIN(24),IPRT,MTYPE,NPCWF,NTAIR,NTEXH,NC(24),

&NENDE(24),NENDI(24),NENDEE(24),NENDII(24),NENDEEE(24),NENDIII(24)
COMMON/CYL2/WCOUT(24),WCYL(24),WFUEL(24),WMW(4),WPCNT(96),
&WN(4),WORKGA(24),WORKGE(24),XCRA,XCRE,XSTA,XSTE,
&NCD(24),NSTORE(24),NSTORC(24),WCYL(24),DWCINT(24),
&DWCPT(24),DWCIN1(24),DWCIN2(24),DWCIN3(24)
COMMON/CY1/CCANG(1100),DATWC(1100),DATIN(1100),DATOUT(1100)
COMMON/CYCYC/WCYLR(24),DST,AINO,AINO1,AINO2,IMOLS,EXHPO,AIRPO
XSTE=0.
DELTA=0.

C
C  SILINDIRE AIT DATANIN OKUTULMASI
C
      READ(1,*) MTYPE,CR,DCYL,NOPTS
      WRITE(3,3000) MTYPE,CR,DCYL,NOPTS
      IF (MTYPE.EQ.2) GOTO 10
      IF (MTYPE.EQ.3) GOTO 20
      READ(1,*) XSTA,XCRA,FPISTA
      WRITE(3,3010) XSTA,XCRA,FPISTA
      GOTO 30
10     READ(1,*) XSTA,XCRA,FPISTA,XSTE,XCRE,FPISTE,DELTA
      WRITE(3,3020) XSTA,XCRA,FPISTA,XSTE,XCRE,FPISTE,DELTA
      GOTO 30
20     READ(1,*) XSTA
      WRITE(3,3030) XSTA
30     NNPTS=IDINT(0.5*NOPTS)
      DO 35 I=1,NNPTS
      READ(1,*) EVO(I),EVC(I),AVO(I),AVC(I),ACSB
      WRITE(3,3040) EVO(I),EVC(I),AVO(I),AVC(I),ACSB
35     CONTINUE
      IF (IPOWER.NE.0) GOTO 60
      DO 40 N=1,NCYLT
      READ(1,*) NC(N),NENDE(N),NENDI(N),CRANK(N),PCR(N),TCR(N),
&TWALL(N),NCD(N)
      WRITE(3,3050) NC(N),NENDE(N),NENDI(N),CRANK(N),PCR(N),TCR(N),

```



```

&TWALL(N),NCD(N)
40  CONTINUE
    IF (NOPTS.EQ.4) THEN
        DO 50 N=1,NCYLT
            READ(1,*) NC(N),NENDEE(N),NENDII(N)
            WRITE(3,3160) NC(N),NENDEE(N),NENDII(N)
50  CONTINUE
        END IF
        IF (NOPTS.EQ.6) THEN
            DO 55 N=1,NCYLT
                READ(1,*) NC(N),NENDEE(N),NENDII(N),NENDEEE(N),NENDIII(N)
                WRITE(3,3170) NC(N),NENDEE(N),NENDII(N),NENDEEE(N),NENDIII(N)
55  CONTINUE
            END IF
            READ(1,*) ANNA,ANNB
            WRITE(3,3120) ANNA,ANNB
            GOTO 110
60  CONTINUE
            DO 70 N=1,NCYLT
                READ(1,*) NC(N),NENDE(N),NENDI(N),CRANK(N),PCYLT(N),TCYLT(N),
&NCD(N)
                WRITE(3,3060)
NC(N),NENDE(N),NENDI(N),CRANK(N),PCYLT(N),TCYLT(N),
&NCD(N)
70  CONTINUE
            IF (NOPTS.EQ.4) THEN
                DO 80 N=1,NCYLT
                    READ(1,*) NC(N),NENDEE(N),NENDII(N)
                    WRITE(3,3160) NC(N),NENDEE(N),NENDII(N)
80  CONTINUE
                END IF
                IF (NOPTS.EQ.6) THEN
                    DO 85 N=1,NCYLT
                        READ(1,*) NC(N),NENDEE(N),NENDII(N),NENDEEE(N),NENDIII(N)
                        WRITE(3,3170) NC(N),NENDEE(N),NENDII(N),NENDEEE(N),NENDIII(N)
85  CONTINUE
                    END IF
                    DO 90 N=1,NCYLT
                        READ(1,*) TWALL(N),WFUEL(N),ACB(N),ACF(N)
                        WRITE(3,3130) TWALL(N),WFUEL(N),ACB(N),ACF(N)
90  CONTINUE
                        READ(1,*) ANNA,ANNB,ANNC,CALVAL,EFFMEC
                        WRITE(3,3070) ANNA,ANNB,ANNC,CALVAL,EFFMEC
                        READ(1,*) IPRT,NPCWF,PURITY,CARBON
                        WRITE(3,3140) IPRT,NPCWF,PURITY,CARBON
                        DO 100 K=1,NPCWF
                            READ(1,*) APCWF(K),PCWF(K)
                            WRITE(3,3150) APCWF(K),PCWF(K)
100  CONTINUE
110  READ(1,*) VALEXH
                        WRITE(3,3080) VALEXH
                        IF (VALEXH.EQ.0.) GOTO 140
                        READ(1,*) CDE,NTEXH
                        WRITE(3,3090) CDE,NTEXH
                        IF (NOPTS.EQ.2) THEN
                            DO 120 N=1,NTEXH
                                READ(1,*) ALPHEX(N),FEXH1(N)
                                WRITE(3,3110) ALPHEX(N),FEXH1(N)
120  CONTINUE
                            END IF

```

```

      IF (NOPORTS.EQ.4) THEN
      DO 121 N=1,NTEXH
      READ(1,*) ALPHEX(N),FEXH1(N),FEXH2(N)
      WRITE(3,3111) ALPHEX(N),FEXH1(N),FEXH2(N)
121  CONTINUE
      END IF
      IF (NOPORTS.EQ.6) THEN
      DO 122 N=1,NTEXH
      READ(1,*) ALPHEX(N),FEXH1(N),FEXH2(N),FEXH3(N)
      WRITE(3,3112) ALPHEX(N),FEXH1(N),FEXH2(N),FEXH3(N)
122  CONTINUE
      END IF
      NNPORTS=IDINT(0.5*NOPORTS)
      DO 130 M=1,NNPORTS
      DO 129 N=1,NTEXH
      ALPHEXX(M,N)=ALPHEX(N)+EVO(M)
129  CONTINUE
130  CONTINUE
      GOTO 150
140  READ(1,*) CDE,WIDTHE
      WRITE(3,3100) CDE,WIDTHE
150  READ(1,*) VALAIR
      WRITE(3,3080) VALAIR
      IF (VALAIR.EQ.0.) GOTO 180
      READ(1,*) CDA,NTAIR
      WRITE(3,3090) CDA,NTAIR
      IF (NOPORTS.EQ.2) THEN
      DO 160 N=1,NTAIR
      READ(1,*) ALPAIR(N),FAIR1(N)
      WRITE(3,3110) ALPAIR(N),FAIR1(N)
160  CONTINUE
      END IF
      IF (NOPORTS.EQ.4) THEN
      DO 161 N=1,NTAIR
      READ(1,*) ALPAIR(N),FAIR1(N),FAIR2(N)
      WRITE(3,3111) ALPAIR(N),FAIR1(N),FAIR2(N)
161  CONTINUE
      END IF
      IF (NOPORTS.EQ.6) THEN
      DO 162 N=1,NTAIR
      READ(1,*) ALPAIR(N),FAIR1(N),FAIR2(N),FAIR3(N)
      WRITE(3,3112) ALPAIR(N),FAIR1(N),FAIR2(N),FAIR3(N)
162  CONTINUE
      END IF
      DO 170 M=1,NNPORTS
      DO 169 N=1,NTAIR
      ALPAIRR(M,N)=ALPAIR(N)+AVO(M)
169  CONTINUE
170  CONTINUE
      IF (JJJJ.EQ.0) GOTO 1400
180  READ(1,*) CDA,WIDTHA
      WRITE(3,3100) CDA,WIDTHA
      IF (JJJJ.EQ.0) GOTO 1400
3000  FORMAT(I3,F7.2,F8.4,I5)
3010  FORMAT(2F9.4,F8.4)
3020  FORMAT(2F9.4,F8.4,2F9.4,F8.4,F7.1)
3030  FORMAT(F9.4)
3040  FORMAT(5F8.2)
3050  FORMAT(I4,2I5,F7.1,F10.3,2F9.2,I4)
3060  FORMAT(I4,2I5,F7.1,F10.3,F9.2,I4)

```

```
3070  FORMAT(2F7.3,E13.3,F12.2,F10.3)
3080  FORMAT(F6.1)
3090  FORMAT(F7.3,I4)
3100  FORMAT(F7.3,F9.3)
3110  FORMAT(F7.1,F14.8)
3111  FORMAT(F7.1,2F14.8)
3112  FORMAT(F7.1,3F14.8)
3120  FORMAT(2F7.3)
3130  FORMAT(F9.2,F14.9,2F7.1)
3140  FORMAT(2I4,2F7.3)
3150  FORMAT(2F8.2)
3160  FORMAT(3I10)
3170  FORMAT(5I10)
1400  RETURN
      END
```



```

SUBROUTINE CYLN2(NOPORTS)
  IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
  COMMON/MF/AAAIR,AAEXH,ALPHAT,ANGEND,ANGRES,ANREV,
&APAIR,APEXH,AREF,AVO(3),AVC(3),AAN(300),AP(300),
&APN(300),CYCLE,CLIN(300),CLOUT(300),DALPHA,
&DANGRS,DREF,DZ,EREF,EVC(3),EVO(3),FREF,FPIPE(300),EFFMEC,
&FPIPEN(300),IPOWER,IREV,GA,GE,GREF,IUNITL,
&IUNITP,IUNITT,IUNITK,IUNITW,IUNITQ,MINDT
  COMMON/SMF1/MREST,NAAT,NCLT,NCYLT,NINLET,NJUNCT,NNOZZT,NP,NPA,
&NPE,NPT,NTURBT,PAIR,PBACK,PBAR,PBARAB,PEXH,
&PI,PREF,RBACK,REVENG,REVREF,RPAIR,RPEXH,RP(300),
&RPN(300),TAIR,TEXH,TREF,VREF,WREF,XREF,Z,ZREF
  COMMON/CYL/ACSB,ALPHA,ALPHAE,ANNA,ANNB,ANNC,AC(24),
&ACB(24),ACF(24),ACN(24),ACR(24),ALPHAC(24),ALPHEX(60),

&ALPHEXX(3,60),ALPAIR(60),ALPAIRR(3,60),APCWF(24),CALVAL,CARBON,
&CDA,CDE,CR,COEFFA(4),COEFFB(4),COEFFC(4),COEFFD(4),
&COEFFE(4),COEFFZ(4),CRANK(24),DELTA,DCYL,DHEAT(24),
&DRC(24),DVCYL(24),DWCIN(24),DWCP(400),DWCYL(24)
  COMMON/CYL1/FCYL,FPISTA,FPISTE,FAIR1(60),FAIR2(60),FAIR3(60),
&FEXH1(60),FEXH2(60),FEXH3(60),HEATG(24),PURITY,PVEL,PCR(24),
&PCWF(24),PCYLT(24),PORTS(24),RC(24),RCN(24),RCR(24),SURF(24),

&TCR(24),TCYLT(24),TWALL(24),VALAIR,VALEXH,VCYL(24),WIDTHA,WIDTHE,
&WCAIR(24),WCIN(24),IPRT,MTYPE,NPCWF,NTAIR,NTEXH,NC(24),

&NENDE(24),NENDI(24),NENDEE(24),NENDII(24),NENDEEE(24),NENDIII(24)
  COMMON/CYL2/WCOUT(24),WCYL(24),WFUEL(24),WMW(4),WPCNT(96),
&WN(4),WORKGA(24),WORKGE(24),XCRA,XCRE,XSTA,XSTE,
&NCD(24),NSTORE(24),NSTORC(24),WCYLT(24),DWCINT(24),
&DWCPT(24),DWCIN1(24),DWCIN2(24),DWCIN3(24)
  COMMON/CY1/CCANG(1100),DATWC(1100),DATIN(1100),DATOUT(1100)
  COMMON/CYCYC/WCYLR(24),DST,AINO,AINO1,AINO2,IMOLS,EXHPO,AIRPO

C
C BIRIMLERIN S.I. BIRIM SISTEMINE DONUSTURULMESI
C
190  IF (IUNITL.EQ.1) GOTO 240
      DCYL=DCYL/3.281
      XSTA=XSTA/3.281
      IF (MTYPE.EQ.3) GOTO 200
      XCRA=XCRA/3.281
      IF (MTYPE.EQ.1) GOTO 200
      XSTE=XSTE/3.281
      XCRE=XCRE/3.281
200  IF (VALEXH.EQ.0.) GOTO 220
      IF (IUNITL.EQ.1) GOTO 220
      IF (NOPORTS.EQ.2) THEN
        DO 210 N=1,NTEXH
210    FEXH1(N)=FEXH1(N)/(3.281*3.281)
        END IF
      IF (NOPORTS.EQ.4) THEN
        DO 211 N=1,NTEXH
211    FEXH1(N)=FEXH1(N)/(3.281*3.281)
        FEXH2(N)=FEXH2(N)/(3.281*3.281)
        END IF
      IF (NOPORTS.EQ.6) THEN
        DO 212 N=1,NTEXH
212    FEXH1(N)=FEXH1(N)/(3.281*3.281)
        FEXH2(N)=FEXH2(N)/(3.281*3.281)
        FEXH3(N)=FEXH3(N)/(3.281*3.281)

```

```

END IF
220  IF (VALAIR.EQ.0.) GOTO 240
    IF (IUNITL.EQ.1) GOTO 240
    IF (NOPTS.EQ.2) THEN
        DO 230 N=1,NTAIR
230  FAIR1(N)=FAIR1(N)/(3.281*3.281)
        END IF
        IF (NOPTS.EQ.4) THEN
            DO 231 N=1,NTAIR
231  FAIR2(N)=FAIR2(N)/(3.281*3.281)
            END IF
            IF (NOPTS.EQ.6) THEN
                DO 232 N=1,NTAIR
232  FAIR3(N)=FAIR3(N)/(3.281*3.281)
                END IF
240  CONTINUE
        LONE=1
        DO 260 N=1,NCYLT
            IF (IPOWER.EQ.0) GOTO 250
            CALL UNITP(IUNITP,LONE,PCYLT(N),PBARAB)
            CALL UNITT(IUNITT,LONE,TCYLT(N))
            IF (IUNITW.EQ.1) GOTO 260
            WFUEL(N)=WFUEL(N)/2.205
            GOTO 260
250  CALL UNITP(IUNITP,LONE,PCR(N),PBARAB)
            CALL UNITT(IUNITT,LONE,TCR(N))
260  CALL UNITT(IUNITT,LONE,TWALL(N))
C
C  SILINDIR ICI DOLGUYU OLUSTURAN ELEMANLARA AIT ANTALPI,
C  MOLEKUL AGIRLIGI VE VISKOZITE KATSAYILARININ TAYIN EDILMESI
C  (1) INDISI AZOT GAZINI, (2) INDISI OKSIJEN GAZINI,
C  (3) INDISI KARBONDIOKSIT GAZINI VE (4) INDISI SU BUHARINI
C  GOSTERMEKTEDIR
C
COEFFA(1)=3.34435
COEFFA(2)=3.25304
COEFFA(3)=3.09590
COEFFA(4)=3.74292
COEFFB(1)=2.94260E-4
COEFFB(2)=6.52350E-4
COEFFB(3)=2.73114E-3
COEFFB(4)=5.65590E-4
COEFFC(1)=1.95300E-9
COEFFC(2)=-1.49524E-7
COEFFC(3)=-7.88542E-7
COEFFC(4)=4.95240E-8
COEFFD(1)=-6.57470E-12
COEFFD(2)=1.53897E-11
COEFFD(3)=8.66002E-11
COEFFD(4)=-1.81802E-11
COEFFE(1)=6025.902
COEFFE(2)=6032.170
COEFFE(3)=7041.783
COEFFE(4)=7223.490
COEFFZ(1)=7.31E-7
COEFFZ(2)=5.4E-7
COEFFZ(3)=3.72E-7

```

```

      COEFFZ(4)=3.27E-7
      WMW(1)=28.016
      WMW(2)=32.000
      WMW(3)=44.010
      WMW(4)=18.016
      IMOLS=0
      II=4*NCYLT
      DO 270 I=1,II
270   WPCNT(I)=0.
C
C HER BIR SILINDIRIN FAZ ACILARININ ILK SILINDIRIN KONUMUNA GORE
C BELIRLENMESI
C
      DO 280 N=1,NCYLT
      ALPHAC(N)=EVO(1)-CRANK(N)
      IF (ALPHAC(N).GE.0.) GOTO 280
      ALPHAC(N)=ALPHAC(N)+180*CYCLE
280   CONTINUE
C
C BOYUTSUZLASTIRMALAR
C
      FCYL=PI*0.25*DCYL*DCYL
      FCYL=FCYL/FREF
      DCYL=DCYL/DREF
      XSTA=XSTA/XREF
      IF (MTYPE.EQ.3) GOTO 290
      XCRA=XCRA/XREF
      IF (MTYPE.EQ.1) GOTO 290
      XSTE=XSTE/XREF
      XCRE=XCRE/XREF
290   IF (VALEXH.EQ.0.) GOTO 310
      IF (NOPTS.EQ.2) THEN
      DO 300 N=1,NTEXH
300   FEXH1(N)=FEXH1(N)/FREF
      END IF
      IF (NOPTS.EQ.4) THEN
      DO 301 N=1,NTEXH
301   FEXH1(N)=FEXH1(N)/FREF
      FEXH2(N)=FEXH2(N)/FREF
      END IF
      IF (NOPTS.EQ.6) THEN
      DO 302 N=1,NTEXH
302   FEXH1(N)=FEXH1(N)/FREF
      FEXH2(N)=FEXH2(N)/FREF
      FEXH3(N)=FEXH3(N)/FREF
      END IF
      GOTO 330
310   IF (MTYPE.EQ.1) GOTO 320
      EVODELTA=EVO(1)+DELTA
      ZER=0.
      CALL STROK(EXHPO,ZER,EVODELTA,XSTE,XCRE,REVENG,ZREF)
      GOTO 330
320   ZER=0.
      CALL STROK(EXHPO,ZER,EVO(1),XSTA,XCRA,REVENG,ZREF)
330   IF (VALAIR.EQ.0.) GOTO 350
      IF (NOPTS.EQ.2) THEN
      DO 340 N=1,NTAIR
340   FAIR1(N)=FAIR1(N)/FREF
      END IF
      IF (NOPTS.EQ.4) THEN

```

```

DO 341 N=1,NTAIR
FAIR1(N)=FAIR1(N)/FREF
341 FAIR2(N)=FAIR2(N)/FREF
END IF
IF (NOPTS.EQ.6) THEN
DO 342 N=1,NTAIR
FAIR1(N)=FAIR1(N)/FREF
FAIR2(N)=FAIR2(N)/FREF
342 FAIR3(N)=FAIR3(N)/FREF
END IF
GOTO 360
350 ZER=0.
CALL STROK(AIRPO, ZER, AVO(1), XSTA, XCRA, REVENG, ZREF)
360 PVEL=2*DSQRT((XSTA*XSTA*XSTA+XSTE*XSTE*XSTE)/(XSTA+XSTE))*
&XREF*REVREF*REVENG
IF (IPOWER.EQ.0) GOTO 370
WORKGA(1)=0.
WORKGE(1)=0.
HEATG(1)=0.
IMOLS=100
LONE=1
CALL POWER(LONE)
370 DO 380 N=1,NCYLT
RCR(N)=PCR(1)/PREF
380 ACR(N)=DSQRT(287*GE*TCR(1))/AREF
C
C SILINDIR ICIN BASLANGIC KOSULLARININ BELIRLENMESI
C
DST=1.
IF (MTYPE.EQ.3) GOTO 390
CALL STROK(XST, DST, EVO(1), XSTA, XCRA, REVENG, ZREF)
CALL CYLVOL(FCYL, XST, XSTA, CR, DST, VCYL(1), DVCYL(1))
GOTO 400
390 VCYL(1)=XSTA*FCYL
DVCYL(1)=0.
GOTO 410
400 IF (MTYPE.NE.2) GOTO 410
DST=1.
EVODELTA=EVO(1)+DELTA
CALL STROK(XST, DST, EVODELTA, XSTE, XCRE, REVENG, ZREF)
CALL CYLVOL(FCYL, XST, XSTE, CR, DST, VCYLE, DVCYLE)
DVCYL(1)=DVCYL(1)+DVCYLE
VCYL(1)=VCYL(1)+VCYLE
410 DO 420 N=1,NCYLT
WCYL(N)=GE*RCR(N)*VCYL(1)/(ACR(N)*ACR(N)*GREF)
WCYLR(N)=WCYL(N)
AINO=1.
ZER=0.
CALL
ENERGY(ZER, ZER, AINO, ACR(N), RCR(N), DRC(N), DVCYL(1), VCYL(1),
&GE, GA, ZER, AREF, GREF, WREF)
RC(N)=RCR(N)
AC(N)=ACR(N)
WORKGA(N)=0.
WORKGE(N)=0.
HEATG(N)=0.
WCIN(N)=0.
WCOU(N)=0.
WCAIR(N)=0.
420 DWCYL(N)=0.

```

```
J=0
DO 440 N=1,NCYLT
IF (NCD(N).EQ.0) GOTO 440
J=J+1
IF (J.LE.10) GOTO 430
WRITE(2,2000) NC(N)
2000 FORMAT(//,1X,'SILINDIR SAYISI 10 DAN FAZLA.',/,1X,I2,
&' NUMARALI SILINDIRE AIT CIKIS BILGILERI YAZILMAYACAKTIR.')
NCD(N)=0
GOTO 440
430 NSTORE(N)=1+110*(J-1)
NSTORC(N)=NSTORE(N)
WCYLT(N)=WCYL(1)
DWCINT(N)=0.
DWCPT(N)=0.
I=NSTORE(N)
CCANG(I)=EVO(1)
DATWC(I)=WCYL(1)
DATIN(I)=0.
DATOUT(I)=0.
440 CONTINUE
RETURN
END
```




```

SUBROUTINE CYLN3 (NCYCLE, NIN, NEX, NINI, NEXE, NININ, NEXEN, NOPORTS)
IMPLICIT REAL*8 (A-H, O-Z)
COMMON/MF/AAAIR, AAEXH, ALPHAT, ANGEND, ANGRES, ANREV,
&APAIR, APEXH, AREF, AVO(3), AVC(3), AAN(300), AP(300),
&APN(300), CYCLE, CLIN(300), CLOUT(300), DALPHA,
&DANGRS, DREF, DZ, EREF, EVC(3), EVO(3), FREF, FPIPE(300), EFFMEC,
&FPIPEN(300), IPOWER, IREV, GA, GE, GREF, IUNITL,
&IUNITP, IUNITT, IUNITK, IUNITW, IUNITQ, MINDT
COMMON/SMF1/MREST, NAAT, NCLT, NCYLT, NINLET, NJUNCT, NNOZZT, NP, NPA,
&NPE, NPT, NTURBT, PAIR, PBACK, PBAR, PBARAB, PEXH,
&PI, PREF, RBACK, REVENG, REVREF, RPAIR, RPEXH, RP(300),
&RPN(300), TAIR, TEXH, TREF, VREF, WREF, XREF, Z, ZREF
COMMON/CYL/ACSB, ALPHA, ALPHAE, ANNA, ANNB, ANNC, AC(24),
&ACB(24), ACF(24), ACN(24), ACR(24), ALPHAC(24), ALPHEX(60),

&ALPHEXX(3, 60), ALPAIR(60), ALPAIRR(3, 60), APCWF(24), CALVAL, CARBON,
&CDA, CDE, CR, COEFFA(4), COEFFB(4), COEFFC(4), COEFFD(4),
&COEFFE(4), COEFFZ(4), CRANK(24), DELTA, DCYL, DHEAT(24),
&DRC(24), DVCYL(24), DWCIN(24), DWCP(400), DVCYL(24)
COMMON/CYL1/FCYL, FPISTA, FPISTE, FAIR1(60), FAIR2(60), FAIR3(60),
&FEXH1(60), FEXH2(60), FEXH3(60), HEATG(24), PURITY, PVEL, PCR(24),
&PCWF(24), PCYLT(24), PORTS(24), RC(24), RCN(24), RCR(24), SURF(24),

&TCR(24), TCYLT(24), TWALL(24), VALAIR, VALEXH, VCYL(24), WIDTHA, WIDTHE,
&WCAIR(24), WCIN(24), IPRT, MTYPE, NPCWF, NTAIR, NTEXH, NC(24),

&NENDE(24), NENDI(24), NENDEE(24), NENDII(24), NENDEEE(24), NENDIII(24)
COMMON/CYL2/WCOUT(24), WCYL(24), WFUEL(24), WMW(4), WPCNT(96),
&WN(4), WORKGA(24), WORKGE(24), XCRA, XCRE, XSTA, XSTE,
&NCD(24), NSTORE(24), NSTORC(24), WCYLT(24), DWCINT(24),
&DWCPT(24), DWCIN1(24), DWCIN2(24), DWCIN3(24)
COMMON/CY1/CCANG(1100), DATWC(1100), DATIN(1100), DATOUT(1100)
COMMON/CYCYC/WCYLR(24), DST, AINO, AINO1, AINO2, IMOLS, EXHPO, AIRPO
ACN(NCYCLE)=AC(NCYCLE)
RCN(NCYCLE)=RC(NCYCLE)
NEX=NENDE(NCYCLE)
NIN=NENDI(NCYCLE)
APN(NEX)=AP(NEX)
RPN(NEX)=RP(NEX)
IF (NOPORTS.EQ.4) THEN
NEXE=NENDEE(NCYCLE)
NINI=NENDII(NCYCLE)
APN(NEXE)=AP(NEXE)
RPN(NEXE)=RP(NEXE)
END IF
IF (NOPORTS.EQ.6) THEN
NEXE=NENDEE(NCYCLE)
NINI=NENDII(NCYCLE)
NEXEN=NENDEEE(NCYCLE)
NININ=NENDIII(NCYCLE)
APN(NEXE)=AP(NEXE)
RPN(NEXE)=RP(NEXE)
APN(NEXEN)=AP(NEXEN)
RPN(NEXEN)=RP(NEXEN)
END IF
IF (NIN.EQ.0) GOTO 460
APN(NIN)=AP(NIN)
RPN(NIN)=RP(NIN)
IF (NOPORTS.EQ.4) THEN
APN(NINI)=AP(NINI)

```

```

RPN(NINI)=RP(NINI)
END IF
IF (NOPORTS.EQ.6) THEN
APN(NINI)=AP(NINI)
RPN(NINI)=RP(NINI)
APN(NININ)=AP(NININ)
RPN(NININ)=RP(NININ)
END IF
C
C
C KRANK ACISININ TAYINI
C
C
C DORT ZAMANLI MOTORLARDA SUBAPLARIN UST USTE BINDIGI VEYA HER IKI
C SUBAPINDA ACIK OLDUGU ARALIK COGUNLUKLA 315 KMA - 405 KMA ARASINDA
C OLDUGU HATIRLANMALIDIR
C
C
C
460  ALPHAC(NCYCLE)=ALPHAC(NCYCLE)+DZ*ZREF*REVENG
      IF (ALPHAC(NCYCLE).LT.180*CYCLE) GOTO 470
      ALPHAC(NCYCLE)=ALPHAC(NCYCLE)-180*CYCLE
470  IF ((ALPHAC(NCYCLE)-315).GT.0.) GOTO 480
      GOTO 490
480  IF ((ALPHAC(NCYCLE)-315).LE.90.) MINDT=100
490  ALPHA=ALPHAC(NCYCLE)
      ALPHAE=ALPHA
C
C ILK CEVRIMDEN SONRA EGSOZ SUBAPININ ACIK OLUP OLMADIGININ
C KONTROLU
C
      CRANK(NCYCLE)=CRANK(NCYCLE)-DZ*ZREF*REVENG
      RETURN
      END

```

```

SUBROUTINE CYLN4 (NCYCLE, NIN, NEX, NINI, NEXE, NININ, NEXEN, NOPORTS)
  IMPLICIT REAL*8 (A-H, O-Z)
  COMMON/MF/AAAIR, AAEXH, ALPHAT, ANGEND, ANGRES, ANREV,
&APAIR, APEXH, AREF, AVO(3), AVC(3), AAN(300), AP(300),
&APN(300), CYCLE, CLIN(300), CLOUT(300), DALPHA,
&DANGRS, DREF, DZ, EREF, EVC(3), EVO(3), FREF, FPIPE(300), EFFMEC,
&FPIPEN(300), IPOWER, IREV, GA, GE, GREF, IUNITL,
&IUNITP, IUNITT, IUNITK, IUNITW, IUNITQ, MINDT
  COMMON/SMF1/MREST, NAAT, NCLT, NCYLT, NINLET, NJUNCT, NNOZZT, NP, NPA,
&NPE, NPT, NTURBT, PAIR, PBACK, PBAR, PBARAB, PEXH,
&PI, PREF, RBACK, REVENG, REVREF, RPAIR, RPEXH, RP(300),
&RPN(300), TAIR, TEXH, TREF, VREF, WREF, XREF, Z, ZREF
  COMMON/CYL/ACSB, ALPHA, ALPHAE, ANNA, ANNB, ANNC, AC(24),
&ACB(24), ACF(24), ACN(24), ACR(24), ALPHAC(24), ALPHEX(60),

&ALPHEXX(3, 60), ALPAIR(60), ALPAIRR(3, 60), APCWF(24), CALVAL, CARBON,
&CDA, CDE, CR, COEFFA(4), COEFFB(4), COEFFC(4), COEFFD(4),
&COEFFE(4), COEFFZ(4), CRANK(24), DELTA, DCYL, DHEAT(24),
&DRC(24), DVCYL(24), DWCIN(24), DWCP(400), DWCYL(24)
  COMMON/CYL1/FCYL, FPISTA, FPISTE, FAIR1(60), FAIR2(60), FAIR3(60),
&FEXH1(60), FEXH2(60), FEXH3(60), HEATG(24), PURITY, PVEL, PCR(24),
&PCWF(24), PCYLT(24), PORTS(24), RC(24), RCN(24), RCR(24), SURF(24),

&TCR(24), TCYLT(24), TWALL(24), VALAIR, VALEXH, VCYL(24), WIDTHA, WIDTHE,
&WCAIR(24), WCIN(24), IPRT, MTYPE, NPCWF, NTAIR, NTEXH, NC(24),

&NENDE(24), NENDI(24), NENDEE(24), NENDII(24), NENDEEE(24), NENDIII(24)
  COMMON/CYL2/WCOUT(24), WCYL(24), WFUEL(24), WMW(4), WPCNT(96),
&WN(4), WORKGA(24), WORKGE(24), XCRA, XCRE, XSTA, XSTE,
&NCD(24), NSTORE(24), NSTORC(24), WCYLT(24), DWCINT(24),
&DWCP(24), DWCIN1(24), DWCIN2(24), DWCIN3(24)
  COMMON/CY1/CCANG(1100), DATWC(1100), DATIN(1100), DATOUT(1100)
  COMMON/CYC/CYCYL(WCYLR(24), DST, AINO, AINO1, AINO2, IMOLS, EXHPO, AIRPO

C
  DWCIN(NCYCLE)=DWCIN1(NCYCLE)
C
  IF (NOPORTS.EQ.4) DWCIN(NCYCLE)=DWCIN1(NCYCLE)+DWCIN2(NCYCLE)
  IF (NOPORTS.EQ.6) DWCIN(NCYCLE)=DWCIN1(NCYCLE)+DWCIN2(NCYCLE)+
&DWCIN3(NCYCLE)
C
  DWCYL(NCYCLE)=DWCIN(NCYCLE)-DWCP(NEX)
C
  IF (NOPORTS.EQ.4) DWCYL(NCYCLE)=DWCIN(NCYCLE)-DWCP(NEX)-
DWCP(NEXE)
  IF (NOPORTS.EQ.6) DWCYL(NCYCLE)=DWCIN(NCYCLE)-DWCP(NEX)-
DWCP(NEXE)
  &-DWCP(NEXEN)
C
C SUBAPLARDAN GECEN KUTLENIN HESABI ICIN DATANIN GEREKIP GEREKMEDIGI
C
C
  IF (NCD(NCYCLE).EQ.0) GOTO 1200
C
C
C GEREKLI DATANIN OLUSTURULMASI
C
  I=NSTORC(NCYCLE)
  IF (ALPHA.GE.CCANG(I)) GOTO 1190
1180 WCYLT(NCYCLE)=WCYL(NCYCLE)
  DWCINT(NCYCLE)=DWCIN(NCYCLE)

```

```

DWCPT(NCYCLE)=DWCP(NEX)
IF (NOPTS.EQ.4) DWCPT(NCYCLE)=DWCP(NEX)+DWCP(NEXE)
IF (NOPTS.EQ.6) DWCPT(NCYCLE)=DWCP(NEX)+DWCP(NEXE)+
&DWCP(NEXEN)
GOTO 1200
1190 DA=ALPHA-CCANG(I)
DAN=DZ*ZREF*REVENG
CALL INTXY(P,WCYL(NCYCLE),WCYL(NCYCLE),DA,DAN)
DATWC(I)=P
CALL INTXY(P,DWCINT(NCYCLE),DWCIN(NCYCLE),DA,DAN)
DATIN(I)=P
GOTO (1194,1191,1194,1192,1194,1193), NOPTS
1191 CALL INTXY(P,DWCPT(NCYCLE),DWCP(NEX),DA,DAN)
GOTO 1194
1192 DWQQ=DWCP(NEX)+DWCP(NEXE)
CALL INTXY(P,DWCPT(NCYCLE),DWQQ,DA,DAN)
GOTO 1194
1193 DWQQ=DWCP(NEX)+DWCP(NEXE)+DWCP(NEXEN)
CALL INTXY(P,DWCPT(NCYCLE),DWQQ,DA,DAN)
1194 DATOUT(I)=P
I=I+1
NSTORC(NCYCLE)=I
IM1=I-1
CCANG(I)=CCANG(IM1)+5
IF (ALPHA-CCANG(I)) 1180,1190,1190
C
C SUBAPLARDAN GECEN TOPLAM KUTLENIN HESABI
C
1200 IF ((ALPHA-EVO(1))-(DZ*ZREF*REVENG)) 1210,1220,1220
1210 DZT=(ALPHA-EVO(1))/(ZREF*REVENG)
GOTO 1230
1220 DZT=DZ
C
C EMME SUBAPINDA AKIS YONUNUN TAYINI
C
C
1230 IF (DWCIN(NCYCLE).GT.0.) GOTO 1250
C
C
C EMME SUBAPINDAN DISARI AKIS HALI
C (SILINDIRDEN EMME MANIFOLDUNA AKIS)
C
C EGSOZ SUBAPINDA AKIS YONUNUN TAYINI
C
C
GOTO (1234,1231,1234,1232,1234,1233), NOPTS
1231 IF (DWCP(NEX).GT.0) GOTO 1240
GOTO 1234
1232 IF (DWCP(NEXE).GT.0.OR.DWCP(NEX).GT.0) GOTO 1240
GOTO 1234
1233 IF (DWCP(NEXEN).GT.0.OR.DWCP(NEXE).GT.0.OR.DWCP(NEX).GT.0)
&GOTO 1240
1234 CONTINUE
C
C
C EMME SUBAPINDAN DISARI, EGSOZ SUBAPINDAN ICERI AKIS OLMASI
C
DWEAIR=WCAIR(NCYCLE)*DWCIN(NCYCLE)/WCYL(NCYCLE)
WCAIR(NCYCLE)=WCAIR(NCYCLE)+DWEAIR*DZT
GOTO 1270

```

```

C
C EMM E SUBAPINDAN DISARI, EGSOZ SUBAPINDAN DISARI AKIS OLMASI
C
1240  CONTINUE
      GOTO (1244,1241,1244,1242,1244,1243), NOPORTS
1241  DWEAIR=(DWCIN(NCYCLE)-DWCP(NEX))*WCAIR(NCYCLE)/WCYL(NCYCLE)
      GOTO 1244
1242  DWEAIR=(DWCIN(NCYCLE)-DWCP(NEX)-DWCP(NEXE))*WCAIR(NCYCLE)/
&WCYL(NCYCLE)
      GOTO 1244
1243  DWEAIR=(DWCIN(NCYCLE)-DWCP(NEX)-DWCP(NEXE)-DWCP(NEXEN))*
&WCAIR(NCYCLE)/WCYL(NCYCLE)
1244  CONTINUE
      WCAIR(NCYCLE)=WCAIR(NCYCLE)+DWEAIR*DZT
      GOTO 1270

C
C EMM E SUBAPINDAN ICERI AKIS HALI
C (EMME MANIFOLDUNDAN SILINDIRE AKIS)
C
C EGSOZ SUBAPINDA AKIS YONUNUN TAYINI
C
C
1250  CONTINUE
      GOTO (1254,1251,1254,1252,1254,1253), NOPORTS
1251  IF (DWCP(NEX).GT.0) GOTO 1260
      GOTO 1254
1252  IF (DWCP(NEXE).GT.0.OR.DWCP(NEX).GT.0) GOTO 1260
      GOTO 1254
1253  IF (DWCP(NEXEN).GT.0.OR.DWCP(NEXE).GT.0.OR.DWCP(NEX).GT.0)
&GOTO 1260
1254  CONTINUE

C
C
C EMM E SUBAPINDAN ICERI, EGSOZ SUBAPINDAN ICERI AKIS OLMASI
C
      DWEAIR=0.
      WCAIR(NCYCLE)=WCAIR(NCYCLE)+DWCIN(NCYCLE)*DZT
      WCIN(NCYCLE)=WCIN(NCYCLE)+DWCIN(NCYCLE)*DZT
      GOTO 1270

C
C EMM E SUBAPINDAN ICERI, EGSOZ SUBAPINDAN DISARI AKIS OLMASI
C
1260  CONTINUE
      GOTO (1264,1261,1264,1262,1264,1263), NOPORTS
1261  DWEAIR=WCAIR(NCYCLE)*DWCP(NEX)/WCYL(NCYCLE)
      GOTO 1264
1262  DWEAIR=WCAIR(NCYCLE)*(DWCP(NEX)+DWCP(NEXE))/WCYL(NCYCLE)
      GOTO 1264
1263  DWEAIR=WCAIR(NCYCLE)*(DWCP(NEX)+DWCP(NEXE)+DWCP(NEXEN))/
&WCYL(NCYCLE)
1264  CONTINUE
      WCAIR(NCYCLE)=WCAIR(NCYCLE)+(DWCIN(NCYCLE)-DWEAIR)*DZT
      WCIN(NCYCLE)=WCIN(NCYCLE)+DWCIN(NCYCLE)*DZT

C
C EGSOZ SUBAPINDAN GECEN TOPLAM KUTLENIN HESABI
C
1270  CONTINUE
      GOTO (1274,1271,1274,1272,1274,1273), NOPORTS
1271  WCOU T(NCYCLE)=WCOU T(NCYCLE)+DWCP(NEX)*DZT
      GOTO 1274

```

```

1272 WCOUT (NCYCLE) = WCOUT (NCYCLE) + (DWCP (NEX) + DWCP (NEXE)) * DZT
      GOTO 1274
1273 WCOUT (NCYCLE) = WCOUT (NCYCLE) + (DWCP (NEX) + DWCP (NEXE) +
      &DWCP (NEXEN)) * DZT
1274 CONTINUE
C
C ISI TRANSFERININ HESAPLANMASI
C
      TC = GREF * TREF * AC (NCYCLE) * AC (NCYCLE) / GE
      RHO = RC (NCYCLE) * PREF * 100 / (0.287 * TC)
      WMOLS = RC (NCYCLE) * PREF * VCYL (NCYCLE) * VREF * 100 / (8.3143 * TC)
      WMASS = RHO * VCYL (NCYCLE) * VREF
      IF (IPOWER.NE.0) GOTO 1280
      WN(1) = 0.79 * WMOLS
      WN(2) = 0.21 * WMOLS
      WN(3) = 0.
      WN(4) = 0.
      GOTO 1330
1280 IF (IMOLS.EQ.0) GOTO 1320
C
C GUC CEVRIMININ SONUNDA DOLGU BILESENLERININ AGIRLIK BAKIMINDAN
C YUZDELERININ HESAPLANMASI
C
      WT = 0.
      DO 1290 I = 1, 4
1290 WT = WT + WMW(I) * WN(I)
      DO 1310 NPCNT = 1, NCYLT
      DO 1300 J = 1, 4
      I = 4 * (NPCNT - 1) + J
1300 WPCNT(I) = WMW(J) * WN(J) / WT
1310 CONTINUE
      IMOLS = 0
C
C GAZ HAL DEGISIMI BOYUNCA BILESENLERIN MOL SAYILARININ HESABI
C
1320 NCYC4 = 4 * NCYCLE
      NCYC4M1 = 4 * NCYCLE - 1
      NCYC4M2 = 4 * NCYCLE - 2
      NCYC4M3 = 4 * NCYCLE - 3
      WN(1) = WREF * (0.77 * WCAIR (NCYCLE) + WPCNT (NCYC4M3) *
      &(WCYL (NCYCLE) - WCAIR (NCYCLE))) / WMW(1)
      WN(2) = WREF * (0.23 * WCAIR (NCYCLE) + WPCNT (NCYC4M2) *
      &(WCYL (NCYCLE) - WCAIR (NCYCLE))) / WMW(2)
      WN(3) = WREF * WPCNT (NCYC4M1) * (WCYL (NCYCLE) - WCAIR (NCYCLE)) / WMW(3)
      WN(4) = WREF * WPCNT (NCYC4) * (WCYL (NCYCLE) - WCAIR (NCYCLE)) / WMW(4)
C
C ISI TRANSFERI ICIN GEREKLI DATANIN HESAPLANMASI
C
1330 CPT = 0.
      DO 1340 I = 1, 4
1340 CPT = CPT + WN(I) * (COEFFA(I) + 2 * COEFFB(I) * TC + 3 * COEFFC(I) * TC * TC +
      &4 * COEFFD(I) * TC * TC * TC)
      CPT = 8.3143 * CPT / WMASS
      A = 0.
      B = 0.
      DO 1350 I = 1, 4
      A = WN(I) * COEFFZ(I) * DSQRT(WMW(I)) + A
1350 B = WN(I) * DSQRT(WMW(I)) + B
      VISCTY = (A * TC * 0.645) / B
      CONDY = CPT * VISCTY / 0.7

```

```

      REY=RHO*PVEL*DCYL*DREF/VISCTY
      H=(ANNA*CONDY*REY**ANNB)/(DCYL*DREF)
      DHEAT(NCYCLE)=SURF(NCYCLE)*H*(TWALL(NCYCLE)-TC)*
&VREF*1000/AREF
C
C GAZ HAL DEGİSİMİ BOYUNCA GERCEKLESEN TOPLAM ISI TRANSFERİ
C
      HEATG(NCYCLE)=HEATG(NCYCLE)+DHEAT(NCYCLE)*DZ*0.001
C
C ENERJİ DENGELMESİ, ENERJİNİN KORUNUMU VE BASINÇ DEĞİSİMİNİN
C HESAPLANMASI
C
      GOTO (1354,1351,1354,1352,1354,1353), NOPORTS
1351  IF (NIN.EQ.0) THEN
      AINO=APAIR
      ELSE
      CALL STAGNA(CLOUT(NIN),CLIN(NIN),AINO,GA)
      END IF
      GOTO 1354
1352  IF (NINI.EQ.0) THEN
      AINO1=APAIR
      ELSE
      CALL STAGNA(CLOUT(NINI),CLIN(NINI),AINO1,GA)
      END IF
      GOTO 1354
1353  IF (NININ.EQ.0) THEN
      AINO2=APAIR
      ELSE
      CALL STAGNA(CLOUT(NININ),CLIN(NININ),AINO2,GA)
      END IF
1354  CONTINUE
1360  GOTO (1364,1361,1364,1362,1364,1363), NOPORTS
1361  CALL
ENERGY(DWCIN(NCYCLE),DWCP(NEX),AINO,AC(NCYCLE),RC(NCYCLE),
&DRC(NCYCLE),DVCYL(NCYCLE),VCYL(NCYCLE),GE,GA,DHEAT(NCYCLE),
&AREF,GREF,WREF)
      RETURN
1362  CALL
ENERGY1(DWCIN1(NCYCLE),DWCIN2(NCYCLE),DWCP(NEX),DWCP(NEXE),
&AINO,AINO1,AC(NCYCLE),RC(NCYCLE),DRC(NCYCLE),DVCYL(NCYCLE),
&VCYL(NCYCLE),GE,GA,DHEAT(NCYCLE),AREF,GREF,WREF)
      RETURN
1363  CALL ENERGY2(DWCIN1(NCYCLE),DWCIN2(NCYCLE),DWCIN3(NCYCLE),
&DWCP(NEX),DWCP(NEXE),DWCP(NEXEN),AINO,AINO1,AINO2,AC(NCYCLE),
&RC(NCYCLE),DRC(NCYCLE),DVCYL(NCYCLE),VCYL(NCYCLE),GE,GA,
&DHEAT(NCYCLE),AREF,GREF,WREF)
1364  CONTINUE
      RETURN
      END

```



```

SUBROUTINE CYLNDR(JJJJ)
  IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
  COMMON/MF/AAAIR,AAEXH,ALPHAT,ANGEND,ANGRES,ANREV,
&APAIR,APEXH,AREF,AVO(3),AVC(3),AAN(300),AP(300),
&APN(300),CYCLE,CLIN(300),CLOUT(300),DALPHA,
&DANGRS,DREF,DZ,EREF,EVC(3),EVO(3),FREF,FPIPE(300),EFFMEC,
&FPIPEN(300),IPOWER,IREV,GA,GE,GREF,IUNITL,
&IUNITP,IUNITT,IUNITK,IUNITW,IUNITQ,MINDT
  COMMON/SMF1/MREST,NAAT,NCLT,NCYLT,NINLET,NJUNCT,NNOZZT,NP,NPA,
&NPE,NPT,NTURBT,PAIR,PBACK,PBAR,PBARAB,PEXH,
&PI,PREF,RBACK,REVENG,REVREF,RPAIR,RPEXH,RP(300),
&RPN(300),TAIR,TEXH,TREF,VREF,WREF,XREF,Z,ZREF
  COMMON/CYL/ACSB,ALPHA,ALPHAE,ANNA,ANNB,ANNC,AC(24),
&ACB(24),ACF(24),ACN(24),ACR(24),ALPHAC(24),ALPHEX(60),

&ALPHEXX(3,60),ALPAIR(60),ALPAIRR(3,60),APCWF(24),CALVAL,CARBON,
&CDA,CDE,CR,COEFFA(4),COEFFB(4),COEFFC(4),COEFFD(4),
&COEFFE(4),COEFFZ(4),CRANK(24),DELTA,DCYL,DHEAT(24),
&DRC(24),DVCYL(24),DWCIN(24),DWCP(400),DWCYL(24)
  COMMON/CYL1/FCYL,FPISTA,FPISTE,FAIR1(60),FAIR2(60),FAIR3(60),
&FEXH1(60),FEXH2(60),FEXH3(60),HEATG(24),PURITY,PVEL,PCR(24),
&PCWF(24),PCYL(24),PORTS(24),RC(24),RCN(24),RCR(24),SURF(24),

&TCR(24),TCYL(24),TWALL(24),VALAIR,VALEXH,VCYL(24),WIDTHA,WIDTHE,
&WCAIR(24),WCIN(24),IPRT,MTYPE,NPCWF,NTAIR,NTEXH,NC(24),

&NENDE(24),NENDI(24),NENDEE(24),NENDII(24),NENDEEE(24),NENDIII(24)
  COMMON/CYL2/WCOUT(24),WCYL(24),WFUEL(24),WMW(4),WPCNT(96),
&WN(4),WORKGA(24),WORKGE(24),XCRA,XCRE,XSTA,XSTE,
&NCD(24),NSTORE(24),NSTORC(24),WCYL(24),DWCINT(24),
&DWCPT(24),DWCIN1(24),DWCIN2(24),DWCIN3(24)
  COMMON/CYL/CCANG(1100),DATWC(1100),DATIN(1100),DATOUT(1100)
  COMMON/CYCYC/WCYLR(24),DST,AINO,AINO1,AINO2,IMOLS,EXHPO,AIRPO
  IF (NCYLT.EQ.0) GOTO 1400
  IF (JJJJ.EQ.1) GOTO 190
  IF (JJJJ.EQ.2) GOTO 450
  CALL CYLN1(JJJJ,NOPTS)
  IF (JJJJ.EQ.0) GOTO 1400
190  CALL CYLN2(NOPTS)
450  DO 1390 NCYCLE=1,NCYLT
      CALL CYLN3(NCYCLE,NIN,NEX,NINI,NEXE,NININ,NEXEN,NOPTS)
      IF (CRANK(NCYCLE).LE.0.) GOTO 520
500  CALL NOFLOW(CLOUT(NEX),CLIN(NEX),AAN(NEX),AP(NEX),RP(NEX),
&DWCP(NEX),GE)
      IF (NOPTS.EQ.4) THEN
        CALL
      NOFLOW(CLOUT(NEXE),CLIN(NEXE),AAN(NEXE),AP(NEXE),RP(NEXE),
&DWCP(NEXE),GE)
      END IF
      IF (NOPTS.EQ.6) THEN
        CALL
      NOFLOW(CLOUT(NEXE),CLIN(NEXE),AAN(NEXE),AP(NEXE),RP(NEXE),
&DWCP(NEXE),GE)
      CALL NOFLOW(CLOUT(NEXEN),CLIN(NEXEN),AAN(NEXEN),AP(NEXEN),
&RP(NEXEN),DWCP(NEXEN),GE)
      END IF
      IF (NIN.EQ.0) GOTO 510
      CALL NOFLOW(CLOUT(NIN),CLIN(NIN),AAN(NIN),AP(NIN),RP(NIN),
&DWCP(NIN),GA)
      IF (NOPTS.EQ.4) THEN

```



```

      CALL
NOFLOW(CLOUT(NINI),CLIN(NINI),AAN(NINI),AP(NINI),RP(NINI),
      &DWCP(NINI),GA)
      END IF
      IF (NOPORTS.EQ.6) THEN
      CALL
NOFLOW(CLOUT(NINI),CLIN(NINI),AAN(NINI),AP(NINI),RP(NINI),
      &DWCP(NINI),GA)
      CALL NOFLOW(CLOUT(NININ),CLIN(NININ),AAN(NININ),AP(NININ),
      &RP(NININ),DWCP(NININ),GA)
      END IF
510   PORTS(NCYCLE)=0.
      GOTO 1380
C
C SILINDIR KOSULLARININ TAYIN EDILMESI
C
520   RC(NCYCLE)=RC(NCYCLE)+DZ*DRC(NCYCLE)
      WCYL(NCYCLE)=WCYL(NCYCLE)+DZ*DWCYL(NCYCLE)
C
C SILINDIR HACMININ VE HACIM DEGİSİMİNİN HESAPLANMASI
C
      DVCYLE=0.
      DST=1.
      IF (MTYPE.EQ.3) GOTO 530
      CALL STROK(XST,DST,ALPHA,XSTA,XCRA,REVENG,ZREF)
      XHTA=XST
      CALL CYLVOL(FCYL,XST,XSTA,CR,DST,VCYL(NCYCLE),DVCYL(NCYCLE))
      IF (MTYPE.NE.1) GOTO 540
      FPISTE=1.
      GOTO 540
530   VCYL(NCYCLE)=XSTA*FCYL
      DVCYL(NCYCLE)=0.
      FPISTA=1.
      FPISTE=1.
      GOTO 560
540   IF (MTYPE.NE.2) GOTO 560
      DST=1.
      ALPHAE=ALPHA+DELTA
      IF (ALPHAE.LT.180*CYCLE) GOTO 550
      ALPHAE=ALPHAE-180*CYCLE
550   CALL STROK(XST,DST,ALPHAE,XSTE,XCRE,REVENG,ZREF)
      XHTE=XST
      CALL CYLVOL(FCYL,XST,XSTE,CR,DST,VCYLE,DVCYLE)
      VCYL(NCYCLE)=VCYL(NCYCLE)+VCYLE
      DVCYL(NCYCLE)=DVCYL(NCYCLE)+DVCYLE
560   CALL SREA(SURF(NCYCLE),VCYL(NCYCLE),FCYL,DCYL,XREF,DREF,
      &FPISTA,FPISTE,MTYPE)
C
C BOYUTSUZ SES HİZİNİN HESAPLANMASI
C
AC(NCYCLE)=DSQRT(GE*RC(NCYCLE)*VCYL(NCYCLE)/(WCYL(NCYCLE)*GREF))
C
C SUBAPLARIN ACIK OLUP OLMADIGININ KONTROLU
C
      NNPORTS=IDINT(0.5*NOPORTS)
      IF (ALPHA.GE.AVC(NNPORTS)) GOTO 570
      IF (ALPHA.LE.AVO(1)) GOTO 570
      AIR=10.
      GOTO 580

```

```

570  AIR=0.
580  IF (ALPHA.GE.EVC(NNPORTS)) GOTO 590
      IF (ALPHA.LE.EVO(1)) GOTO 590
      EXH=10.
      GOTO 600
590  EXH=0.
600  IF (ALPHA.LT.ACSB) GOTO 760
      DALPHA=DZ*ZREF*REVENG
      IF (ALPHA-ACSB.GT.DALPHA) GOTO 760
C
C SUBAPLAR ICIN AKIM DATASININ GEREKIP GEREKMEDIGININ KONTROLU
C
      IF (NCD(NCYCLE).EQ.0) GOTO 650
C
C EGER AKISA AIT DATA GEREKLI ISE ...
C
      WRITE(2,2010) NC(NCYCLE)
2010  FORMAT(/,1X,'DOLGU DEGISIMINE AIT TOPLU SONUCLAR ',
&'      SILINDIR NO :',I2)
      GOTO (610,620),IUNITW
610  WRITE(2,2020)
2020  FORMAT(/,1X,'KUTLE AKIMI BIRIMI.....[KG/S]',/,1X,
&'SILINDIR KUTLESI.....[KG]')
      GOTO 630
620  WRITE(2,2030)
2030  FORMAT(/,1X,'KUTLE AKIMI BIRIMI.....[LB/S]',/,1X,
&'SILINDIR KUTLESI.....[LB]')
630  WRITE(2,2040)
2040  FORMAT(/,1X,'KRANK      SILINDIR      KUTLE DEBISI',/,1X,
&'ACISI      KUTLESI      EMME      EGSOZ',/)
      C1=AREF*WREF/XREF
      I1=NSTORE(NCYCLE)
      I2=NSTORC(NCYCLE)
      I3=I2-1
      DATWC(I1)=WCYLR(NCYCLE)
      DATIN(I1)=0.
      DATOUT(I1)=0.
      CCANG(I1)=EVO(1)
      DO 640 I=I1,I3
      LTWO=2
      DATWC(I)=DATWC(I)*WREF
      CALL UNITW(IUNITW,LTWO,DATWC(I))
      DATIN(I)=C1*DATIN(I)
      CALL UNITW(IUNITW,LTWO,DATIN(I))
      DATOUT(I)=C1*DATOUT(I)
      CALL UNITW(IUNITW,LTWO,DATOUT(I))
640  CONTINUE
      WRITE(2,2050) (CCANG(I),DATWC(I),DATIN(I),DATOUT(I),
&I=I1,I3)
2050  FORMAT(F6.1,F15.8,2F13.8)
      WRITE(23,23000) (CCANG(I),DATWC(I),DATIN(I),DATOUT(I),I=I1,I3)
23000  FORMAT(F6.1,F15.8,2F13.8)
      NSTORC(NCYCLE)=NSTORE(NCYCLE)
C
C TOPLAM KUTLE AKISININ YAZILMASI
C
650  WRITE(2,2060) NC(NCYCLE)
2060  FORMAT(/,1X,'SILINDIR NUMARASI.....:',I3,
&/,1X,'KUTLE DEGISIMINE AIT TOPLU BILGILER')
      WCI=WCIN(NCYCLE)*WREF*2*REVENG*REVREF/CYCLE

```

```

        LTWO=2
        CALL UNITW(IUNITW,LTWO,WCI)
        IF (IUNITW.EQ.2) GOTO 660
        WRITE(2,2070) WCI
2070  FORMAT(1X,'EMILEN HAVA DEBISI.....(KG/S) =',
        &F11.6)
        GOTO 670
660  WRITE(2,2080) WCI
2080  FORMAT(1X,'EMILEN HAVA DEBISI.....(LB/S) =',
        &F11.6)
670  WCO=WCOU(NCYCLE)*WREF*2*REVENG*REVREF/CYCLE
        LTWO=2
        CALL UNITW(IUNITW,LTWO,WCO)
        IF (IUNITW.EQ.2) GOTO 680
        WRITE(2,2090) WCO
2090  FORMAT(1X,'ATILAN EGSOZ KUTLE DEBISI.....(KG/S) =',
        &F11.6)
        GOTO 690
680  WRITE(2,2100) WCO
2100  FORMAT(1X,'ATILAN EGSOZ KUTLE DEBISI.....(LB/S) =',
        &F11.6)
690  WCA=WCAIR(NCYCLE)*WREF
        LTWO=2
        CALL UNITW(IUNITW,LTWO,WCA)
        IF (IUNITW.EQ.2) GOTO 700
        WRITE(2,2110) WCA
2110  FORMAT(1X,'SILINDIRDE ALIKONULAN TOPLAM KUTLE.....(KG) =',
        &F11.6)
        GOTO 710
700  WRITE(2,2120) WCA
2120  FORMAT(1X,'SILINDIRDE ALIKONULAN TOPLAM KUTLE.....(LB) =',
        &F11.6)
710  SCAVR=WCIN(NCYCLE)*WREF/((PAIR*100000*VCYL(NCYCLE)*VREF)/
        &(287.1*TAIR))
        WRITE(2,2130) SCAVR
2130  FORMAT(1X,'SUPURME
ORANI.....=',F11.6)
        CHEFFY=WCAIR(NCYCLE)*100/WCYL(NCYCLE)

CEFFYI=WCAIR(NCYCLE)*WREF*100/((PAIR*100000*VCYL(NCYCLE)*VREF)/
        &(287.1*TAIR))
        VEFFYI=CEFFYI*VCYL(NCYCLE)/((XSTA+XSTE)*FCYL)
        WRITE(2,2140) CHEFFY
        WRITE(2,2150) CEFFYI
        WRITE(2,2160) VEFFYI
2140  FORMAT(1X,'GUC CEVRIMI BASLANGIC KOSULLARINA BAGLI
OLARAK',/,1X,
        &'DOLDURMA VERIMI.....=',F11.6)
2150  FORMAT(1X,'GUC CEVRIMI VE EMME KOSULLARINA BAGLI
OLARAK',/,1X,
        &'DOLDURMA VERIMI.....=',F11.6)
2160  FORMAT(1X,'SUPURME HACMI VE EMME KOSULLARINA BAGLI
OLARAK',/,1X,
        &'DOLDURMA VERIMI.....=',F11.6)
C
C BIR SONRAKI CEVRIM VE ZAMAN ADIMI ICIN PARAMETRELERIN
C OLUSTURULMASI
C
        WCIN(NCYCLE)=0.
        WCOU(NCYCLE)=0.

```

```

      WCAIR(NCYCLE)=0.
C
C GUC CEVRIMI BASLANGICINDAKI BASINC VE SICAKLIGIN HESAPLANMASI
C
      N=NCYCLE
      PCYLT(N)=PREF*(RC(N)-(RC(N)-RCN(N))*(ALPHA-ACSB)/DALPHA)
      ACT=AC(N)-(AC(N)-ACN(N))*(ALPHA-ACSB)/DALPHA
      TCYLT(N)=GREF*TREF*ACT*ACT/GE
      IF (IPOWER.EQ.0) GOTO 720
      IMOLS=100
      CALL POWER(NCYCLE)
720   RCR(NCYCLE)=PCR(NCYCLE)/PREF
      ACR(NCYCLE)=DSQRT(GE*TCR(NCYCLE)/(GREF*TREF))
      DST=1.
      IF (MTYPE.EQ.3) GOTO 730
      CALL STROK(XST,DST,EVO(1),XSTA,XCRA,REVENG,ZREF)
      CALL CYLVOL(FCYL,XST,XSTA,CR,DST,VCYL(NCYCLE),DVCYL(NCYCLE))
      GOTO 740
730   VCYL(NCYCLE)=XSTA*FCYL
      DVCYL(NCYCLE)=0.
      GOTO 750
740   IF (MTYPE.NE.2) GOTO 750
      DST=1.
      EVODELTA=EVO(1)+DELTA
      CALL STROK(XST,DST,EVODELTA,XSTE,XCRE,REVENG,ZREF)
      CALL CYLVOL(FCYL,XST,XSTE,CR,DST,VCYLE,DVCYLE)
      DVCYL(NCYCLE)=DVCYL(NCYCLE)+DVCYLE
      VCYL(NCYCLE)=VCYL(NCYCLE)+VCYLE
750   WCYL(NCYCLE)=GE*RCR(NCYCLE)*VCYL(NCYCLE)/(ACR(NCYCLE)*
&ACR(NCYCLE)*GREF)
      WORKGE(NCYCLE)=0.
      WORKGA(NCYCLE)=0.
      HEATG(NCYCLE)=0.
C
C CIKAN KUTLENIN HESAPLANMASI
C
      WCYLR(NCYCLE)=WCYL(NCYCLE)
C
C EMME VE EGSOZ SUBAPLARININ HER IKISININ DE KAPALI OLUP
C OLMADIGININ KONTROL EDILMESI
C
760   IF (EXH.NE.0.) GOTO 770
      IF (AIR.NE.0.) GOTO 770
      GOTO 500
C
C GAZ HAL DEGISIMI ESNASINDA ACIGA CIKAN ISIN HESAPLANMASI
C
770   WORKGA(NCYCLE)=WORKGA(NCYCLE)+0.5*PREF*VREF*
&(RC(NCYCLE)+RCN(NCYCLE))*(DVCYL(NCYCLE)-DVCYLE)*DZ*100
      WORKGE(NCYCLE)=WORKGE(NCYCLE)+0.5*PREF*VREF*
&(RC(NCYCLE)+RCN(NCYCLE))*DVCYLE*DZ*100
C
C SUBAPLARDAN GECEN KUTLENIN HESAPLANMASI
C
      PORTS(NCYCLE)=100.
      IF (EXH.GT.0.) GOTO 780
      CALL NOFLOW(CLOUT(NEX),CLIN(NEX),AAN(NEX),AP(NEX),RP(NEX),
&DWCP(NEX),GE)
      GOTO 860
C

```

C EGSOZ SUBAPININ ACIK OLMASI HALI

C

```

780  CLSTAR1=CLIN(NEX)/(AAN(NEX)*RC(NCYCLE)**((GE-1)/(2*GE)))
      IF (CLSTAR1.NE.1.) GOTO 790
      CALL NOFLOW(CLOUT(NEX),CLIN(NEX),AAN(NEX),AP(NEX),RP(NEX),
&DWCP(NEX),GE)
      GOTO 860
790  IF (VALEXH.NE.0.) GOTO 810
      IF (MTYPE.EQ.2) GOTO 800
      XHTE=XHTA
800  FEHNV=WIDTHE*PI*DCYL*(XHTE-EXHPO)
      FEHNV=FEHNV*DREF*XREF/FREF
      GOTO 820
810  MARK=0
      KONE=1
      CALL INTERP(ALPHEXX,FEH1,NTEXH,ALPHA,FEHNV,MARK,KONE)
820  PSI=CDE*FEHNV/FPIPE(NEX)
      IF (PSI.LE.1.) GOTO 830
      PSI=1.
830  IF (CLSTAR1.GT.1.) GOTO 840
      CALL VALVE(CLIN(NEX),CLOUT(NEX),AAN(NEX),PSI,AC(NCYCLE),
&RC(NCYCLE),AP(NEX),RP(NEX),GE)
      GOTO 850
840  LZERO=0
      NZERO=1
      CALL
ORIFIC(CLIN(NEX),CLOUT(NEX),AAN(NEX),PSI,LZERO,NZERO,AP(NEX),
&RP(NEX),RC(NCYCLE),GE,ANOZZ,SONK)

```

C

C EGSOZ OLARAK ATILAN KUTLENIN HESAPLANMASI

C

```

850  CALL MASPIP(CLIN(NEX),CLOUT(NEX),AAN(NEX),FPIPE(NEX),GE,GREF,
&DWCP(NEX))
      DWCP(NEX)=-DWCP(NEX)
860  CONTINUE
      IF (NOPTS.GE.4) THEN
      IF (EXH.GT.0.) GOTO 870
      CALL
NOFLOW(CLOUT(NEXE),CLIN(NEXE),AAN(NEXE),AP(NEXE),RP(NEXE),
&DWCP(NEXE),GE)
      GOTO 950

```

C

C EGSOZ SUBAPININ ACIK OLMASI HALI

C

```

870  CLSTAR2=CLIN(NEXE)/(AAN(NEXE)*RC(NCYCLE)**((GE-1)/(2*GE)))
      IF (CLSTAR2.NE.1.) GOTO 880
      CALL
NOFLOW(CLOUT(NEXE),CLIN(NEXE),AAN(NEXE),AP(NEXE),RP(NEXE),
&DWCP(NEXE),GE)
      GOTO 950
880  IF (VALEXH.NE.0.) GOTO 900
      IF (MTYPE.EQ.2) GOTO 890
      XHTE=XHTA
890  FEHNV=WIDTHE*PI*DCYL*(XHTE-EXHPO)
      FEHNV=FEHNV*DREF*XREF/FREF
      GOTO 910
900  MARK=0
      KTWO=2
      CALL INTERP(ALPHEXX,FEH2,NTEXH,ALPHA,FEHNV,MARK,KTWO)
910  PSI=CDE*FEHNV/FPIPE(NEXE)

```

```

      IF (PSI.LE.1.) GOTO 920
      PSI=1.
920   IF (CLSTAR2.GT.1.) GOTO 930
      CALL VALVE(CLIN(NEXE), CLOUT(NEXE), AAN(NEXE), PSI, AC(NCYCLE),
&RC(NCYCLE), AP(NEXE), RP(NEXE), GE)
      GOTO 940
930   LZERO=0
      NZERO=1
      CALL ORIFIC(CLIN(NEXE), CLOUT(NEXE), AAN(NEXE), PSI, LZERO, NZERO,
&AP(NEXE), RP(NEXE), RC(NCYCLE), GE, ANOZZ, SONK)
C
C EGSOZ OLARAK DISARI ATILAN KUTLENIN HESAPLANMASI
C
940   CALL
MASPIP(CLIN(NEXE), CLOUT(NEXE), AAN(NEXE), FPIPE(NEXE), GE, GREF,
&DWCP(NEXE))
      DWCP(NEXE)=-DWCP(NEXE)
950   CONTINUE
      END IF
      IF (NOPORTS.EQ.6) THEN
      IF (EXH.GT.0.) GOTO 951
      CALL NOFLOW(CLOUT(NEXEN), CLIN(NEXEN), AAN(NEXEN), AP(NEXEN),
&RP(NEXEN), DWCP(NEXEN), GE)
      GOTO 959
C
C EGZOS SUBAPININ ACIK OLMASI HALI
C
951   CLSTAR3=CLIN(NEXEN)/(AAN(NEXEN)*RC(NCYCLE)**((GE-1)/(2*GE)))
      IF (CLSTAR3.NE.1.) GOTO 952
      CALL NOFLOW(CLOUT(NEXEN), CLIN(NEXEN), AAN(NEXEN), AP(NEXEN),
&RP(NEXEN), DWCP(NEXEN), GE)
      GOTO 959
952   IF (VALEXH.NE.0.) GOTO 954
      IF (MTYPE.EQ.2) GOTO 953
      XHTE=XHTA
953   FEXHV=WIDTHE*PI*DCYL*(XHTE-EXHPO)
      FEXHV=FEXHV*DREF*XREF/FREF
      GOTO 955
954   MARK=0
      KTHREE=3
      CALL INTERP(ALPHEXX, FEXH3, NTEXH, ALPHA, FEXHV, MARK, KTHREE)
955   PSI=CDE*FEXHV/FPIPE(NEXEN)
      IF (PSI.LE.1.) GOTO 956
      PSI=1.
956   IF (CLSTAR3.GT.1.) GOTO 957
      CALL VALVE(CLIN(NEXEN), CLOUT(NEXEN), AAN(NEXEN), PSI, AC(NCYCLE),
&RC(NCYCLE), AP(NEXEN), RP(NEXEN), GE)
      GOTO 958
957   LZERO=0
      NZERO=1
      CALL
ORIFIC(CLIN(NEXEN), CLOUT(NEXEN), AAN(NEXEN), PSI, LZERO, NZERO,
&AP(NEXEN), RP(NEXEN), RC(NCYCLE), GE, ANOZZ, SONK)
C
C EGZOS OLARAK ATILAN KUTLENIN HESAPLANMASI
C
958   CALL MASPIP(CLIN(NEXEN), CLOUT(NEXEN), AAN(NEXEN), FPIPE(NEXEN),
&GE, GREF, DWCP(NEXEN))
      DWCP(NEXEN)=-DWCP(NEXEN)
959   CONTINUE

```

```

      END IF
C
C EMME SUBAPLARININ KONTROL EDILMESI
C
      IF (AIR.GT.0.) GOTO 970
      IF (NIN.EQ.0) GOTO 960
      CALL NOFLOW(CLOUT(NIN),CLIN(NIN),AAN(NIN),AP(NIN),RP(NIN),
&DWCP(NIN),GA)
960   DWCIN1(NCYCLE)=0.
      GOTO 1060
C
C EMME SUBAPLARININ ACIK OLMASI HALI
C
970   IF (VALAIR.NE.0.) GOTO 980
      FAIRV=WIDTHA*PI*DCYL*(XHTA-AIRPO)
      FAIRV=FAIRV*DREF*XREF/FREF
      GOTO 990
980   MARK=0
      KONE=1
      CALL INTERP(ALPAIRR,FAIR1,NTAIR,ALPHA,FAIRV,MARK,KONE)
990   IF (NIN.EQ.0) GOTO 1030
      PSI=CDA*FAIRV/FPIPE(NIN)
      IF (PSI.LE.1.) GOTO 1000
      PSI=1.
1000  CONTINUE
      CLSTAR4=CLIN(NIN)/(AAN(NIN)*RC(NCYCLE)**((GA-1)/(2*GA)))
      IF (CLSTAR4.NE.1.) GOTO 1010
      CALL NOFLOW(CLOUT(NIN),CLIN(NIN),AAN(NIN),AP(NIN),RP(NIN),
&DWCP(NIN),GA)
      DWCIN1(NCYCLE)=DWCP(NIN)
      GOTO 1060
1010  IF (CLSTAR4.GT.1.) GOTO 1020
      CALL VALVE(CLIN(NIN),CLOUT(NIN),AAN(NIN),PSI,AC(NCYCLE),
&RC(NCYCLE),AP(NIN),RP(NIN),GE)
      GOTO 1050
1020  LZERO=0
      NZERO=1
      CALL
ORIFIC(CLIN(NIN),CLOUT(NIN),AAN(NIN),PSI,LZERO,NZERO,AP(NIN),
&RP(NIN),RC(NCYCLE),GA,ANOZZ,SONK)
      GOTO 1050
1030  FAIRV=CDA*FAIRV
C
C EMILEN KUTLENIN HESAPLANMASI
C
      IF (RPAIR.LT.RC(NCYCLE)) GOTO 1040
      CALL
MASSFL(FAIRV,RPAIR,RC(NCYCLE),APAIR,GREF,GA,DWCIN1(NCYCLE))
      GOTO 1060
1040  CALL MASSFL(FAIRV,RC(NCYCLE),RPAIR,AC(NCYCLE),GREF,
&GE,DWCIN1(NCYCLE))
      DWCIN1(NCYCLE)=-DWCIN1(NCYCLE)
      GOTO 1060
1050  CALL MASPIP(CLIN(NIN),CLOUT(NIN),AAN(NIN),FPIPE(NIN),GA,GREF,
&DWCP(NIN))
      DWCIN1(NCYCLE)=DWCP(NIN)
1060  CONTINUE
      IF (NOPORTS.GE.4) THEN
      IF (AIR.GT.0.) GOTO 1080
      IF (NINI.EQ.0) GOTO 1070

```

```

      CALL
NOFLOW(CLOUT(NINI),CLIN(NINI),AAN(NINI),AP(NINI),RP(NINI),
      &DWCP(NINI),GA)
1070  DWCIN2(NCYCLE)=0.
      GOTO 1170
C
C EMME SUBAPLARININ ACIK OLMASI HALI
C
1080  IF (VALAIR.NE.0.) GOTO 1090
      FAIRV=WIDTHA*PI*DCYL*(XHTA-AIRPO)
      FAIRV=FAIRV*DREF*XREF/FREF
      GOTO 1100
1090  MARK=0
      KTWO=2
      CALL INTERP(ALPAIRR,FAIR2,NTAIR,ALPHA,FAIRV,MARK,KTWO)
1100  IF (NINI.EQ.0) GOTO 1140
      PSI=CDA*FAIRV/FPIPE(NINI)
      IF (PSI.LE.1.) GOTO 1110
      PSI=1.
1110  CONTINUE
      CLSTAR5=CLIN(NINI)/(AAN(NINI)*RC(NCYCLE)**((GA-1)/(2*GA)))
      IF (CLSTAR5.NE.1.) GOTO 1120
      CALL
NOFLOW(CLOUT(NINI),CLIN(NINI),AAN(NINI),AP(NINI),RP(NINI),
      &DWCP(NINI),GA)
      DWCIN2(NCYCLE)=DWCP(NINI)
      GOTO 1170
1120  IF (CLSTAR5.GT.1.) GOTO 1130
      CALL VALVE(CLIN(NINI),CLOUT(NINI),AAN(NINI),PSI,AC(NCYCLE),
      &RC(NCYCLE),AP(NINI),RP(NINI),GE)
      GOTO 1160
1130  LZERO=0
      NZERO=1
      CALL ORIFIC(CLIN(NINI),CLOUT(NINI),AAN(NINI),PSI,LZERO,NZERO,
      &AP(NINI),RP(NINI),RC(NCYCLE),GA,ANOZZ,SONK)
      GOTO 1160
1140  FAIRV=CDA*FAIRV
C
C EMILEN KUTLENIN HESAPLANMASI
C
      IF (RPAIR.LT.RC(NCYCLE)) GOTO 1150
      CALL
MASSFL(FAIRV,RPAIR,RC(NCYCLE),APAIR,GREF,GA,DWCIN2(NCYCLE))
      GOTO 1170
1150  CALL MASSFL(FAIRV,RC(NCYCLE),RPAIR,AC(NCYCLE),GREF,GE,
      &DWCIN2(NCYCLE))
      DWCIN2(NCYCLE)=-DWCIN2(NCYCLE)
      GOTO 1170
1160  CALL
MASPIP(CLIN(NINI),CLOUT(NINI),AAN(NINI),FPIPE(NINI),GA,GREF,
      &DWCP(NINI))
      DWCIN2(NCYCLE)=DWCP(NINI)
1170  CONTINUE
      END IF
      IF (NOPORTS.EQ.6) THEN
      IF (AIR.GT.0.) GOTO 10801
      IF (NININ.EQ.0) GOTO 10701
      CALL NOFLOW(CLOUT(NININ),CLIN(NININ),AAN(NININ),AP(NININ),
      &RP(NININ),DWCP(NININ),GA)
10701  DWCIN3(NCYCLE)=0.

```



```

      GOTO 11701
C
C EMME SUBAPLARININ ACIK OLMASI HALI
C
10801 IF (VALAIR.NE.0.) GOTO 10901
      FAIRV=WIDTHA*PI*DCYL*(XHTA-AIRPO)
      FAIRV=FAIRV*DREF*XREF/FREF
      GOTO 11001
10901 MARK=0
      KTHREE=3
      CALL INTERP(ALPAIRR,FAIR3,NTAIR,ALPHA,FAIRV,MARK,KTHREE)
11001 IF (NININ.EQ.0) GOTO 11401
      PSI=CDA*FAIRV/FPIPE(NININ)
      IF (PSI.LE.1.) GOTO 11101
      PSI=1.
11101 CONTINUE
      CLSTAR6=CLIN(NININ)/(AAN(NININ)*RC(NCYCLE)**((GA-1)/
&(2*GA)))
      IF (CLSTAR6.NE.1.) GOTO 11201
      CALL NOFLOW(CLOUT(NININ),CLIN(NININ),AAN(NININ),AP(NININ),
&RP(NININ),DWCP(NININ),GA)
      DWCIN2(NCYCLE)=DWCP(NININ)
      GOTO 11701
11201 IF (CLSTAR6.GT.1.) GOTO 11301
      CALL VALVE(CLIN(NININ),CLOUT(NININ),AAN(NININ),PSI,AC(NCYCLE),
&RC(NCYCLE),AP(NININ),RP(NININ),GE)
      GOTO 11601
11301 LZERO=0
      NZERO=1
      CALL
ORIFIC(CLIN(NININ),CLOUT(NININ),AAN(NININ),PSI,LZERO,NZERO,
&AP(NININ),RP(NININ),RC(NCYCLE),GA,ANOZZ,SONK)
      GOTO 11601
11401 FAIRV=CDA*FAIRV
C
C EMILEN KUTLENIN HESAPLANMASI
C
      IF (RPAIR.LT.RC(NCYCLE)) GOTO 11501
      CALL
MASSFL(FAIRV,RPAIR,RC(NCYCLE),APAIR,GREF,GA,DWCIN3(NCYCLE))
      GOTO 11701
11501 CALL MASSFL(FAIRV,RC(NCYCLE),RPAIR,AC(NCYCLE),GREF,GE,
&DWCIN3(NCYCLE))
      DWCIN3(NCYCLE)=-DWCIN3(NCYCLE)
      GOTO 11701
11601 CALL
MASPIP(CLIN(NININ),CLOUT(NININ),AAN(NININ),FPIPE(NININ),GA,
&GREF,DWCP(NININ))
      DWCIN3(NCYCLE)=DWCP(NININ)
11701 CONTINUE
      END IF
C
C KUTLE DENGELEMESI, KUTLENIN KORUNUMU ILKESI
C
      CALL CYLN4(NCYCLE,NIN,NEX,NINI,NEXE,NININ,NEXEN,NOPORTS)
1380 IF (PORTS(NCYCLE).NE.0.) GOTO 1390
      RC(NCYCLE)=RCR(NCYCLE)
      AC(NCYCLE)=ACR(NCYCLE)
      DRC(NCYCLE)=0.
      DWCYL(NCYCLE)=0.

```

```
DWCIN(NCYCLE)=0.  
DWCIN1(NCYCLE)=0.  
DWCIN2(NCYCLE)=0.  
DWCIN3(NCYCLE)=0.  
1390 CONTINUE  
1400 RETURN  
END
```



```
SUBROUTINE CYLVOL (FCYLG, XSTROK, STROKE, CRR, DSTROK, VCYLG, DVCYLG)
  IMPLICIT REAL*8 (A-H, O-Z)
  VCYLG=FCYLG*(XSTROK+STROKE/(CRR-1))
  DVCYLG=FCYLG*DSTROK
  RETURN
  END
```



```

SUBROUTINE ENERGY (FLOIN, FLOUT, AIN, ACC, RCG, DRCG, DVC, VC, GC, GI,
&DQCG, A, G, W)
  IMPLICIT REAL*8 (A-H, O-Z)
  GIN=GI
  IF (FLOIN.GT.0.) GOTO 10
  AIN=ACC
  GIN=GC
10  EIN=FLOIN*AIN*AIN/(GIN-1)
  EOUT=FLOUT*ACC*ACC/(GC-1)
  EHEAT=DQCG/(W*A*A)
  EVOL=GC*RCG*DVC/VC
  DRCG=(GC-1)/VC*G*(EIN-EOUT+EHEAT)-EVOL
  RETURN
END

```

```
SUBROUTINE ENERGY1(FLOIN1,FLOIN2,FLOUT1,FLOUT2,AIN1,AIN2,ACC,  
&RCG,DRCG,DVC,VC,GC,GI,DQCG,A,G,W)  
  IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)  
  GIN=GI  
  IF (FLOIN1.GT.0.OR.FLOIN2.GT.0) GOTO 10  
  AIN1=ACC  
  AIN2=ACC  
  GIN=GC  
10  EIN1=FLOIN1*AIN1*AIN1/(GIN-1)  
  EIN2=FLOIN2*AIN2*AIN2/(GIN-1)  
  EOUT1=FLOUT1*ACC*ACC/(GC-1)  
  EOUT2=FLOUT2*ACC*ACC/(GC-1)  
  EHEAT=DQCG/(W*A*A)  
  EVOL=GC*RCG*DVC/VC  
  DRCG=(GC-1)/VC*G*(EIN1+EIN2-EOUT1-EOUT2+EHEAT)-EVOL  
  RETURN  
  END
```

```

SUBROUTINE ENERGY2 (FLOIN1, FLOIN2, FLOIN3, FLOUT1, FLOUT2,
&FLOUT3, AIN1, AIN2, AIN3, ACC, RCG, DRCG, DVC, VC, GC, G1, DQCG,
&A, G, W)
  IMPLICIT REAL*8 (A-H, O-Z)
  GIN=G1
  IF (FLOIN1.GT.0.OR.FLOIN2.GT.0.OR.FLOIN3.GT.0) GOTO 10
  AIN1=ACC
  AIN2=ACC
  AIN3=ACC
  GIN=GC
10  EIN1=FLOIN1*AIN1*AIN1/(GIN-1)
  EIN2=FLOIN2*AIN2*AIN2/(GIN-1)
  EIN3=FLOIN3*AIN3*AIN3/(GIN-1)
  EOUT1=FLOUT1*ACC*ACC/(GC-1)
  EOUT2=FLOUT2*ACC*ACC/(GC-1)
  EOUT3=FLOUT3*ACC*ACC/(GC-1)
  EHEAT=DQCG/(W*A*A)
  EVOL=GC*RCG*DVC/VC
  DRCG=(GC-1)/VC*G*(EIN1+EIN2+EIN3-EOUT1-EOUT2-EOUT3+EHEAT)-
&EVOL
  RETURN
  END

```

```
SUBROUTINE ETURB(E,CCLIN,CCLOUT,CCAA,G,CTSS,AR,RB)
  IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
  CLAA=CCAA*RB**((G-1)/(2*G))
  A=0.5*(CCLIN+CCLOUT)
  U=(CCLIN-CCLOUT)/(G-1)
  E=(A*A-CLAA*CLAA)/(G-1)+0.5*U*U
  CTSS=0.
  IF (E.GT.0.) CTSS=AR*DSQRT(2*E)
  RETURN
END
```

```

SUBROUTINE JUNCTN(JJJJ)
  IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
  DIMENSION CAAN(300),CSTAR(300),U(300)
  COMMON/MF/AAAIR,AAEXH,ALPHAT,ANGEND,ANGRES,ANREV,
&APAIR,APEXH,AREF,AVO(3),AVC(3),AAN(300),AP(300),
&APN(300),CYCLE,CLIN(300),CLOUT(300),DALPHA,
&DANGRS,DREF,DZ,EREF,EVC(3),EVO(3),FREF,FPIPE(300),EFFMEC,
&FPIPEN(300),IPOWER,IREV,GA,GE,GREF,IUNITL,
&IUNITP,IUNITT,IUNITK,IUNITW,IUNITQ,MINDT
  COMMON/SMF1/MREST,NAAT,NCLT,NCYLT,NINLET,NJUNCT,NNOZZT,NP,NPA,
&NPE,NPT,NTURBT,PAIR,PBACK,PBAR,PBARAB,PEXH,
&PI,PREF,RBACK,REVENG,REVREF,RPAIR,RPEXH,RP(300),
&RPN(300),TAIR,TEXH,TREF,VREF,WREF,XREF,Z,ZREF
  COMMON/JUN/NENDA(50),NENDB(50),NENDC(50),NENDD(50),NENDF(50),
&NJOIN(50)

C
C MODELLEMEDE KAVSAK OLUP OLMADIGININ KONTROL EDLIMESI
C
  IF (NJUNCT.EQ.0) GOTO 150
  IF (JJJJ.EQ.1) GOTO 10

C
C ALT PROGRAMA AIT DATANIN OKUTULMASI ICIN ILK GIRIS
C
C
  IF (JJJJ.EQ.2) GOTO 10

C
C
C KAVSAK BAGLANTILARI DATASININ OKUTULMASI
C
  READ(1,*) (NJOIN(N),NENDA(N),NENDB(N),NENDC(N),NENDD(N),
&N=1,NJUNCT)
  WRITE(3,3000) (NJOIN(N),NENDA(N),NENDB(N),NENDC(N),NENDD(N),
&N=1,NJUNCT)
3000  FORMAT(I3,4I5)
  IF (JJJJ.EQ.0) GOTO 150
10    DO 140 NJ=1,NJUNCT
C
C BORU SONLARININ TESBITI, BORULARIN KAVSAGA BAGLANIP
C BAGLANMADIGININ KONTROLU VE BORU KESIT ALANININ,
C (AA) DEGISKENININ, RIEMANN DEGISKENININ (LAMBDA STAR)
C HESAPLANMASI
C
  I=NENDA(NJ)
  J=NENDB(NJ)
  K=NENDC(NJ)
  L=NENDD(NJ)
  G=GE
  IF (I.LE.2*(NPT-NPA)) GOTO 20
  G=GA
20    IF (NJOIN(NJ).NE.1) GOTO 30
C
C KAPALI BORU SONU
C
  APN(I)=AP(I)
  RPN(I)=RP(I)
  CLOUT(I)=CLIN(I)
  AP(I)=CLIN(I)
  RP(I)=(AP(I)/AAN(I))**(2*G/(G-1))
  GOTO 140
30    IF (NJOIN(NJ).NE.2) GOTO 50

```



```

C
C KAVSAKTA IKI BORU BIRLESIYOR ISE KONTROLU
C
C
C      IF (DABS(FPIPE(I)-FPIPE(J)).GT.0.0001) GOTO 50
C
C
C KAVSAK SINIR KOSULU ICIN DEGISKENLERIN ESITLENMESI
C
C
C      APN(I)=AP(I)
C      APN(J)=AP(J)
C      RPN(I)=RP(I)
C      RPN(J)=RP(J)
C      H=(CLIN(I)+CLIN(J))*(AAN(I)-AAN(J))/(AAN(I)+AAN(J))
C      B=CLIN(I)-CLIN(J)-H
C
C
C AKIS YONUNUN KONTROLU
C
C
C      IF (B.GT.0.) GOTO 40
C
C
C NEGATIF (TERS) YONDE AKIS HALI
C
C      AAN(I)=AAN(J)
C      CLOUT(I)=CLIN(J)
C      CLIN(I)=CLIN(I)-H
C      CLOUT(J)=CLIN(I)
C      GOTO 130
C
C
C POZITIF YONDE AKIS HALI
C
40      AAN(J)=AAN(I)
C      CLOUT(J)=CLIN(I)
C      CLIN(J)=CLIN(J)+H
C      CLOUT(J)=CLIN(J)
C      GOTO 130
50      FPIPEN(1)=FPIPE(I)
C      FPIPEN(2)=FPIPE(J)
C      CSTAR(1)=CLIN(I)/AAN(I)
C      CSTAR(2)=CLIN(J)/AAN(J)
C      CAAN(1)=AAN(I)
C      CAAN(2)=AAN(J)
C      APN(I)=AP(I)
C      APN(J)=AP(J)
C      RPN(I)=RP(I)
C      RPN(J)=RP(J)
C      IF (NJOIN(NJ).EQ.2) GOTO 60
C      FPIPEN(3)=FPIPE(K)
C      CSTAR(3)=CLIN(K)/AAN(K)
C      CAAN(3)=AAN(K)
C      APN(K)=AP(K)
C      RPN(K)=RP(K)
C      IF (NJOIN(NJ).EQ.3) GOTO 60
C      FPIPEN(4)=FPIPE(L)
C      CSTAR(4)=CLIN(L)/AAN(L)
C      CAAN(4)=AAN(L)
C      APN(L)=AP(L)
C      RPN(L)=RP(L)

```

```

C
C (AA) VE (LAMBDA STAR) DEGİSKENLERİNE AIT İLK DEĞERLERİN
C SAKLANMASI
C
60   NN=NJOIN(NJ)
      DO 70 N=1,NN
      NP5=N+5
      CSTAR(NP5)=CSTAR(N)
70   CAAN(NP5)=CAAN(N)
      F=-100.
C
C KAVSAK İÇİN BASINÇ DAĞILIMININ BELİRLENMESİ
C
80   A=0.
      C=0.
      DO 90 N=1,NN
      A=A+CSTAR(N)*FPIPEN(N)/CAAN(N)
90   C=C+FPIPEN(N)/CAAN(N)
      ASTAR=A/C
      A=0.
      C=0.
      D=0.
C
C BORU İÇİNDEKİ ZERREÇİKLERİN ANTROPİLERİNİN HESAPLANMASI
C
      DO 100 N=1,NN
      NP5=N+5
      U(N)=CSTAR(N)-ASTAR
      IF (U(N).LT.0.) GOTO 100
      C=C+U(N)*CAAN(NP5)*FPIPEN(N)
      D=D+U(N)*FPIPEN(N)
100  CONTINUE
      IF (DABS(D).LT.0.00001) GOTO 120
C
C KAVSAKTAN GEÇEN ZERREÇİKLERİN HIZLARI VE BORULARDAKİ ORTALAMA
C ANTROPI DEĞERLERİ
C
C
      F=C/D
C
C
C (LAMBDA STAR) DÜZELTMESİ
C
      DO 110 N=1,NN
      NP5=N+5
      IF (U(N).GE.0.) GOTO 110
      CAAN(N)=F
      CSTAR(N)=ASTAR+CAAN(NP5)*(CSTAR(NP5)-ASTAR)/CAAN(N)
110  CONTINUE
C
C HESAPLANAN (ASTAR) ARA DEĞİSKEN DEĞERİNİN SAĞLIKLI OLUP
C OLMADIGININ KONTROLU
C
C
      IF (DABS(ASTAR-E).LT.0.00001) GOTO 120
C
C
C HATA MERTEBESİ İSTENİLEN DÜZEYDEN YÜKSEK İSE -80- ETİKET
C NUMARALI SATIRA DONUS
C

```

```
E=ASTAR
GOTO 80

C
C COZUMLER
C
120  AAN(I)=CAAN(1)
      AAN(J)=CAAN(2)
      CLIN(I)=CSTAR(1)*CAAN(1)
      CLIN(J)=CSTAR(2)*CAAN(2)
      CLOUT(I)=CAAN(1)*(2*ASTAR-CSTAR(1))
      CLOUT(J)=CAAN(2)*(2*ASTAR-CSTAR(2))
130  CALL RPAP(AP(I),RP(I),CLIN(I),CLOUT(I),AAN(I),G)
      CALL RPAP(AP(J),RP(J),CLIN(J),CLOUT(J),AAN(J),G)
      IF (NJOIN(NJ).EQ.2) GOTO 140
      AAN(K)=CAAN(3)
      CLIN(K)=CSTAR(3)*CAAN(3)
      CLOUT(K)=CAAN(3)*(2*ASTAR-CSTAR(3))
      CALL RPAP(AP(K),RP(K),CLIN(K),CLOUT(K),AAN(K),G)
      IF (NJOIN(NJ).EQ.3) GOTO 140
      AAN(L)=CAAN(4)
      CLIN(L)=CSTAR(4)*CAAN(4)
      CLOUT(L)=CAAN(4)*(2*ASTAR-CSTAR(4))
      CALL RPAP(AP(L),RP(L),CLIN(L),CLOUT(L),AAN(L),G)
140  CONTINUE
150  RETURN
      END
```

```

SUBROUTINE LAMMOD (CLA, CLB, CBA, CBB, AAALM, AABLM, AAPA, CLPA, DXLM,
&DZLM, RRLM, ALM, BLM, GLM, FFLM, DELM, DIFFLM, SX, FLOWLM, XR, AR, TW, DGR)
IMPLICIT REAL*8 (A-H, O-Z)
DDX=(BLM*CLA-ALM*CBA)/(DXLM/DZLM+BLM*(CLA-CLB)-ALM*(CBA-CBB))
IF (DDX.LT.0.) GOTO 10
XA=RRLM*DXLM
CLW=CLA-DDX*(CLA-CLB)
CBW=CBA-DDX*(CBA-CBB)
AAW=AAALM-DDX*(AAALM-AABLM)
XW=RRLM*DXLM-DDX*SX*DXLM
XAR=XR
TG=AR*AR*(CLW+CBW)*(CLW+CBW)/(1148*GLM)
DD=2*DIFFLM/(2*DELM+DGR*(XA+XW))
DLA=-0.5*(CLW+CBW)*(CLW-CBW)*DD*DZLM
DLS=0.5*(CLW+CBW)*(AAPA-AAW)/AAW
DEXW=DELM+DGR*(XA+XW)*0.5
DLF=-FFLM*(DELM/DEXW)*DABS(CLW-CBW)*(CLW-CBW)*((3*CBW-CLW)/
&(GLM-1)/(CLW+CBW))*DZLM
DLQ=574*GLM*(DABS(CLW-CBW)/(CLW+CBW))*FFLM*DELM/DEXW*1/DXLM*
&1/(AR*AR)*(TW-TG)*DZLM
DL=DLA+DLS+DLF+DLQ
CLPA=CLW+DL
FLOWLM=0.
GOTO 20
10 FLOWLM=2.
20 RETURN
END

```

```
SUBROUTINE MASSFL(FHOLE,RUP,RDP,AO,GR,G,WFLOW)
  IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
  UM=DSQRT((2/(G-1))*((RUP/RDP)**((G-1)/G)-1))
  IF (UM.LT.1.) GOTO 10
  FM=G*DSQRT((2/(G+1))*((G+1)/(G-1)))
  GOTO 20
10  FM=G*UM/(1+(G-1)*0.5*UM*UM)**((G+1)/(2*(G-1)))
20  WFLOW=FHOLE*RUP*FM/(GR*AO)
  RETURN
  END
```

```

SUBROUTINE MESGEN (XX, AAA, AAM, DXSR, MSR, MMSR, NPX)
IMPLICIT REAL*8 (A-H, O-Z)
DIMENSION XX (18), AAA (18), AAM (MMSR)
L=2
K=1
10  IF ((L-(MSR+1)).EQ.0) GOTO 40
    XMSRL=DFLOAT (L-1)
20  K=K+1
    XMSR=DXSR*XMSRL
    X=XX (K)
    IF (X.GT.XMSR) GOTO 30
    IF (DABS (X-XMSR).LT.0.000001) GOTO 30
    GOTO 20
30  KM1=K-1
    AAM (L) = (XMSR-XX (KM1)) * (AAA (K) -AAA (KM1)) / (XX (K) -XX (KM1)) +
&AAA (KM1)
    L=L+1
    K=K-1
    GOTO 10
40  AAM (1) =AAA (1)
    AAM (L) =AAA (NPX)
    RETURN
END

```

```
SUBROUTINE NOFLOW(CLOUTT,CLINN,AANN,APP,RPP,DW,G)
IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
CLOUTT=CLINN
APP=CLINN
RPP=(APP/AANN)**(2*G/(G-1))
DW=0.
RETURN
END
```

```

SUBROUTINE NOZZLE(JJJJ)
  IMPLICIT REAL*8 (A-H, O-Z)
  COMMON/MF/AAAIR, AAEXH, ALPHAT, ANGEND, ANGRES, ANREV,
&APAIR, APEXH, AREF, AVO(3), AVC(3), AAN(300), AP(300),
&APN(300), CYCLE, CLIN(300), CLOUT(300), DALPHA,
&DANGRS, DREF, DZ, EREF, EVC(3), EVO(3), FREF, FPIPE(300), EFFMEC,
&FPIPEN(300), IPOWER, IREV, GA, GE, GREF, IUNITL,
&IUNITP, IUNITT, IUNITK, IUNITW, IUNITQ, MINDT
  COMMON/SMF1/MREST, NAAT, NCLT, NCYLT, NINLET, NJUNCT, NNOZZT, NP, NPA,
&NPE, NPT, NTURBT, PAIR, PBACK, PBAR, PBARAB, PEXH,
&PI, PREF, RBACK, REVENG, REVREF, RPAIR, RPEXH, RP(300),
&RPN(300), TAIR, TEXH, TREF, VREF, WREF, XREF, Z, ZREF
  COMMON/NZT/ANOZZ(10), DTE, DTW, DROT(4), EFFYT, EFFYC, EFFYTC,
&ETS(600), FNOZZL(24), IUWTP, NCOUNT, NCURVE, NCURVW,
&NCLTS(12), NENDN(24), NENDT(4), NETS(12),
&PCOMPI(4), REVTUR(4), SONK(24), TALPHA, TCLIN(600),
&TCLOUT(600), TCOMPI(4), TENERA(4), TENERT(4), TSPEDE(12),
&TSPEDW(12), TSTAGE(4), TSTAGT(4), TSTATE(4), TSTAT(4)

COMMON/NZT1/TWFLOW(4), UBLADE(4), UCTMIN(12), UCTMAX(12), UCTS(600),
&XIMAX(12), XIMIN(12), XOMAX(12), XOMIN(12),
&TNTN, UCTN, ETN, DTWN, ETTN, ETAN, STPN, TMPN, NDATA, NTURBD

COMMON/NZ1/TANG(290), TRPST(290), TEFFT(290), TUCTS(290), TMASS(290),
&TENGYT(290), TENGYA(290), TSTPR(290), TMTP(290)
  IF (NNOZZT.EQ.0) GOTO 150
  IF (JJJJ.EQ.1) GOTO 10
  IF (JJJJ.EQ.2) GOTO 50
  READ(1, *) (NENDN(NZ), FNOZZL(NZ), NZ=1, NNOZZT)
  WRITE(3, 3000) (NENDN(NZ), FNOZZL(NZ), NZ=1, NNOZZT)
3000  FORMAT(I5, F10.6)
  READ(1, *) (PCOMPI(NZ), TCOMPI(NZ), NZ=1, NNOZZT)
  WRITE(3, 3010) (PCOMPI(NZ), TCOMPI(NZ), NZ=1, NNOZZT)
3010  FORMAT(F7.3, F7.1)
  IF (JJJJ.EQ.0) GOTO 150
10   CONTINUE
  DO 20 NZ=1, NNOZZT
    LONE=1
    CALL UNITP(IUNITP, LONE, PCOMPI(NZ), PBARAB)
    CALL UNITT(IUNITT, LONE, TCOMPI(NZ))
20   CONTINUE
  DO 40 NZ=1, NNOZZT
    IF (IUNITL.EQ.1) GOTO 30
    FNOZZL(NZ)=FNOZZL(NZ)*92893973E-9
30   FNOZZL(NZ)=FNOZZL(NZ)/FREF
    TWFLOW(NZ)=0.
    TENERT(NZ)=0.
    TSTAT(4)=0.
    TSTAGE(NZ)=0.
    TSTATE(NZ)=0.
40   TSTAGT(NZ)=0.
    TALPHA=0.
    NCOUNT=0
50   TALPHA=TALPHA+DZ*ZREF*REVENG
    NCOUNT=NCOUNT+1
    DO 140 NZ=1, NNOZZT
      N=NENDN(NZ)
      APN(N)=AP(N)
      RPN(N)=RP(N)
      PHI=FNOZZL(NZ)/FPIPE(N)

```



```

CALL ORIFIC (CLIN (N), CLOUT (N), AAN (N), PHI, JJJJ, NZ, AP (N), RP (N),
&RBACK, GE, ANOZZ, SONK)
CALL MASPIP (CLIN (N), CLOUT (N), AAN (N), FPIPE (N),
&GE, GREF, DTW)
IF (PHI.LT.0.00001) GOTO 140
CALL ETURB (DTE, CLIN (N), CLOUT (N), AAN (N), GE, CTS, AREF, RBACK)
DTWW=DTW
IF (DTW.LE.0.) DTW=0.
IF (DTW.LE.0.) DTE=0.
TWFLOW (NZ)=TWFLOW (NZ)+DTWW*DZ
TENERT (NZ)=TENERT (NZ)+DTW*DTE*DZ
TSTAT (NZ)=TSTAT (NZ)+APN (N)*APN (N)
CALL STAGNA (CLOUT (N), CLIN (N), AOO, GE)
TSTAGE (NZ)=TSTAGE (NZ)+DTW*DZ*AOO*AOO
TSTATE (NZ)=TSTATE (NZ)+DTW*DZ*APN (N)*APN (N)
TSTAGT (NZ)=TSTAGT (NZ)+AOO*AOO
IF (TALPHA.LT.180*CYCLE) GOTO 140
TWORKT=TENERT (NZ)*EREF*0.001
CWORK=TWFLOW (NZ)*WREF*1.005*TCOMPI (NZ)*
&((PAIR/PCOMPI (NZ))*((GA-1)/GA)-1)
TWFL=TWFLOW (NZ)*WREF
C1=AREF*AREF/(287*GE)
TSTATE (NZ)=C1*TSTATE (NZ)/TWFLOW (NZ)
TSTAT (NZ)=C1*TSTAT (NZ)/NCOUNT
TSTAGE (NZ)=C1*TSTAGE (NZ)/TWFLOW (NZ)
TSTAGT (NZ)=C1*TSTAGT (NZ)/NCOUNT
EFFYTC=100*CWORK/TWORKT
WRITE (2,2000) NZ
2000 FORMAT (//,1X,'TURBIN DATASI (ESDEGERI NOZUL ILE ',
&'KARSILASTIRILABILIR.) ',//,1X,'NOZUL NUMARASI =',I4)
X=2*REVENG*REVREF/CYCLE
TWORKT=TWORKT*X
CWORK=CWORK*X
LTWO=2
CALL UNITK (IUNITK, LTWO, TWORKT)
CALL UNITK (IUNITK, LTWO, CWORK)
IF (IUNITK.EQ.2) GOTO 60
WRITE (2,2010) TWORKT
2010 FORMAT (1X,'TEORIK TURBIN GUCU..[KW] .....=',F9.2)
WRITE (2,2020) CWORK
2020 FORMAT (1X,'TEORIK KOMPRESOR (POMPA) GUCU..[KW] .....=',F9.2)
GOTO 70
60 CONTINUE
WRITE (2,2030) TWORKT
2030 FORMAT (1X,'TEORIK TURBIN GUCU..[HP] .....=',F9.2)
WRITE (2,2040) CWORK
2040 FORMAT (1X,'TEORIK KOMPRESOR (POMPA) GUCU..[HP] .....=',F9.2)
70 TWFL=TWFL*2*REVREF*REVENG/CYCLE
LTWO=2
CALL UNITW (IUNITW, LTWO, TWFL)
IF (IUNITW.EQ.2) GOTO 80
WRITE (2,2050) TWFL
2050 FORMAT (1X,'KUTLE DEBISI..[KG/S] .....=',F9.5)
GOTO 90
80 WRITE (2,2060) TWFL
2060 FORMAT (1X,'KUTLE DEBISI..[LB/S] .....=',F9.5)
90 WRITE (2,2070) EFFYTC
2070 FORMAT (1X,'TURBOSARJ UNITESI VERIMI .....=',F9.2)
LTWO=2
CALL UNITT (IUNITT, LTWO, TSTATE (NZ))

```

```

CALL UNITT(IUNITT,LTWO,TSTATT(NZ))
CALL UNITT(IUNITT,LTWO,TSTAGE(NZ))
CALL UNITT(IUNITT,LTWO,TSTAGT(NZ))
IF (IUNITT.EQ.2) GOTO 100
IF (IUNITT.EQ.3) GOTO 110
IF (IUNITT.EQ.4) GOTO 120
WRITE(2,2080) TSTATE(NZ)
WRITE(2,2090) TSTATT(NZ)
WRITE(2,2100) TSTAGE(NZ)
WRITE(2,2110) TSTAGT(NZ)
2080 FORMAT(1X,'ORTALAMA EGSOZ SICAKLIGI (ENERJI) [K] =',F7.1)
2090 FORMAT(1X,'ORTALAMA EGSOZ SICAKLIGI (ZAMAN) [K] =',F7.1)
2100 FORMAT(1X,'ORTALAMA DURULMA SICAK. (ENERJI) [K] =',F7.1)
2110 FORMAT(1X,'ORTALAMA DURULMA SICAK. (ZAMAN) [K] =',F7.1)
GOTO 130
100 WRITE(2,2120) TSTATE(NZ)
WRITE(2,2130) TSTATT(NZ)
WRITE(2,2140) TSTAGE(NZ)
WRITE(2,2150) TSTAGT(NZ)
2120 FORMAT(1X,'ORTALAMA EGSOZ SICAKLIGI (ENERJI) [C] =',F7.1)
2130 FORMAT(1X,'ORTALAMA EGSOZ SICAKLIGI (ZAMAN) [C] =',F7.1)
2140 FORMAT(1X,'ORTALAMA DURULMA SICAK. (ENERJI) [C] =',F7.1)
2150 FORMAT(1X,'ORTALAMA DURULMA SICAK. (ZAMAN) [C] =',F7.1)
GOTO 130
110 WRITE(2,2160) TSTATE(NZ)
WRITE(2,2170) TSTATT(NZ)
WRITE(2,2180) TSTAGE(NZ)
WRITE(2,2190) TSTAGT(NZ)
2160 FORMAT(1X,'ORTALAMA EGSOZ SICAKLIGI (ENERJI) [R] =',F7.1)
2170 FORMAT(1X,'ORTALAMA EGSOZ SICAKLIGI (ZAMAN) [R] =',F7.1)
2180 FORMAT(1X,'ORTALAMA DURULMA SICAK. (ENERJI) [R] =',F7.1)
2190 FORMAT(1X,'ORTALAMA DURULMA SICAK. (ZAMAN) [R] =',F7.1)
GOTO 130
120 WRITE(2,2200) TSTATE(NZ)
WRITE(2,2210) TSTATT(NZ)
WRITE(2,2220) TSTAGE(NZ)
WRITE(2,2230) TSTAGT(NZ)
2200 FORMAT(1X,'ORTALAMA EGSOZ SICAKLIGI (ENERJI) [F] =',F7.1)
2210 FORMAT(1X,'ORTALAMA EGSOZ SICAKLIGI (ZAMAN) [F] =',F7.1)
2220 FORMAT(1X,'ORTALAMA DURULMA SICAK. (ENERJI) [F] =',F7.1)
2230 FORMAT(1X,'ORTALAMA DURULMA SICAK. (ZAMAN) [F] =',F7.1)
130 TWFLOW(NZ)=0.
TENERT(NZ)=0.
TSTATE(NZ)=0.
TSTATT(NZ)=0.
TSTAGE(NZ)=0.
TSTAGT(NZ)=0.
IF (NZ.EQ.NNOZZT) NCOUNT=0
IF (NZ.EQ.NNOZZT) TALPHA=0.
140 CONTINUE
150 RETURN
END

```

```

SUBROUTINE OUTPUT(J,IIII)
IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
COMMON/MF/AAAIR,AAEXH,ALPHAT,ANGEND,ANGRES,ANREV,
&APAIR,APEXH,AREF,AVO(3),AVC(3),AAN(300),AP(300),
&APN(300),CYCLE,CLIN(300),CLOUT(300),DALPHA,
&DANGRS,DREF,DZ,EREF,EVC(3),EVO(3),FREF,FPIPE(300),EFFMEC,
&FPIPEN(300),IPOWER,IREV,GA,GE,GREF,IUNITL,
&IUNITP,IUNITT,IUNITK,IUNITW,IUNITQ,MINDT
COMMON/SMF1/MREST,NAAT,NCLT,NCYLT,NINLET,NJUNCT,NNOZZT,NP,NPA,
&NPE,NPT,NTURBT,PAIR,PBACK,PBAR,PBARAB,PEXH,
&PI,PREF,RBACK,REVENG,REVREF,RPAIR,RPEXH,RP(300),
&RPN(300),TAIR,TEXH,TREF,VREF,WREF,XREF,Z,ZREF
COMMON/CHA/CHAR1(900),CHAR2(900),DIA(240),DIFF(240),DX(240),
&FF(240),MESH(240),PATHA(900),PATHX(900),TWALLP(240),
&XPIPE(240),NPATH(240)
COMMON/CYL/ACSB,ALPHA,ALPHAE,ANNA,ANNB,ANNC,AC(24),
&ACB(24),ACF(24),ACN(24),ACR(24),ALPHAC(24),ALPHEX(60),
&ALPHEXX(3,60),ALPAIR(60),ALPAIRR(3,60),APCWF(24),CALVAL,CARBON,
&CDA,CDE,CR,COEFFA(4),COEFFB(4),COEFFC(4),COEFFD(4),
&COEFFE(4),COEFFZ(4),CRANK(24),DELTA,DCYL,DHEAT(24),
&DRC(24),DVCYL(24),DWCIN(24),DWCP(400),DWCYL(24)
COMMON/CYL1/FCYL,FPISTA,FPISTE,FAIR1(60),FAIR2(60),FAIR3(60),
&FEXH1(60),FEXH2(60),FEXH3(60),HEATG(24),PURITY,PVEL,PCR(24),
&PCWF(24),PCYLT(24),PORTS(24),RC(24),RCN(24),RCR(24),SURF(24),
&TCR(24),TCYLT(24),TWALL(24),VALAIR,VALEXH,VCYL(24),WIDTHA,WIDTHE,
&WCAIR(24),WCIN(24),IPRT,MTYPE,NPCWF,NTAIR,NTEXH,NC(24),
&NENDE(24),NENDI(24),NENDEE(24),NENDII(24),NENDEEE(24),NENDIII(24)
COMMON/CYL2/WCOUT(24),WCYL(24),WFUEL(24),WMW(4),WPCNT(96),
&WN(4),WORKGA(24),WORKGE(24),XCRA,XCRE,XSTA,XSTE,
&NCD(24),NSTORE(24),NSTORC(24),WCYLT(24),DWCINT(24),
&DWCPT(24),DWCIN1(24),DWCIN2(24),DWCIN3(24)
COMMON/CYL/CCANG(1100),DATWC(1100),DATIN(1100),DATOUT(1100)
COMMON/CYCYC/WCYLR(24),DST,AINO,AINO1,AINO2,IMOLS,EXHPO,AIRPO
COMMON/JUN/NENDA(50),NENDB(50),NENDC(50),NENDD(50),NENDF(50),
&NJOIN(50)
COMMON/NZT/ANOZZ(10),DTE,DTW,DROT(4),EFFYT,EFFYC,EFFYTC,
&ETS(600),FNOZZL(24),IUWTP,NCOUNT,NCURVE,NCURVW,
&NCLTS(12),NENDN(24),NENDT(4),NETS(12),
&PCOMPI(4),REVTUR(4),SONK(24),TALPHA,TCLIN(600),
&TCLOUT(600),TCOMPI(4),TENERA(4),TENERT(4),TSPED(12),
&TSPEDW(12),TSTAGE(4),TSTAGT(4),TSTATE(4),TSTAT(4)
COMMON/NZT1/TWFLOW(4),UBLADE(4),UCTMIN(12),UCTMAX(12),UCTS(600),
&XIMAX(12),XIMIN(12),XOMAX(12),XOMIN(12),
&TNTN,UCTN,ETN,DTWN,ETTN,ETAN,STPN,TMPN,NDATA,NTURBD
COMMON/NZ1/TANG(290),TRPST(290),TEFFT(290),TUCTS(290),TMASS(290),
&TENGYT(290),TENGYA(290),TSTPR(290),TMTP(290)
COMMON/OUT/AOUT,DANGL,OP,PCOUT(150),POUT(150),TCOUT(150),
&TOUT(150),ICYLT,IPIPET,ITEMP,ICYLNO(24),IPIPEN(150)
COMMON/INL/NENDIN(24)
COMMON/NZTB/TPRRAT(4,10),TMXEFF(4,10),BSPRZE(4,50),
&FCZBSR(4,10),FLCTRP(4,10),BSRTRP(4,50)
IF (J.EQ.1) GOTO 10
IF (J.EQ.2) GOTO 560
READ(1,*) DANGL,ITEMP,ICYLT,IPIPET
WRITE(3,3000) DANGL,ITEMP,ICYLT,IPIPET

```

```

      READ(1,*) (ICYLNO(N),N=1,ICYLT)
      WRITE(3,3010) (ICYLNO(N),N=1,ICYLT)
      READ(1,*) (IPIPEN(N),N=1,IPIPET)
      WRITE(3,3020) (IPIPEN(N),N=1,IPIPET)
3000  FORMAT(F7.1,2I4,I5)
3010  FORMAT(I4)
3020  FORMAT(I5)
      IF (J.EQ.0) GOTO 40
10    CONTINUE
      OP=EVO(1)+DANGL
      AOUT=OP
      ANREV=0.
      IREV=1
C
C  SILINDIR HESAPLAMALARININ SONUNDAKI BULGULARIN DAHA SONRA
C  DOSYALARA YAZDIRILMAK UZERE SAKLANMASI
C
      IF (ICYLT.EQ.0) GOTO 550
      DO 30 N=1,ICYLT
      DO 20 NN=1,NCYLT
      IF (ICYLNO(N).NE.NC(NN)) GOTO 20
      ICYLNO(N)=NN
      GOTO 30
20    CONTINUE
30    CONTINUE
      IF (J.EQ.1) GOTO 560
40    CONTINUE
      WRITE(2,2000)
2000  FORMAT(///,5X,'GIRIS  DATASI  VE  CIKIS',
&'  VERILERI',//)
      WRITE(2,2010)
2010  FORMAT(//,1X,'BIRIMLER      (GIRIS VE CIKIS)')
      WRITE(2,2020)
2020  FORMAT(//,1X,'DEVIR              1/S')
      GOTO (50,60,70),IUNITP
50    WRITE(2,2030)
2030  FORMAT(1X,'BASINC              BAR')
      GOTO 80
60    WRITE(2,2040)
2040  FORMAT(1X,'BASINC              PSIA')
      GOTO 80
70    WRITE(2,2050)
2050  FORMAT(1X,'BASINC              PSIG')
80    GOTO (90,100,110,120),IUNITT
90    WRITE(2,2060)
2060  FORMAT(1X,'SICAKLIK              K')
      GOTO 130
100   WRITE(2,2070)
2070  FORMAT(1X,'SICAKLIK              C')
      GOTO 130
110   WRITE(2,2080)
2080  FORMAT(1X,'SICAKLIK              R')
      GOTO 130
120   WRITE(2,2090)
2090  FORMAT(1X,'SICAKLIK              F')
130   GOTO (140,150),IUNITL
140   WRITE(2,2100)
2100  FORMAT(1X,'UZUNLUK              M')
      GOTO 160
150   WRITE(2,2110)

```

```

2110  FORMAT(1X,'UZUNLUK                                FT')
160   GOTO (170,180),IUNITW
170   WRITE(2,2120)
2120  FORMAT(1X,'KUTLE                                KGM')
      GOTO 190
180   WRITE(2,2130)
2130  FORMAT(1X,'KUTLE                                LBM')
190   GOTO (200,210),IUNITK
200   WRITE(2,2140)
2140  FORMAT(1X,'GUC                                    KW')
      GOTO 220
210   WRITE(2,2150)
2150  FORMAT(1X,'GUC                                    HP')
220   GOTO (230,240,250),IUNITQ
230   WRITE(2,2160)
2160  FORMAT(1X,'ISI                                    KJ')
      GOTO 260
240   WRITE(2,2170)
2170  FORMAT(1X,'ISI                                    CHU')
      GOTO 260
250   WRITE(2,2180)
2180  FORMAT(1X,'ISI                                    BTU')
260   WRITE(2,2190) PREF,TREF,GREF,REVREF,PBAR
2190  FORMAT(//,1X,'R E F E R A N S   K O S U L L A R I',//,4X,
&'BASINC.....=',F8.3,/,4X,'SICAKLIK.....=',F8.3,
&/,4X,'OZGUL ISINMA ISISI..=',F8.3,/,4X,
&'MOTOR DEVRI.....=',F8.3,/,4X,'BAROMETRIK
BASINC...=',F8.3)
      IF (IUNITP.EQ.3) WRITE(2,2200) PBARAB
2200  FORMAT(//,1X,'GERCEK BAROMETRIK BASINCI (PSIA) BIRIMI',
&' CINSINDEN',/,1X,'IFADE ETMEK ICIN MEVCUT BASINCA ',F7.3,
&' EKLEMEK',/,1X,' GEREKLI VE YETERLIDIR.',/)
      WRITE(2,2210) GE,GA
2210  FORMAT(///,1X,'OZGUL ISINMA ISISI (EGSOZ) (Cp).....=',F6.3,/,
&1X,'OZGUL ISINMA ISISI (HAVA) (Cp).....=',F6.3)
      WRITE(2,2220)
2220  FORMAT(/,1X,'B O R U L A R A   A I T   D A T A',///,1X,
&'TEK NO.LU BORU UCU   = (2*BORU NO.-1)',/,
&1X,'CIFT NO.LU BORU UCU   =   (2*BORU NO.)',2X)
      WRITE(2,2230)
2230  FORMAT(///,1X,'E G S O Z   M A N I F O L D U   D A T A S I')
      NPE=NPT-NPA
      WRITE(2,2240)
2240  FORMAT(//,1X,'BORU AG UZUNLUK TEK NOLU UC ',
&'CIFT NOLU UC SURTUNME DUVAR',/,1X,
&' NO GOZU                BORU CAPI ',
&'BORU   CAPI KATSAYISI SICAKLIGI',/,1X,
&'-----',
&'-----',/)
      DO 270 NP=1,NPE
      NP2=2*NP
      NP2M1=2*NP-1
      WRITE(2,2250)
NP,MESH(NP),XPIPE(NP),DIA(NP2M1),DIA(NP2),FF(NP),
&TWALLP(NP)
270   CONTINUE
2250  FORMAT(I4,I5,2X,F7.4,3X,F7.4,6X,F7.4,4X,F7.5,4X,F5.1)
      IF (NPA.EQ.0) GOTO 290
      WRITE(2,2260)

```

```

2260  FORMAT(///,1X,'E M M E      M A N I F O L D U      D A T A S I')
      WRITE(2,2240)
      NPEI=NPE+1
      DO 280 NP=NPEI,NPT
      NP2=2*NP
      NP2M1=2*NP-1
      WRITE(2,2250) NP,MESH(NP),XPIPE(NP),DIA(NP2M1),DIA(NP2),FF(NP)
&,TWALLP(NP)
280   CONTINUE
290   IF (NJUNCT.EQ.0) GOTO 320
      WRITE(2,2270)
2270  FORMAT(///,1X,'BORULARIN BIRLESTIGI KAVSAKLARA AIT DATA')
      WRITE(2,2280)
2280  FORMAT(/,9X,'TIPI',12X,'BORU UC NUMARALARI',8X,
&'KAVSAK YERI',/,2X,'(BIRL.BORU SAYISI)')
      N=1
300   IF (NENDA(N).GT.2*NPE) GOTO 310
      WRITE(2,2290) NJOIN(N),NENDA(N),NENDB(N),NENDC(N),NENDD(N)
2290  FORMAT(9X,I4,13X,4I4,7X,'EGSOZ MANIFOLDU')
      IF (N.EQ.NJUNCT) GOTO 320
      N=N+1
      GOTO 300
310   WRITE(2,2300) NJOIN(N),NENDA(N),NENDB(N),NENDC(N),NENDD(N)
2300  FORMAT(9X,I4,13X,4I4,7X,'EMME MANIFOLDU')
      IF (N.EQ.NJUNCT) GOTO 320
      N=N+1
      GOTO 300
320   WRITE(2,2310)
2310  FORMAT(//,1X,'ATESLEME SIRASINA GORE SILINDIR TOPLU DATASI')
      WRITE(2,2320)
2320  FORMAT(/,1X,'SILINDIR BORU UC NO FAZ      DUVAR      ',
&'YAKIT      YANMA FAZI      GUC CEVRIMI',/,1X,
&'      NO      EMME EGSOZ ACISI SICAKLIGI ',
&'(KG/CEVRIM) BASL. BIT. BASINC SICAKLIK',/,1X,
&'-----',
&'-----')

WRITE(2,2330) (NC(N),NENDI(N),NENDE(N),CRANK(N),TWALL(N),WFUEL(N)
&,ACB(N),ACF(N),PCYLT(N),TCYLT(N),N=1,NCYLT)
2330  FORMAT(I6,I7,I6,F7.1,F9.1,E13.5,F6.1,F5.1,F7.1,F9.1)
      WRITE(2,2340)
2340  FORMAT(//,1X,'MOTOR TIPI')
      GOTO (330,340,350),MTYPE
330   WRITE(2,2350)
2350  FORMAT(/,1X,'TEK PISTONLU')
      GOTO 360
340   WRITE(2,2360)
2360  FORMAT(1X,'KARSILIKLI PISTONLU')
      GOTO 360
350   WRITE(2,2370)
2370  FORMAT(1X,'SABIT BOYLU')
360   IF (CYCLE.GT.3.) GOTO 370
      WRITE(2,2380)
2380  FORMAT(1X,'2 STROKLU')
      GOTO 380
370   WRITE(2,2390)
2390  FORMAT(1X,'4 STROKLU')
380   GOTO (390,400,420),MTYPE
2400  FORMAT(/,1X,'SILINDIR
CAPI.....=',

```

```

&F8.5,/,1X,'STROK.....=' ,
&F8.5,/,1X,'PISTON YUZEY ALANI / SILINDIR EN KESIT
ALANI...=' ,F8.5,
&/,1X,'BIYEL KOLU UZUNLUGU.....=' ,F8.5)
390 WRITE(2,2400) DCYL,XSTA,FPISTA,XCRA
GOTO 410
400 WRITE(2,2410)
2410 FORMAT(/,1X,'EMME STROKU PISTONU')
WRITE(2,2400) DCYL,XSTA,FPISTA,XCRA
WRITE(2,2420)
2420 FORMAT(/,1X,'EGSOZ STROKU PISTONU')
WRITE(2,2400) DCYL,XSTE,FPISTE,XCRE
410 WRITE(2,2430) CR
2430 FORMAT(/,1X,'SIKISTIRMA
ORANI.....=' ,
&F7.2)
GOTO 430
420 WRITE(2,2440) DCYL,XSTA
2440 FORMAT(/,1X,'SILINDIR
CAPI.....=' ,
&F8.4,/,1X,'SILINDIR
UZUNLUGU.....=' ,F9.4)
430 WRITE(2,2450) (EVO(I), I=1,3), (EVC(I), I=1,3),
&(AVO(I), I=1,3), (AVC(I), I=1,3),ACSB
2450 FORMAT(///,1X,' VALFLARIN ACILMA - KAPANMA ZAMANLARI',
&/,1X,'EGSOZ VALFI ACILMA ACISI.....:',3F6.1,
&/,1X,'EGSOZ VALFI KAPANMA ACISI.....:',3F6.1,
&/,1X,'EMME VALFI ACILMA ACISI.....:',3F6.1,
&/,1X,'EMME VALFI KAPANMA ACISI.....:',3F6.1,
&/,1X,'SIKISTIRMA STROKUNUN BASLADIGI ACI....:',F6.1)
IF (MYPE.EQ.2) WRITE(2,2460) DELTA
2460 FORMAT(/,1X,'FAZ ACISI',F7.1)
IF (VALEXH.GT.5.) GOTO 440
WRITE(2,2470) WIDTHE
2470 FORMAT(1X,'EGSOZ SUBAPI YUZDE ACIKLIGI',F9.3)
GOTO 450
440 WRITE(2,2480) CDE
2480 FORMAT(/,1X,'EGSOZ SUBAPI AKIS KATSAYISI',F7.3)
450 IF (VALAIR.GT.5.) GOTO 460
WRITE(2,2490) WIDTHA
2490 FORMAT(1X,'EMME SUBAPI YUZDE ACIKLIGI ',F9.3)
GOTO 470
460 WRITE(2,2500) CDA
2500 FORMAT(1X,'EMME SUBAPI AKIS KATSAYISI ',F7.3)
470 WRITE(2,2510)
2510 FORMAT(/,1X,'MOTOR TEST KOSULLARI')
WRITE(2,2520) REVENG,PAIR,TAIR
2520 FORMAT(/,1X,'MOTOR DEVRI (1/S).....:',F7.2,/,1X,
&'SUPERSARJ BASINCI.....:',F7.2,/,1X,
&'SUPERSARJ SICAKLIGI.....:',F7.2,/)
IF (IPOWER.EQ.0) GOTO 480
WRITE(2,2530) (NC(N),WFUEL(N),N=1,NCYLT)
2530 FORMAT(1X,'CEVRIM BASINA ',I2,' NO.LU SILINDIRE GONDERILEN ',
&'YAKIT MIKTARI',E12.5)
WRITE(2,2540) CALVAL,CARBON
2540 FORMAT(/,1X,'YAKITIN ISIL DEGERI
(KJ/KG).....:',F10.2,
&/,1X,'AGIRLIK OLARAK ICERDIGI CARBON YUZDESİ....:',F10.2)
480 WRITE(2,2550)
2550 FORMAT(///,1X,'ISI MODELİNE TEMEL TESKİL EDEN ISI TRANSFERİ ',

```



```

&'DATASI',/)
WRITE(2,2560) ANNA,ANNB
2560 FORMAT(1X,'ANNAND ISI TRANSFER KATSAYISI
(A).....:',F9.4,/,1X,
&'ANNAND ISI TRANSFER KATSAYISI (B).....:',F9.4)
IF (IPOWER.EQ.0) GOTO 490
WRITE(2,2570) ANNC
2570 FORMAT(1X,'ANNAND ISI TRANSFER KATSAYISI (C).....:',E9.3,2X,
&'KW/(M**2) (K**4)',2X)
WRITE(2,2580)
2580 FORMAT(///,1X,'I S I      Y A Y I L I M      M O D E L I')
WRITE(2,2590)
2590 FORMAT(/,1X,'YANMA BASLANGICINDAN ITIBAREN      PUSKURTULEN
YAKITIN',
&/,1X,'KRANK ACISININ DEGISM DEGERI      YUZDE YANMA MIKTARI',/)
WRITE(2,2600) (APCWF(I),PCWF(I),I=1,NPCWF)
2600 FORMAT(F18.2,F28.3)
490 IF (NNOZZT.EQ.0) GOTO 500
WRITE(2,2610)
2610 FORMAT(///,1X,'NOZUL DATASI')
WRITE(2,2620)
2620 FORMAT(/,1X,'NOZUL NO.',4X,'BORU UC NO.',6X,'ALANI',/)
WRITE(2,2630) (NZ,NENDN(NZ),FNOZZL(NZ),NZ=1,NNOZZT)
2630 FORMAT(2X,I4,9X,I5,6X,F10.4)
500 IF (NTURBT.EQ.0) GOTO 510
WRITE(2,2640)
2640 FORMAT(///,1X,'TURBIN DATASI')
WRITE(2,2650)
2650 FORMAT(/,1X,'BORU UC NO.',5X,'ROTOR
CAPI',5X,'DEVIR(1/S)',2X)
WRITE(2,2660) NENDT(1),DROT(1),REVTUR(1)
2660 FORMAT(2X,I5,10X,F8.3,7X,F9.1)
WRITE(2,2670) (TSPEDE(N),N=1,NCURVE)
2670 FORMAT(/,1X,'BOYUTSUZ HIZ DEGERLERI N/SQRT(T)
[(1/S)/SQRT(K)]',
&' VERIM HESAPLAMALARI ICIN',/,12(/,10X,F9.2))
WRITE(2,2680) (TSPEDW(N),N=1,NCURVW)
2680 FORMAT(/,1X,'BOYUTSUZ HIZ DEGERLERI N/SQRT(T)
[(1/S)/SQRT(K)]',
&' KUTLE DEBISI HESAPLARI ICIN',/,12(/,10X,F9.2))
WRITE(2,2690)
2690 FORMAT(///,1X,'KOMPRESOR DATASI')
WRITE(2,2700) PCOMPI(1),TCOMPI(1)
2700 FORMAT(/,1X,'GIRIS BASINCI ',F8.2,/,
&1X,'GIRIS SICAKLIGI',F8.2)
510 CONTINUE
WRITE(2,2710)
2710 FORMAT(////,3X,'CIKIS DUZENI ICIN ACIKLAYICI KILAVUZ')
WRITE(2,2720)
2720 FORMAT(/,1X,'SATIR      SUTUN      DEGISKEN',/,1X,
&' 1      1      ACI')
WRITE(2,2730)
2730 FORMAT(///,1X,'SATIR      SUTUN      SIL.NO.      DEGISKEN')
LINE=2
NCOL=1
DO 530 N=1,ICYLT
WRITE(2,2740) LINE,NCOL,ICYLNO(N)
2740 FORMAT(1X,I3,6X,I2,8X,I3,8X,'BASINC')
NCOL=NCOL+1
IF (ITEMP.EQ.0) GOTO 520

```



```

WRITE(2,2750) LINE,NCOL,ICYLNO(N)
2750 FORMAT(1X,I3,6X,I2,8X,I3,8X,'SICAKLIK')
NCOL=NCOL+1
520 IF (NCOL.NE.13) GOTO 530
NCOL=1
LINE=LINE+1
530 CONTINUE
WRITE(2,2760)
2760 FORMAT(///,1X,'SATIR SUTUN BORU UC NO. DEGISKEN')
DO 540 N=1,IPIPET
WRITE(2,2740) LINE,NCOL,IPIPEN(N)
NCOL=NCOL+1
IF (ITEMP.EQ.0) GOTO 540
WRITE(2,2750) LINE,NCOL,IPIPEN(N)
NCOL=NCOL+1
IF (NCOL.NE.13) GOTO 540
NCOL=1
LINE=LINE+1
540 CONTINUE
550 RETURN
C
C
C PROGRAM CIKISLARININ GEREKLI OLUP OLMADIGININ TESBITI
C
C
560 DALPHA=DZ*ZREF*REVENG
570 DTHETA=(ALPHAT+EVO(1))-OP
IF (DTHETA.LT.0.) GOTO 680
C
C SILINDIR HESAPLAMALARI SONUCLARI
C
IF (ICYLT.EQ.0) GOTO 590
DO 580 N=1,ICYLT
PCOUT(N)=0.
TCOUT(N)=0.
NN=ICYLNO(N)
IF (PORTS(NN).EQ.0.) GOTO 580
CALL INPAT(PCOUT(N),PREF,PBARAB,RC(NN),RCN(NN),TCOUT(N),TREF,
&AC(NN),ACN(NN),IUNITP,IUNITT,ITEMP,GE,GREF,DTHETA,DALPHA)
580 CONTINUE
C
C BORU HESAPLAMALARI SONUCLARI
C
590 DO 620 N=1,IPIPET
NN=IPIPEN(N)
IF (NN.GT.2*(NPT-NPA)) GOTO 600
G=GE
GOTO 610
600 G=GA
610 CALL INPAT(POUT(N),PREF,PBARAB,RP(NN),RPN(NN),TOUT(N),TREF,
&AP(NN),APN(NN),IUNITP,IUNITT,ITEMP,G,GREF,DTHETA,DALPHA)
620 CONTINUE
IF (AOUT.GE.180*CYCLE) AOUT=AOUT-180*CYCLE
IF (ALPHAT.LT.ANREV) GOTO 630
WRITE(2,2770) IREV
2770 FORMAT(///,1X,'HESAPLAMA CEVRIMI =',I5,/)
ANREV=ANREV+360
IREV=IREV+1
C
630 IF (ICYLT.EQ.0) GOTO 650

```

```

      IF (ITEMP.EQ.0) GOTO 640
C     WRITE(6,2780) AOUT, (PCOUT(N), TCOUT(N), N=1, ICYLT),
C     & (POUT(N), TOUT(N), N=1, IPIPET)
2780  FORMAT(/, F7.1, 10(/12F10.1))
C
      CALL STROK(XST, DST, AOUT, XSTA, XCRA, REVENG, ZREF)
      CALL CYLVOL(FCYL, XST, XSTA, CR, DST, CCCVOL, DCCCVL)
      CCCVOL=CCCVOL*0.001
C
      WRITE(8,8000) AOUT, (PCOUT(N), N=1, ICYLT)
      WRITE(6,8500) AOUT, (PCOUT(N), N=1, ICYLT)
      WRITE(9,9000) AOUT, (TCOUT(N), N=1, ICYLT)
      WRITE(6,9000) AOUT, (TCOUT(N), N=1, ICYLT)
C
      WRITE(10,10000) AOUT, (POUT(N), N=1, 9)
      WRITE(6,10500) AOUT, (POUT(N), N=1, 9)
      WRITE(11,11000) AOUT, (POUT(N), N=10, IPIPET)
      WRITE(6,11000) AOUT, (POUT(N), N=10, IPIPET)
C
8000  FORMAT(F8.2, 8F9.2)
8500  FORMAT(///, F8.2, 8F9.2)
9000  FORMAT(F8.2, 8F9.2)
10000 FORMAT(F8.2, 10F7.2)
11000 FORMAT(F8.2, 10F7.2)
10500 FORMAT(/, F8.2, 10F7.2)
      IF (IIIII.EQ.0) GOTO 670
      GOTO 670
640   WRITE(2,2780) AOUT, (PCOUT(N), N=1, ICYLT), (POUT(N), N=1, IPIPET)
      GOTO 670
650   IF (ITEMP.EQ.0) GOTO 660
      WRITE(2,2780) AOUT, (POUT(N), TOUT(N), N=1, IPIPET)
      GOTO 670
660   WRITE(2,2780) AOUT, (POUT(N), N=1, IPIPET)
670   OP=OP+DANGL
      AOUT=AOUT+DANGL
      GOTO 570
680   RETURN
      END

```

```

SUBROUTINE POWER(N)
  IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
  DIMENSION VCYLA(360),VCYLE(360),VCYLP(360),TCP(360),PCP(360),
&PRANG(360),CANG(2),PCFINT(2),WNI(4),WNF(4)
  COMMON/MF/AAAIR,AAEXH,ALPHAT,ANGEND,ANGRES,ANREV,
&APAIR,APEXH,AREF,AVO(3),AVC(3),AAN(300),AP(300),
&APN(300),CYCLE,CLIN(300),CLOUT(300),DALPHA,
&DANGRS,DREF,DZ,EREF,EVC(3),EVO(3),FREF,FPIPE(300),EFFMEC,
&FPIPEN(300),IPOWER,IREV,GA,GE,GREF,IUNITL,
&IUNITP,IUNITT,IUNITK,IUNITW,IUNITQ,MINDT
  COMMON/SMF1/MREST,NAAT,NCLT,NCYLT,NINLET,NJUNCT,NNOZZT,NP,NPA,
&NPE,NPT,NTURBT,PAIR,PBACK,PBAR,PBARAB,PEXH,
&PI,PREF,RBACK,REVENG,REVREF,RPAIR,RPEXH,RP(300),
&RPN(300),TAIR,TEXH,TREF,VREF,WREF,XREF,Z,ZREF
  COMMON/CYL/ACSB,ALPHA,ALPHAЕ,ANNA,ANNB,ANNC,AC(24),
&ACB(24),ACF(24),ACN(24),ACR(24),ALPHAC(24),ALPHEX(60),

&ALPHEXX(3,60),ALPAIR(60),ALPAIRR(3,60),APCWF(24),CALVAL,CARBON,
&CDA,CDE,CR,COEFFA(4),COEFFB(4),COEFFC(4),COEFFD(4),
&COEFFE(4),COEFFZ(4),CRANK(24),DELTA,DCYL,DHEAT(24),
&DRC(24),DVCYL(24),DWCIN(24),DWCP(400),DWCYL(24)
  COMMON/CYL1/FCYL,FPISTA,FPISTE,FAIR1(60),FAIR2(60),FAIR3(60),
&FEXH1(60),FEXH2(60),FEXH3(60),HEATG(24),PURITY,PVEL,PCR(24),
&PCWF(24),PCYLT(24),PORTS(24),RC(24),RCN(24),RCR(24),SURF(24),

&TCR(24),TCYLT(24),TWALL(24),VALAIR,VALEXH,VCYL(24),WIDTHA,WIDTHE,
&WCAIR(24),WCIN(24),IPRT,MTYPE,NPCWF,NTAIR,NTEXH,NC(24),

&NENDE(24),NENDI(24),NENDEE(24),NENDII(24),NENDEEE(24),NENDIII(24)
  COMMON/CYL2/WCOUT(24),WCYL(24),WFUEL(24),WMW(4),WPCNT(96),
&WN(4),WORKGA(24),WORKGE(24),XCRA,XCRE,XSTA,XSTE,
&NCD(24),NSTORE(24),NSTORC(24),WCYLT(24),DWCINT(24),
&DWCPT(24),DWCIN1(24),DWCIN2(24),DWCIN3(24)
  COMMON/CY1/CCANG(1100),DATWC(1100),DATIN(1100),DATOUT(1100)
C
C HESAPLARA BASLANGIC ICIN ALTPROGRAMDA KULLANILAN ACI DEGERLERININ
C SAPTANMASI
C
  ANGLA=ACSB
  ANGLE=ACSB+DELTA
  ANGLP=180*CYCLE-ACSB+EVO(1)
  ANGLC=0.
  K=1
  PRANG(1)=ACSB
C
C YANMA ACILARININ SAPTANMASI
C
  ACBB=ACB(N)
  IF (ACBB.LT.180.) ACBB=180*CYCLE+ACBB
  ACFF=ACF(N)
  IF (ACFF.LT.180.) ACFF=180*CYCLE+ACFF
C
C GUC STROKU BASLANGICINDAKI SILINDIR HACMININ HESAPLANMASI
C
  DST=0.
  CALL STROK(XST,DST,ANGLA,XSTA,XCRA,REVENG,ZREF)
  CALL CYLVOL(FCYL,XST,XSTA,CR,DST,VCYLA(1),DVCY)
  IF (MTYPE.EQ.1) FPISTE=1.
  VCYLE(1)=0.
  IF (MTYPE.EQ.1) GOTO 10

```

```

DST=0.
CALL STROK(XST,DST,ANGLE,XSTE,XCRE,REVENG,ZREF)
CALL CYLVOL(FCYL,XST,XSTE,CR,DST,VCYLE(1),DVCY)
10  VCYLE(1)=VCYLE(1)*VREF
    VCYLE(1)=VCYLE(1)*VREF
    VCYLP(1)=VCYLE(1)+VCYLE(1)
    WORKA=0.
    WORKE=0.
    HEATRF=0.
    DQCR=0.
    ICOMB=0
C
C SIKISTIRMA BASLANGICINDA SILINDIRDEKI DOLGUYA AIT BILESENLERIN
C DEGERLERI, WNA=HAVA MOL SAYISI, WNR=ARTIKLARIN MOL SAYISI,
C WNP=YANMA URUNLERININ MOL SAYISI
C
    VCYLT=VCYLP(1)
    WNTF=PCYLT(N)*VCYLT*100/(8.3143*TCYLT(N))
    WNA=PURITY*WNTF
    WNR=WNTF-WNA
    WNP=WFUEL(N)*(1-CARBON)/4.032
C
C (1) AZOT, (2) OKSIJEN, (3) KARBONDIOKSIT, (4) SU BUHARI
C
    WNF(1)=0.79*WNA*(WNA+WNP+WNR)/(WNA+WNP)
    WNF(4)=2*WNP*WNR/(WNA+WNP)
    WNF(3)=2.016*CARBON*WNF(4)/(12.01*(1-CARBON))
    WNF(2)=0.21*WNF(1)/0.79-WNF(3)-0.5*WNF(4)
C
C SILINDIRDE GUC CEVRIMI BASLANGICINDAKI KUTLE
C
    WMF=0.
    DO 20 I=1,4
20  WMF=WMF+WMW(I)*WNF(I)
    TRAF=28.967*WNA/WFUEL(N)
    TRMF=WMF/WFUEL(N)
    EAFR=32*WNF(2)*100/(23*WFUEL(N))
C
C GUC CEVRIMININ BASINDA SILINDIR BASINCI VE SICAKLIGININ
C SAKLANMASI
C
    PCF=PCYLT(N)
    PCP(1)=PCF
    LTWO=2
    CALL UNITP(IUNITP,LTWO,PCP(1),PBARAB)
    TF=TCYLT(N)
    TCP(1)=TF
    CALL UNITT(IUNITT,LTWO,TCP(1))
C
C GUC CEVRIMINDE DOLGUYA AIT BILESENLERIN IC ENERJILERININ (KJ)
C BIRIMI CINSINDEN HESAPLANMASI
C
    ETF=0.
    DO 30 I=1,4
30  ETF=ETF+WNF(I)*(8.3143*((COEFFA(I)-1)*TF+COEFFB(I)*TF*TF+
    &COEFFC(I)*TF*TF*TF+COEFFD(I)*TF*TF*TF*TF)-COEFFE(I))
C
C SON ACI DEGERININ YENI ACI DEGERI OLARAK ATANMASI VE CEVRIME
C DEVAM EDILMESI
C

```

```

40      K=K+1
        ANGLC=ANGLC+1
        ANGLA=ANGLA+1
        ANGLE=ANGLE+1
        PRANG(K)=ANGLA
        IF (PRANG(K).GE.180*CYCLE) PRANG(K)=PRANG(K)-180*CYCLE
        ETI=ETF
        PCI=PCF
        TI=TF
C
C      YANMA OLUP OLMADIGININ VEYA GUC CEVRIMI HESAPLARININ ISTENILIP
C      ISTENMEDIGININ KONTROLU
C
C
        IF (ANGLA.LE.ACBB) GOTO 140
        IF ((ANGLA-1).GE.ACFF) GOTO 140
C
C
C      YANMIS YAKIT YUZDESININ HESAPLANMASI
C
        IF (ICOMB.EQ.0) KC=K-1
        ICOMB=100
        CANG(1)=ANGLA-1
        CANG(2)=ANGLA
        DO 110 I=1,2
        ANG=CANG(I)-ACBB
        IF (ANG) 50,50,60
50      PCFINT(I)=0.
        GOTO 110
60      IF (APCWF(NPCWF)-ANG) 70,70,80
70      PCFINT(I)=100.
        GOTO 110
80      J=1
90      J=J+1
        IF (ANG-APCWF(J)) 100,100,90
100     JM1=J-1
        PCFINT(I)=PCWF(JM1)+(PCWF(J)-PCWF(JM1))*(ANG-APCWF(JM1))/
&(APCWF(J)-APCWF(JM1))
110     CONTINUE
        DWFUEL=0.01*(PCFINT(2)-PCFINT(1))*WFUEL(N)
        DQF=DWFUEL*CALVAL
C
C      YENI DOLGU BILESENLERINE AIT DEGERLERIN TESBIT EDILMESI
C
        WNTI=WNTF
        WMI=WMF
        DO 120 I=1,4
120     WNI(I)=WNF(I)
        X=DWFUEL*(1-CARBON)/4.032
        Y=DWFUEL*CARBON/12.01
        WNTF=WNTI+X
        WMF=WMI+DWFUEL
        WM=0.5*(WMI+WMF)
        WNF(2)=WNI(2)-X-Y
        WNF(3)=WNI(3)+Y
        WNF(4)=WNI(4)+2*X
        DO 130 I=1,4
130     WN(I)=0.5*(WNF(I)+WNI(I))
        GOTO 160
C

```

```

C EGER YANMA YOKSA ...
C
140   DQF=0.
      DQCR=0.
      WNTI=WNTF
      WMI=WMF
      WM=WMF
      DO 150 I=1,4
        WNI(I)=WNF(I)
150   WN(I)=WNF(I)
C
C SILINDIR HACMI VE YANMA ODASI YUZHEY ALANI
C
160   DST=0.
      CALL STROK(XST,DST,ANGLA,XSTA,XCRA,REVENG,ZREF)
      CALL CYLVOL(FCYL,XST,XSTA,CR,DST,VCYLA(K),DVCY)
      IF (MTYPE.EQ.1) FPISTE=1.
      VCYL(K)=0.
      IF (MTYPE.EQ.1) GOTO 170
      DST=0.
      CALL STROK(XST,DST,ANGLE,XSTE,XCRE,REVENG,ZREF)
      CALL CYLVOL(FCYL,XST,XSTE,CR,DST,VCYLA(K),DVCY)
170   VCYLP(K)=VCYLA(K)+VCYL(K)
      CALL SREA(CYLARE,VCYLP(K),FCYL,DCYL,XREF,DREF,
&FPISTA,FPISTE,MTYPE)
      VCYLA(K)=VCYLA(K)*VREF
      VCYL(K)=VCYL(K)*VREF
      VCYLP(K)=VCYLP(K)*VREF
      KM1=K-1
      IF (VCYLP(K).LT.VCYLP(KM1)) VOLMIN=VCYLP(K)
      CYLARE=CYLARE*FREF
C
C ORTALAMA HACIM VE YOGUNLUK
C
C
      VC=0.5*(VCYLP(K)+VCYLP(KM1))
      RHO=WM/VC
C
C
C ZAMAN ADIMININ SONUNDAKI GAZ SICAKLIGININ TAHMINI
C
C
      TF=TI*(VCYLP(KM1)/VCYLP(K))*0.4+4*DQF/WM
C
C
C ORTALAMA GAZ SICAKLIGININ HESAPLANMASI
C
C
180   TM=0.5*(TI+TF)
C
C
C KONVEKSİYON ISI İLETİMİNİN (KJ) BİRİMİ CİNSİNDEN HESAPLANMASI
C
      CPT=0.
      DO 190 I=1,4
190   CPT=CPT+WN(I)*(COEFFA(I)+2*COEFFB(I)*TM+3*COEFFC(I)*TM**2+
&4*COEFFD(I)*TM**3)
      CPT=8.3143*CPT/WM
      A=0.
      B=0.

```

```

DO 200 I=1,4
C=WN(I)*DSQRT(WMW(I))
A=A+COEFFZ(I)*C
200 B=B+C
VISCTY=(A*TM**0.645)/B
CONDY=CPT*VISCTY/0.7
REY=RHO*PVEL*DCYL*DREF/VISCTY
H=(ANNA*CONDY*REY**ANNB)/(DCYL*DREF)
DQCY=(CYLARE*H*(TM-TWALL(N)))/(360*REVREF*REVENG)
IF (ICOMB.EQ.0) GOTO 210
C
C RADYASYON ISI ILETIMININ YANMANIN BASLADIGI ANDAN ITIBAREN
C HESAPLANMASI
C
C
DQCR=CYLARE*ANNC*(TM**4-TWALL(N)**4)/(360*REVREF*REVENG)
C
C
C ZAMAN ADIMININ SONUNDA BULUNAN BASINC DEGERI
C
C
210 KM1=K-1
PCF=PCI*VCYLP(KM1)*TF*WNTF/(VCYLP(K)*WNTI*TI)
C
C
C ZAMAN ADIMI BOYUNCA YAPILAN IS (KJ)
C
C
DWORKA=0.5*(PCF+PCI)*(VCYLA(K)-VCYLA(KM1))*100
DWORKE=0.5*(PCF+PCI)*(VCYLE(K)-VCYLE(KM1))*100
C
C
C ZAMAN ADIMININ SONUNDAKI IC ENERJİ DEGERİ (KJ)
C
ETF=0.
DO 220 I=1,4
220 ETF=ETF+WNF(I)*(8.3143*((COEFFA(I)-1)*TF+COEFFB(I)*TF**2+
&COEFFC(I)*TF**3+COEFFD(I)*TF**4)-COEFFE(I))
C
C TERMODINAMIGIN 1.KANUNU, ENERJİNİN KORUNUMU İLKESİ VE
C MODELLEME MANTIGI GEREGI ZAMAN ADIMININ BASINDA TAHMIN
C EDİLEN ZAMAN SONU GAZ SICAKLIĞI DEGERİNİN 1.KANUN
C ENERJİ DENGELEMESİNİ SAGLAYIP SAGLAMADIGININ KONTROLU.
C İSTENİLEN MERTEBEDE DENGE KURULAMAMIS İSE HESAPLANAN
C YENİ GAZ SICAKLIĞININ TAHMİNİ DEĞER OLARAK ATANARAK İSLEME
C HASSASİYET SAGLANINCAYA KADAR DEVAM EDİLMESİ
C
ERR=ETF-ETI-DQF+DQCY+DQCR+DWORKA+DWORKE
DERIV=0.
DO 230 I=1,4
230 DERIV=DERIV+WNF(I)*8.3143*(COEFFA(I)-1+2*COEFFB(I)*TF+
&3*COEFFC(I)*TF**2+4*COEFFD(I)*TF**3)
C
C SON SICAKLIK DEGERİNİN CEVRİME DEVAM İCİN YENİ DEĞER OLARAK
C ALINMASI
C
C
ERR=ERR/DERIV
TF=TF-ERR
C

```

```

C
C HATA ISTENILEN KUCUKLUKTE DEGIL ISE -180- ETIKET NUMARALI SATIRA
C DONUS
C
C
C      IF (DABS(ERR).GT.0.0001) GOTO 180
C
C
C COZUMLER
C
C      WORKA=WORKA+DWORKA
C      WORKE=WORKE+DWORKE
C      HEATRF=HEATRF+DQCY+DQCR
C      TCP(K)=TF
C      LTWO=2
C      CALL UNITT(IUNITT,LTWO,TCP(K))
C      PCP(K)=PCF
C      CALL UNITP(IUNITP,LTWO,PCP(K),PBARAB)
C      WRITE(6,9100) IREV, PRANG(K),TCP(K),PCP(K)
9100  FORMAT(1X,'CYCLE =',I2,' CRANK ANGLE =',F6.1,
C      &' TEMPERATURE =',F7.2,' PRESSURE =',F7.2)
C
C GUC CEVRIMININ BITIP BITMEDIGININ KONTROLU, BITMEMIS ISE -40-
C ETIKET NUMARALI SATIRA DONUS
C
C
C      IF (ANGLC.LT.(ANGLP-0.1)) GOTO 40
C
C
C GUC CEVRIMI BITMISTIR. ACIGA CIKAN GUC, BASINC VE SICAKLIK
C DEGERLERININ SAKLANMASI
C
C
C      PCR(N)=PCF
C      TCR(N)=TF
C      WORKP=WORKA+WORKE
C      WORKT=WORKP+WORKGA(N)+WORKGE(N)
C      HEATT=HEATRF-HEATG(N)
C      CYCLES=REVENG*REVREF*2/CYCLE
C      POWERA=WORKA*CYCLES
C      POWERE=WORKE*CYCLES
C      POWEGA=WORKGA(N)*CYCLES
C      POWEGE=WORKGE(N)*CYCLES
C      POWERT=WORKT*CYCLES
C      VSWEPT=(XSTA+XSTE)*FCYL*VREF
C      PMIP=(WORKT/VSWEPT)*0.01
C      HEATFL=WFUEL(N)*CALVAL
C
C
C SONUCLARIN DOSYALARA YAZDIRILMASI
C
C      IF (IPRT) 240,240,270
240  WRITE(2,2000) PRANG(1),PCP(1),TCP(1)
2000  FORMAT(/,1X,'KRANK ACISI.....:',
C      &F7.1,/,1X,'GUC CEVRIMI BASINDAKI SILINDIR BASINCI.....:',F7.1,
C      &/,1X,'GUC CEVRIMI BASINDAKI SILINDIR SICAKLIGI...:',F7.1,/)
C      WRITE(2,2010) PRANG(KC),PCP(KC),TCP(KC)
2010  FORMAT(/,1X,'KRANK ACISI.....:',
C      &F7.1,/,1X,'SIKISTIRMA STROKUNUN BASINDA BASINC.....:',F7.1,
C      &/,1X,'SIKISTIRMA STROKUNUN BASINDAKI SICAKLIK...:',F7.1,/)
C      I=0

```



```

250   I=I+1
      IF (PCP(I)-PCP(I+1)) 250,250,260
260   WRITE(2,2020) PRANG(I),PCP(I),TCP(I)
2020  FORMAT(//,1X,'KRANK ACISI',F6.1,5X,'MAKSIMUM BASINC',F8.2,
&5X,'SICAKLIK',F8.2)
      WRITE(2,2030) PRANG(K),PCP(K),TCP(K)
2030  FORMAT(//,1X,'KRANK ACISI',F6.1,5X,'CIKIS BASINCI',F8.2,
&5X,'CIKIS SICAKLIGI',F7.1)
      GOTO 300
270   WRITE(2,2040)
2040  FORMAT(/,3(1X,' ACI      BASINC      SICAK.'))
      I=(K+2)/3
      DO 280 J=1,I
      L=J+2*I
      IF (L.GT.K) L=L-I
280   WRITE(2,2050) (PRANG(M),PCP(M),TCP(M),M=J,L,I)
2050  FORMAT(3(F6.1,F10.2,F10.2,1X))
      DO 290 IJK=1,K
      WRITE(4,4000) PRANG(IJK),PCP(IJK),TCP(IJK)
290   CONTINUE
4000  FORMAT(F6.1,F9.2,F8.1)
300   CONTINUE
      WRITE(2,2060) TRAF,EAFR,ACBB
      WRITE(6,2060) TRAF,EAFR,ACBB
2060  FORMAT(1X,'HAVA-YAKIT ORANI.....=',F8.2,
&/,1X,'EFEKTIF HAVA YAKIT ORANI.....=',F8.2,/,
&1X,'YANMANIN BASLANGICI.....=',F8.2)
      X=VCYLT/VOLMIN
      Y=VCYLP(K)/VOLMIN
      WRITE(2,2070) X,Y
      WRITE(6,2070) X,Y
2070  FORMAT(' EFEKTIF SIKISTIRMA ORANI.....=',F8.2,/,
&1X,'EFEKTIF GENISLEME ORANI.....=',F8.2)
      IF (IUNITK.EQ.2) GOTO 320
      WRITE(2,2080)
      WRITE(6,2080)
2080  FORMAT(/,1X,'INDIKE MOTOR GUCU [KW]')
      X=POWERA+POWEGA
      WRITE(2,2090) POWERA,POWEGA,X
      WRITE(6,2090) POWERA,POWEGA,X
2090  FORMAT(1X,'HAVA.....(GUC CEVRIMI).....=',F8.2,
&/,1X,'HAVA...(GAZ HAL DEGISI).....=',F8.2,/,
&1X,'TOPLAM ALINAN GUC.....=',F8.2)
      IF (MTYPE.NE.2) GOTO 310
      Y=100*(WORKA+WORKGA(N))/WORKT
      WRITE(2,2100) Y
      WRITE(6,2100) Y
2100  FORMAT(1X,'YUZDE OLARAK TOPLAM ALINAN GUC.....=',F8.2)
      X=POWERE+POWEGE
      Y=100*(WORKE+WORKGE(N))/WORKT
      WRITE(2,2110) POWERE,POWEGE,X,Y
      WRITE(6,2110) POWERE,POWEGE,X,Y
2110  FORMAT(1X,'EGSOZ.....(GUC CEVRIMI).....=',F8.2,
&1X,'EGSOZ...(GAZ HAL DEGISI).....=',
&F8.2,1X,'TOPLAM ALINAN GUC.....=',F8.2,
&1X,'YUZDE OLARAK TOPLAM ALINAN GUC.....=',F8.2)
310   SPIFCM=WFUEL(1)*3600*1000*REVREF*REVENG/(2*POWER)
      WRITE(2,2120) POWERT,PMIP,SPIFCM
      WRITE(6,2120) POWERT,PMIP,SPIFCM
2120  FORMAT(1X,'BIRLESİK GUC (HAVA + EGSOZ).....=',

```

```

&F8.2,/,1X,'ORTALAMA INDIKE BASINC..[BAR].....=',
&F8.2,/,1X,'INDIKE OZGUL YAKIT TUKETIMI..[G/KWH]....=',F8.2)
PPWRTT=POWER*EFFMEC
PPMEPP=PMIP*EFFMEC
SPFUCM=WFUEL(1)*3600*1000*REVREF*REVENG/(2*PPWRTT)
WRITE(2,2125) EFFMEC,PPWRTT,PPMEPP,SPFUCM
WRITE(6,2125) EFFMEC,PPWRTT,PPMEPP,SPFUCM
2125 FORMAT(/,1X,'MEKANIK VERIM.....=',F8.2,
&/,1X,'TEK BIR SILINDIRIN EFEKTIF GUCU..[KW]...=',F8.2,/,
&1X,'ORTALAMA EFEKTIF BASINC..[BAR].....=',F8.2,/,1X,
&'EFEKTIF OZGUL YAKIT TUKETIMI..[G/KWH]....=',F8.2,/)
GOTO 340
320 WRITE(2,2130)
WRITE(6,2130)
2130 FORMAT(/,1X,'INDIKE MOTOR GUCU [HP]')
A=POWER*1.34
B=POWEGA*1.34
X=A+B
WRITE(2,2090) A,B,X
WRITE(6,2090) A,B,X
IF (MYPE.NE.2) GOTO 330
Y=100*(WORKA+WORKGA(N))/WORKT
WRITE(2,2100) Y
WRITE(6,2100) Y
A=POWER*1.34
B=POWEGA*1.34
X=A+B
Y=100*(WORKE+WORKGE(N))/WORKT
WRITE(2,2110) A,B,X,Y
WRITE(6,2110) A,B,X,Y
330 A=POWER*1.34
B=PMIP*14.5
WRITE(2,2140) A,B
WRITE(6,2140) A,B
2140 FORMAT(1X,'BIRLESİK GUC (HAVA + EGSOZ).....=',F8.2,
&/,1X,'ORTALAMA INDIKE BASINC..[P.S.I].....=',F8.2)
340 A=100*HEATRF/HEATFL
B=-100*HEATG(N)/HEATFL
X=100*HEATT/HEATFL
WRITE(2,2150) A,B,X
WRITE(6,2150) A,B,X
2150 FORMAT(1X,'YUZDE OLARAK ISI KAYIPLARI',/,
&1X,'GUC CEVRIMI BOYUNCA.....=',F8.2,/,
&1X,'GAZ HAL DEGİSİMİ BOYUNCA.....=',F8.2,/,
&1X,'TOPLAM.....=',F8.2)
Y=100*WORKT/HEATFL
WRITE(2,2160) Y
WRITE(6,2160) Y
2160 FORMAT(/,1X,'INDIKE ISIL VERİM.....=',F8.2)
RETURN
END

```

```
SUBROUTINE RPAP(A,R,CI,CO,CA,P)
IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
PP=2*P/(P-1)
A=(CI+CO)*0.5
R=(A/CA)**PP
RETURN
END
```



```
SUBROUTINE SREA(SAREA,VCYLL,FCYLL,DCYLL,XR,DR,F1,F2,MM)
  IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
  IF (MM.EQ.3) GOTO 20
  IF (MM.EQ.1) GOTO 30
10  SAREA=4*VCYLL*XR/(DCYLL*DR)+(F1+F2)*FCYLL
    RETURN
20  F1=1.
    F2=1.
    GOTO 10
30  F2=1.
    GOTO 10
    END
```

```
SUBROUTINE STAGNA(CLOUTT,CLINN,AO,G)
  IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
  A=0.5*(CLOUTT+CLINN)
  U=(CLOUTT-CLINN)/(G-1)
  AO=DSQRT(A*A+0.5*(G-1)*U*U)
  RETURN
END
```



```

SUBROUTINE STROK(XSTROK,DSTROK,THETA,STROKE,CONROD,RPS,ZR)
IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
CONRAT=2*CONROD/STROKE
PI=3141592654E-9
THETA=THETA*PI/180
FNN=DSQRT(CONRAT*CONRAT-DSIN(THETA)*DSIN(THETA))
IF (DSTROK.EQ.0.) GOTO 10
DSTROK=(PI/360)*ZR*RPS*STROKE*(DSIN(THETA)+DSIN(2*THETA)/
&(2*FNN))
10 XSTROK=0.5*STROKE*(1+CONRAT-DCOS(THETA)-FNN)
RETURN
END

```

```

      SUBROUTINE TCHAR
      (NZ, PRAT, BSPRAT, NNOZZT, NCURVE, TRBEFF, TRBFLC, MMM)
      IMPLICIT REAL*8 (A-H, O-Z)
      COMMON/NZTB/TPRRAT(4,10), TMXEFF(4,10), BSPRZE(4,50),
      &FCZBSR(4,10), FLCTRP(4,10), BSRTRP(4,50)
C*****
C*
C*
C*   BU PROGRAM VERILEN CALISMA KOSULLARINDA TURBIN
KARAKTERISTIKLERINI *
C*   HESAPLAR. BUNUN ICIN TURBIN KADEMESINE GORE BASINC VE KANAT
UCLARI *
C*   HIZININ ALTPROGRAMA DATA OLARAK GIRILMESI GEREKIR.
C*
C*
C*
C*
C*   GIRIS VERILERI :
C*
C*
C*   NZ      - TURBIN SAYISI   (EN FAZLA 4)
C*
C*   TPRRAT  - TURBIN BASINC ORANI
C*
C*   BSPRAT  - KANAT UCU HIZ ORANI
C*
C*
C*
C*
C*
C*
C*
C*   CIKIS BULGULARI :
C*
C*
C*   TRBEFF  - TURBIN VERIMI
C*
C*   TRBFLC  - TURBINDE AKIS KATSAYISI
C*
C*
C*****
C*
      IF (MMM.NE.1) GOTO 30
      DO 20 NOZ=1, NNOZZT
      DO 10 J=1, NCURVE
      READ(1,*) TPRRAT(NOZ, J), TMXEFF(NOZ, J), BSPRZE(NOZ, J),
&FCZBSR(NOZ, J), FLCTRP(NOZ, J), BSRTRP(NOZ, J)
      WRITE(3,3000) TPRRAT(NOZ, J), TMXEFF(NOZ, J), BSPRZE(NOZ, J),
&FCZBSR(NOZ, J), FLCTRP(NOZ, J), BSRTRP(NOZ, J)
3000  FORMAT(6F10.4)
10    CONTINUE

```

```

20    CONTINUE
30    CONTINUE
C
C (J) NUMARALI KARAKTERISTIGIN BULUNMASI
C
      MMMM=MMMM+1
      L=1
      J=1
      N=NCURVE
      IF (PRAT.GT.TPRRAT(NZ,1)) GOTO 40
      L=0
      GOTO 70
C
40    IF (PRAT.LT.TPRRAT(NZ,N)) GOTO 50
      J=N
      L=0
      GOTO 70
C
50    JP1=J+1
      IF (PRAT.LT.TPRRAT(NZ,JP1)) GOTO 60
      J=J+1
      GOTO 50
60    CONTINUE
      L=1
70    CONTINUE
C
C TURBIN VERIMININ (TRBEFF) HESAPLANMASI
C
      X=BSPRAT/BSPRZE(NZ,J)
      TMEFJ=4*TMXEFF(NZ,J)*(1-X)*X
      IF (X.GT.1.) TMEFJ=0.0
      IF (L.EQ.0) GOTO 80
      JP1=J+1
      X=BSPRAT/BSPRZE(NZ,JP1)
      TMEFJ1=4*TMXEFF(NZ,JP1)*(1-X)*X
      IF (X.GT.1.) TMEFJ1=0.0
      TRBEFF=TMEFJ+(TMEFJ1-TMEFJ)*(PRAT-TPRRAT(NZ,J))/
& (TPRRAT(NZ,JP1)-TPRRAT(NZ,J))
      GOTO 90
80    CONTINUE
      TRBEFF=TMEFJ
90    CONTINUE
C
C TURBINDE AKIS KATSAYISININ (TRBFLC) HESAPLANMASI
C
      X=BSPRAT/BSRTRP(NZ,J)
      FLCOF=FCZBSR(NZ,J)+(FLCTRP(NZ,J)-FCZBSR(NZ,J))*X
      IF (X.GT.1.) FLCOF=FLCTRP(NZ,J)
      IF (L.EQ.0) GOTO 100
      JP1=J+1
      X=BSPRAT/BSRTRP(NZ,JP1)
      FLCOF1=FCZBSR(NZ,JP1)+(FLCTRP(NZ,JP1)-FCZBSR(NZ,JP1))*X
      IF (X.GT.1.) FLCOF1=FLCTRP(NZ,JP1)
      TRBFLC=FLCOF+(FLCOF1-FLCOF)*(PRAT-TPRRAT(NZ,J))/
& (TPRRAT(NZ,JP1)-TPRRAT(NZ,J))
      GOTO 110
100   CONTINUE
      TRBFLC=FLCOF
110   CONTINUE
      RETURN

```



```

SUBROUTINE VALVE (CLINN, CLOUTT, AANN, PSIV, ACC, RCC, APIPE, RPIPE, G)
IMPLICIT REAL*8 (A-H, O-Z)
C
C PARAMETRELERIN GIRILMESI
C
CLINP=CLINN
AANP=AANN
GP=1.
ACCUR=0.00001
C
C IZANTROPIK INDISIN FARKLI DUZENLEMELERI
C
A1=(G-1)*0.5
A2=(2/(G+1))**((G+1)/(2*(G-1)))
A3=2*G/(G-1)
A4=4/(G*G-1)
A5=(3-G)/(G+1)
A6=4*(G-1)/(G+1)
A7=A3*0.5
A8=1/A3
C
C ANTROPI SINIRLARININ TAYINI
C
AAIS=ACC/(RCC**A8)
IF (RCC.GT.1.) GOTO 10
AAEST=AAIS
DAA=0.5
GOTO 20
10 AAEST=AAIS
DAA=(ACC-AAIS)*0.5
C
C (LAMBDA) DEGERININ DOGRU OLARAK HESAPLANMASI
C
C
20 CLINN=0.5*(CLINN+CLOUTT)*(1-AANP/AAEST)+CLINP
C
C
C AKIM YONLERININ HESAPLANMASI. ANTROPI DEGERININ VE ARTIMININ
C KONTROL EDILMESI
C
IF (ACC.GT.CLINN) GOTO 50
IF (DAA.LT.ACCUR) GOTO 100
AAEST=AAEST-DAA
CLOUTT=CLINN
30 IF (AAEST.GE.AAIS) GOTO 40
AAEST=AAIS
GOTO 30
40 DAA=DAA*0.5
IF (DAA.GT.ACCUR) GOTO 20
IF (GP.LT.0.1) GOTO 130
IF (DABS(AACALC-AAEST).LT.ACCUR) GOTO 130
GP=0.0
DAA=DABS(AACALC-AAEST)*0.5
GOTO 20
C
C (LAMBDA OUT) DEGERININ HESAPLANMASI
C
C
50 CLOUTT=A5*CLINN+DSQRT(A6*ACC*ACC-(1-A5*A5)*CLINN*CLINN)
C

```

```

C
C BORUDAKI HIZIN KONTROL EDILMESI
C
      IF (CLOUTT.NE.CLINN) GOTO 60
      PPPC=1.
      GOTO 100
60    U=(CLOUTT-CLINN)/((G-1)*ACC)
      IF (U.GT.1) GOTO 120
      IF (U*U.GT.1E-7) GOTO 70
      PPPC=1.
      GOTO 100
C
C SONIK AKIS KONTROLU
C
70    C=(A1*U*U)/((1-A1*U*U)*(1-A1*U*U))
      IF (C.GT.1E-7) GOTO 80
      PPPC=1.
      GOTO 100
80    IF (A4*C.GE.PSIV*PSIV) GOTO 90
C
C SUBSONIK AKIS KONTROLU
C
      PSIVD=PSIV
      PPPC=(DABS((PSIV*(DSQRT(PSIVD*PSIVD+4*C))-
(PSIV)**2)/(2*C)))*A7
      GOTO 100
C
C SONIK AKIS DURUMU
C
C
90    PPPC=PSIV*A2*(1-A1*U*U)/U
C
C
C ANTROPININ HESAPLANMASI VE COZUMUN SONA ERIP ERMEDIGININ KONTROLU
C
100   AACALC=0.5*(CLINN+CLOUTT)/(DABS(PPPC*RCC))*A8
      IF (DABS(AACALC-AAEST).LT.ACCUR) GOTO 130
      IF (AACALC.GT.AAEST) GOTO 120
110   AAEST=AAEST-DAA
      GOTO 30
120   AAEST=AAEST+DAA
      GOTO 30
C
C COZUMLER
C
130   AANN=AAEST
      RPIPE=RCC*PPPC
      APIPE=0.5*(CLINN+CLOUTT)
      RETURN
      END

```

```

SUBROUTINE AIRIN(CLINN,CLOUTT,AANN,APAIRR,RPAIRR,G)
IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
RPPP=RPAIRR**((G-1)/(2*G))
C
C AKIS YONUNUN KONTROLU
C
      IF (CLINN/AANN.GT.RPPP) GOTO 30
C
C ICERI AKIS DURUMU
C
      ACCUR=0.00001
      MARK=1
      CLINP=CLINN
      AANP=AANN
      AANN=APAIRR/RPPP
10    CLINN=CLINP+0.5*(CLINN+CLOUTT)*(1-AANP/AANN)
      CLOUTT=(3-G)*CLINN/(G+1)+(2*DSQRT(2*(1-G)*CLINN*CLINN
&+(G*G-1)*APAIRR*APAIRR))/(G+1)
      IF (MARK.EQ.0) GOTO 20
      CLOUTP=CLOUTT
      MARK=0
      GOTO 10
20    IF (DABS(CLOUTP-CLOUTT).LT.ACCUR) GOTO 40
      CLOUTP=CLOUTT
      GOTO 10
C
C DISARI AKIS DURUMU
C
30    CLOUTT=2*RPPP*AANN-CLINN
40    RETURN
      END

```

```

SUBROUTINE INLET(JJJJ)
  IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
  COMMON/MF/AAAIR,AAEXH,ALPHAT,ANGEND,ANGES,ANREV,
&APAIR,APEXH,AREF,AVO(3),AVC(3),AAN(300),AP(300),
&APN(300),CYCLE,CLIN(300),CLOUT(300),DALPHA,
&DANGRS,DREF,DZ,EREF,EVC(3),EVO(3),FREF,FPIPE(300),EFFMEC,
&FPIPN(300),IPOWER,IREV,GA,GE,GREF,IUNITL,
&IUNITP,IUNITT,IUNITK,IUNITW,IUNITQ,MINDT
  COMMON/SMF1/MREST,NAAT,NCLT,NCYLT,NINLET,NJUNCT,NNOZZT,NP,NPA,
&NPE,NPT,NTURBT,PAIR,PBACK,PBAR,PBARAB,PEXH,
&PI,PREF,RBACK,REVENG,REVREF,RPAIR,RPEXH,RP(300),
&RPN(300),TAIR,TEXH,TREF,VREF,WREF,XREF,Z,ZREF
  COMMON/INL/NENDIN(24)
  IF (NINLET.EQ.0) GOTO 30
  IF (JJJJ.EQ.1) GOTO 10
  IF (JJJJ.EQ.2) GOTO 10
  READ(1,*) (NENDIN(NI),NI=1,NINLET)
  WRITE(3,3000) (NENDIN(NI),NI=1,NINLET)
3000  FORMAT(I5)
  IF (JJJJ.EQ.0) GOTO 30
10    DO 20 NI=1,NINLET
      N=NENDIN(NI)
      APN(N)=AP(N)
      RPN(N)=RP(N)
      CALL AIRIN(CLIN(N),CLOUT(N),AAN(N),APAIR,RPAIR,GA)
      AP(N)=0.5*(CLIN(N)+CLOUT(N))
20    RP(N)=(AP(N)/AAN(N))**(2*GA/(GA-1))
30    RETURN
      END

```

```
      SUBROUTINE INPAT (P, PR, PB, RPP, RPPN, T, TR, APP, APPN, IUP, IUT, ITE,  
10  &G, GR, DTH, DAL)  
      IMPLICIT REAL*8 (A-H, O-Z)  
      P=PR*(RPP-(RPP-RPPN)*DTH/DAL)  
      LTWO=2  
      CALL UNITP(IUP, LTWO, P, PB)  
      IF (ITE.EQ.0) GOTO 10  
      A=APP-(APP-APPN)*DTH/DAL  
      T=TR*GR*A*A/G  
      CALL UNITT(IUT, LTWO, T)  
      RETURN  
      END
```

```
SUBROUTINE INTERP(X,Y,N,EX,WY,MK,MNM)
IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
DIMENSION X(3,60),Y(60)
IF (EX.LT.X(MNM,1)) MK=-1
IF (EX.GT.X(MNM,N)) MK=1
I=1
IF (EX.GT.X(MNM,2)) GOTO 20
10 IP1=I+1
WY=Y(I)+(Y(IP1)-Y(I))*(EX-X(MNM,I))/(X(MNM,IP1)-X(MNM,I))
RETURN
20 I=N
30 I=I-1
IF (EX.LT.X(MNM,I)) GOTO 30
GOTO 10
END
```

```

      SUBROUTINE
ORIFIC(CLINN,CLOUTT,AANN,PHIN,K,J,APP,RPP,RB,G,ANNOZZ,
      &SONKK)
      IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
      DIMENSION A(10),AANOZZ(10),SSONK(24)
      IF (K.EQ.2) GOTO 20
C
C  SABITLERIN OLUSTURULMASI
C
      A(1)=2/(G+1)
      A(2)=2/(G-1)
      A(3)=2*A(2)
      A(4)=(G-1)/(2*G)
      A(5)=(G+1)/(G-1)
      A(6)=1/A(2)
      A(7)=1/A(4)
      A(8)=0
      A(9)=0
      A(10)=RB**A(4)
      IF (K.NE.1) GOTO 100
      DO 10 N=1,7
10      AANOZZ(N)=A(N)
      AANOZZ(10)=A(10)
      IF (PHIN.EQ.0.) GOTO 110
      IF (PHIN.GT.0.99999) GOTO 120
      GOTO 40
C
C  IKINCI VE DAHA SONRAKI CEVRIMLERDE ZAMAN ADIMLARI ICIN NOZUL
C  HESAPLARININ BASLANGICI
C
20      DO 30 N=1,7
30      A(N)=AANOZZ(N)
      A(10)=AANOZZ(10)
      IF (PHIN.EQ.0.) GOTO 110
      IF (PHIN.GT.0.99999) GOTO 120
      IF (K.EQ.2) GOTO 100
C
C  SONIK AKIS DURUMUNDA SINIRLARIN OLUSTURULMASI
C
40      A(8)=DSQRT(A(1))
      ATT=0.5+0.5*A(8)
      DATT=0.25-0.25*A(8)
C
C  SONIK AKIS SABITI
C
50      ATTIN=1/ATT
      S=PHIN*PHIN-(ATTIN**A(3))*(A(5)-A(2)*ATTIN*ATTIN)
      IF (S.EQ.0.) GOTO 80
      IF (S.GT.0.) GOTO 60
      ATT=ATT-DATT
      GOTO 70
60      ATT=ATT+DATT
70      IF (DATT.LT.0.00001) GOTO 80
      DATT=0.5*DATT
      GOTO 50
80      A(9)=A(6)*PHIN*ATT**A(5)
      SONKG=(1-A(9))/(1+A(9))
      IF (K.EQ.0) GOTO 90
C
C  NOZUL ICIN SABITLERIN SAKLANMASI

```

```

C
C
      SSONK(J)=SONKG
      SONKK=SSONK(J)
      GOTO 100
C
C EN GENEL SONIK AKIS DURUMUNDA (LAMBDA OUT) DEGERI
C
C
90    CLOUTT=SONKG*CLINN
      GOTO 190
C
C
C (LAMBDA USSU) DEGERININ HESAPLANMASI VE AKIS YONUNUN KONTROLU
C
100   CLIPP=CLINN/(AANN*A(10))
      IF (J.EQ.0) GOTO 130
      IF (CLIPP.GT.1.) GOTO 130
      IF (CLIPP.EQ.1.) GOTO 110
      GOTO 120
C
C HIC AKIS OLMAMASI VEYA KAPALI UC OLMASI HALI
C
C
110   CLOUTT=CLINN
      GOTO 190
C
C
C ACIK UC DURUMU
C
C
120   CLOUTT=2*AANN*A(10)-CLINN
      GOTO 190
C
C
C DISA AKIS
C
130   AEST=0.5*(CLIPP+1)
      DAEST=0.25*(CLIPP-1)
140   S=(CLIPP-AEST)*(CLIPP-AEST)*(AEST**A(3)-PHIN*PHIN)-
      &PHIN*PHIN*A(6)*(AEST*AEST-1)
      IF (S.EQ.0.) GOTO 170
      IF (S.GT.0.) GOTO 150
      AEST=AEST-DAEST
      GOTO 160
150   AEST=AEST+DAEST
160   IF (DAEST.LT.0.00001) GOTO 170
      DAEST=0.5*DAEST
      GOTO 140
170   CLOPP=2*AEST-CLIPP
C
C SONIC AKIS KONTROLU
C
      UPP=(CLIPP-CLOPP)/(G-1)
      UMACH=AEST**A(2)*UPP/PHIN
      IF (UMACH.LT.1.) GOTO 180
      IF (K.EQ.0) GOTO 40
C
C (LAMBDA OUT) DEGERININ SONIK AKIS DURUMUNDA NOZUL ICIN TESBITI
C

```



```
C
      CLOUTT=SSONK(J)*CLINN
      GOTO 190
C
C
C (LAMBDA OUT) DEGERININ SUBSONIK AKIS DURUMUNDA NOZUL ICIN TESBITI
C
C
180   CLOUTT=CLOPP*AANN*A(10)
C
C
C COZUMLER
C
C
190   APP=0.5*(CLINN+CLOUTT)
      RPP=(APP/AANN)**A(7)
      ANNOZZ=1.
      RETURN
      END
```

```

SUBROUTINE TURBIN(JJJJ,MMMM)
  IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
  DIMENSION ALFATO(4)
  COMMON/MF/AAAIR,AAEXH,ALPHAT,ANGEND,ANGRES,ANREV,
&APAIR,APEXH,AREF,AVO(3),AVC(3),AAN(300),AP(300),
&APN(300),CYCLE,CLIN(300),CLOUT(300),DALPHA,
&DANGRS,DREF,DZ,EREF,EVC(3),EVO(3),FREF,FPIPE(300),EFFMEC,
&FPIPEN(300),IPOWER,IREV,GA,GE,GREF,IUNITL,
&IUNITP,IUNITT,IUNITK,IUNITW,IUNITQ,MINDT
  COMMON/SMF1/MREST,NAAT,NCLT,NCYLT,NINLET,NJUNCT,NNOZZT,NP,NPA,
&NPE,NPT,NTURBT,PAIR,PBACK,PBAR,PBARAB,PEXH,
&PI,PREF,RBACK,REVENG,REVREF,RPAIR,RPEXH,RP(300),
&RPN(300),TAIR,TEXH,TREF,VREF,WREF,XREF,Z,ZREF
  COMMON/NZT/ANOZZ(10),DTE,DTW,DROT(4),EFFYT,EFFYC,EFFYTC,
&ETS(600),FNOZZL(24),IUWTP,NCOUNT,NCURVE,NCURVW,
&NCLTS(12),NENDN(24),NENDT(4),NETS(12),
&PCOMPI(4),REVTUR(4),SONK(24),TALPHA,TCLIN(600),
&TCLOUT(600),TCOMPI(4),TENERA(4),TENERT(4),TSPED(12),
&TSPEDW(12),TSTAGE(4),TSTAGT(4),TSTATE(4),TSTAT(4)

COMMON/NZT1/TWFLOW(4),UBLADE(4),UCTMIN(12),UCTMAX(12),UCTS(600),
&XIMAX(12),XIMIN(12),XOMAX(12),XOMIN(12),
&TNTN,UCTN,ETN,DTWN,ETTN,ETAN,STPN,TMPN,NDATA,NTURBD

COMMON/NZ1/TANG(290),TRPST(290),TEFFT(290),TUCTS(290),TMASS(290),
&TENGYT(290),TENGYA(290),TSTPR(290),TMTP(290)
  COMMON/NZTB/TPRRAT(4,10),TMXEFF(4,10),BSRPRZ(4,50),
&FCZBSR(4,10),FLCTRP(4,10),BSRTRP(4,50)
  IF (NNOZZT.EQ.0) GOTO 160
  IF (JJJJ.EQ.1) GOTO 10
  IF (JJJJ.EQ.2) GOTO 50
  READ(1,*) (NENDN(NZ),FNOZZL(NZ),NZ=1,NNOZZT)
  WRITE(3,3000) (NENDN(NZ),FNOZZL(NZ),NZ=1,NNOZZT)
3000  FORMAT(I5,F10.6)
  READ(1,*) (PCOMPI(NZ),TCOMPI(NZ),NZ=1,NNOZZT)
  WRITE(3,3010) (PCOMPI(NZ),TCOMPI(NZ),NZ=1,NNOZZT)
3010  FORMAT(F7.3,F7.1)
  READ(1,*) (DROT(NZ),REVTUR(NZ),NZ=1,NNOZZT)
  WRITE(3,3020) (DROT(NZ),REVTUR(NZ),NZ=1,NNOZZT)
3020  FORMAT(F7.3,F8.1)
  READ(1,*) NCURVE
  WRITE(3,3030) NCURVE
3030  FORMAT(I4)
  IF (JJJJ.EQ.0) GOTO 160
10    CONTINUE
  DO 20 NZ=1,NNOZZT
  LONE=1
  CALL UNITP(IUNITP,LONE,PCOMPI(NZ),PBARAB)
  CALL UNITT(IUNITT,LONE,TCOMPI(NZ))
20    CONTINUE
  DO 40 NZ=1,NNOZZT
  IF (IUNITL.EQ.1) GOTO 30
  FNOZZL(NZ)=FNOZZL(NZ)*92893973E-9
30    FNOZZL(NZ)=FNOZZL(NZ)/FREF
  TWFLOW(NZ)=0.0
  TENERT(NZ)=0.0
  TSTAT(NZ)=0.0
  TSTAGE(NZ)=0.0
  TSTATE(NZ)=0.0
  TSTAGT(NZ)=0.0

```

```

40   ALFATO(NZ)=1.
      TALPHA=0.0
      NCOUNT=0
50   TALPHA=TALPHA+DZ*ZREF*REVENG
      NCOUNT=NCOUNT+1
      DO 150 NZ=1,NNOZZT
      N=NENDN(NZ)
      APN(N)=AP(N)
      RPN(N)=RP(N)
      ALFAT=ALFATO(NZ)
60   CONTINUE
      PHI=(FNOZZL(NZ)/FPIPE(N))*ALFAT
      CALL ORIFIC(CLIN(N),CLOUT(N),AAN(N),PHI,JJJJ,NZ,AP(N),RP(N),
&RBACK,GE,ANOZZ,SONK)
      CALL MASPIP(CLIN(N),CLOUT(N),AAN(N),FPIPE(N),
&GE,GREF,DTW)
      IF (PHI.LT.0.00001) GOTO 150
      CALL ETURB(DTE,CLIN(N),CLOUT(N),AAN(N),GE,CTS,AREF,RBACK)
      UBLADE(NZ)=PI*DROT(NZ)*REVTUR(NZ)
      BSR=UBLADE(NZ)/CTS
      IF (BSR.LT.0.) BSR=2.
      PRAT=RP(N)
      ALFATO(NZ)=ALFAT
      CALL TCHAR(NZ,PRAT,BSR,NNOZZT,NCURVE,ETAT,ALFAT,MMMM)
      IF (DABS(ALFAT-ALFATO(NZ)).GT.0.001) GOTO 60
      DTWW=DTW
      IF (DTW.LE.0.) DTW=0.
      IF (DTW.LE.0.) DTE=0.
C
C (ETAT) VE (ALFAT) DEGİSKENLERİNİN DEĞERLERİNİN TAYİN EDİLMESİ
C
      TWFLOW(NZ)=TWFLOW(NZ)+DTWW*DZ
      TENERT(NZ)=TENERT(NZ)+DTW*DTE*DZ
      TENERA(NZ)=ETAT*TENERT(NZ)
      TSTAT(NZ)=TSTAT(NZ)+APN(N)*APN(N)
      CALL STAGNA(CLOUT(N),CLIN(N),AOO,GE)
      TSTAGE(NZ)=TSTAGE(NZ)+DTW*DZ*AOO*AOO
      TSTATE(NZ)=TSTATE(NZ)+DTW*DZ*APN(N)*APN(N)
      TSTAGT(NZ)=TSTAGT(NZ)+AOO*AOO
      IF (TALPHA.LT.180*CYCLE) GOTO 150
      TWORKT=TENERT(NZ)*EREF*1E-3
      TWORKA=TENERA(NZ)*EREF*1E-3
      CWORK=TWFLOW(NZ)*WREF*1.005*TCOMPI(NZ)*
&((PAIR/PCOMPI(NZ))*((GA-1)/GA)-1)
      TWFL=TWFLOW(NZ)*WREF
      C1=AREF*AREF/(287*GE)
      TSTATE(NZ)=C1*TSTATE(NZ)/TWFLOW(NZ)
      TSTAT(NZ)=C1*TSTAT(NZ)/NCOUNT
      TSTAGE(NZ)=C1*TSTAGE(NZ)/TWFLOW(NZ)
      TSTAGT(NZ)=C1*TSTAGT(NZ)/NCOUNT
      EFFYTC=100*CWORK/TWORKT
      EFFTRA=100*CWORK/TWORKA
      WRITE(2,2000) NZ
2000 FORMAT(/,1X,'TURBIN DATASI (ESDEGERI NOZUL İLE ',
&'KARSILASTIRILABİLİR.),'/,1X,'NOZUL NUMARASI =',I4)
      X=2*REVENG*REVREF/CYCLE
      TWORKT=TWORKT*X
      CWORK=CWORK*X
      TWORKA=TWORKA*X
      LTWO=2

```

```

CALL UNITK(IUNITK,LTWO,TWORKT)
CALL UNITK(IUNITK,LTWO,CWORK)
IF (IUNITK.EQ.2) GOTO 70
WRITE(2,2010) TWORKT
2010 FORMAT(1X,'TEORIK TURBIN GUCU..[KW].....=',F9.2)
WRITE(2,2020) CWORK
2020 FORMAT(1X,'TEORIK KOMPRESOR (POMPA) GUCU..[KW]....=',F9.2)
C
GOTO 80
70 CONTINUE
WRITE(2,2030) TWORKT
2030 FORMAT(1X,'TEORIK TURBIN GUCU..[HP].....=',F9.2)
WRITE(2,2040) CWORK
2040 FORMAT(1X,'TEORIK KOMPRESOR GUCU..[HP].....=',F9.2)
80 TWFL=TWFL*2*REVREF*REVENG/CYCLE
LTWO=2
CALL UNITW(IUNITW,LTWO,TWFL)
IF (IUNITW.EQ.2) GOTO 90
WRITE(2,2050) TWFL
2050 FORMAT(1X,'KUTLE DEBISI..[KG/S].....=',F9.5)
GOTO 100
90 WRITE(2,2060) TWFL
2060 FORMAT(1X,'KUTLE DEBISI..[LB/SEC].....=',F9.5)
100 WRITE(2,2070) EFFYTC
2070 FORMAT(1X,'TURBOSARJ UNITESI VERIMI.....=',F9.2)
C
LTWO=2
CALL UNITT(IUNITT,LTWO,TSTATE(NZ))
CALL UNITT(IUNITT,LTWO,TSTATT(NZ))
CALL UNITT(IUNITT,LTWO,TSTAGE(NZ))
CALL UNITT(IUNITT,LTWO,TSTAGT(NZ))
IF (IUNITT.EQ.2) GOTO 110
IF (IUNITT.EQ.3) GOTO 120
IF (IUNITT.EQ.4) GOTO 130
WRITE(2,2080) TSTATE(NZ)
WRITE(2,2090) TSTATT(NZ)
WRITE(2,2100) TSTAGE(NZ)
WRITE(2,2110) TSTAGT(NZ)
2080 FORMAT(1X,'ORTALAMA EGSOZ SICAKLIGI (ENERJI) [K] =',F7.1)
2090 FORMAT(1X,'ORTALAMA EGSOZ SICAKLIGI (ZAMAN) [K] =',F7.1)
2100 FORMAT(1X,'ORTALAMA DURULMA SICAK. (ENERJI) [K] =',F7.1)
2110 FORMAT(1X,'ORTALAMA DURULMA SICAK. (ZAMAN) [K] =',F7.1)
GOTO 140
110 WRITE(2,2120) TSTATE(NZ)
WRITE(2,2130) TSTATT(NZ)
WRITE(2,2140) TSTAGE(NZ)
WRITE(2,2150) TSTAGT(NZ)
2120 FORMAT(1X,'ORTALAMA EGSOZ SICAKLIGI (ENERJI) [C] =',F7.1)
2130 FORMAT(1X,'ORTALAMA EGSOZ SICAKLIGI (ZAMAN) [C] =',F7.1)
2140 FORMAT(1X,'ORTALAMA DURULMA SICAK. (ENERJI) [C] =',F7.1)
2150 FORMAT(1X,'ORTALAMA DURULMA SICAK. (ZAMAN) [C] =',F7.1)
GOTO 140
120 WRITE(2,2160) TSTATE(NZ)
WRITE(2,2170) TSTATT(NZ)
WRITE(2,2180) TSTAGE(NZ)
WRITE(2,2190) TSTAGT(NZ)
2160 FORMAT(1X,'ORTALAMA EGSOZ SICAKLIGI (ENERJI) [R] =',F7.1)
2170 FORMAT(1X,'ORTALAMA EGSOZ SICAKLIGI (ZAMAN) [R] =',F7.1)
2180 FORMAT(1X,'ORTALAMA DURULMA SICAK. (ENERJI) [R] =',F7.1)
2190 FORMAT(1X,'ORTALAMA DURULMA SICAK. (ZAMAN) [R] =',F7.1)

```

```
GOTO 140
130  WRITE(2,2200) TSTATE(NZ)
      WRITE(2,2210) TSTATT(NZ)
      WRITE(2,2220) TSTAGE(NZ)
      WRITE(2,2230) TSTAGT(NZ)
2200  FORMAT(1X,'ORTALAMA EGSOZ SICAKLIGI (ENERJI) [F] =',F7.1)
2210  FORMAT(1X,'ORTALAMA EGSOZ SICAKLIGI (ZAMAN) [F] =',F7.1)
2220  FORMAT(1X,'ORTALAMA DURULMA SICAK. (ENERJI) [F] =',F7.1)
2230  FORMAT(1X,'ORTALAMA DURULMA SICAK. (ZAMAN) [F] =',F7.1)
140   TWFLOW(NZ)=0.
      TENERT(NZ)=0.
      TENERA(NZ)=0.
      TSTATE(NZ)=0.
      TSTATT(NZ)=0.
      TSTAGE(NZ)=0.
      TSTAGT(NZ)=0.
      IF (NZ.EQ.NNOZZT) NCOUNT=0
      IF (NZ.EQ.NNOZZT) TALPHA=0.
150   CONTINUE
160   RETURN
      END
```

```
SUBROUTINE UNITK(IA,IB,PK)
  IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
  IF (IB.EQ.2) GOTO 20
  IF (IA.EQ.1) GOTO 10
  PK=0.7457*PK
10  RETURN
20  IF (IA.EQ.1) GOTO 30
  PK=PK/0.7457
30  RETURN
  END
```



```
SUBROUTINE UNITP(IA, IB, PP, PPB)
IMPLICIT REAL*8(A-H, O-Z)
IF (IB.EQ.2) GOTO 30
IF (IA.EQ.1) GOTO 20
IF (IA.EQ.2) GOTO 10
PP=(PP+PPB)/14.5
GOTO 20
10 PP=PP/14.5
20 RETURN
30 IF (IA.EQ.1) GOTO 50
IF (IA.EQ.2) GOTO 40
PP=PP*14.5-PPB
GOTO 50
40 PP=PP*14.5
50 RETURN
END
```

```
SUBROUTINE UNITQ(IA,IB,QQ)
  IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
  IF (IB.EQ.2) GOTO 30
  IF (IA.EQ.1) GOTO 20
  IF (IA.EQ.2) GOTO 10
  QQ=QQ/0.9478
  GOTO 20
10  QQ=QQ*1.8998
20  RETURN
30  IF (IA.EQ.1) GOTO 50
  IF (IA.EQ.2) GOTO 40
  QQ=QQ*0.9478
  GOTO 50
40  QQ=QQ/1.8998
50  RETURN
  END
```




```
SUBROUTINE UNITT(IA,IB,TT)
  IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
  IF (IB.EQ.2) GOTO 40
  IF (IA.EQ.1) GOTO 30
  IF (IA.EQ.2) GOTO 10
  IF (IA.EQ.3) GOTO 20
  TT=(TT+460)/1.8
  GOTO 30
10  TT=TT+273.15
    GOTO 30
20  TT=TT/1.8
30  RETURN
40  IF (IA.EQ.1) GOTO 70
    IF (IA.EQ.2) GOTO 50
    IF (IA.EQ.3) GOTO 60
    TT=1.8*TT-460
    GOTO 70
50  TT=TT-273.15
    GOTO 70
60  TT=1.8*TT
70  RETURN
    END
```

```
SUBROUTINE UNITW(IA,IB,WW)
  IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
  IF (IB.EQ.2) GOTO 20
  IF (IA.EQ.1) GOTO 10
  WW=WW/2.205
10  RETURN
20  IF (IA.EQ.1) GOTO 30
  WW=WW*2.205
30  RETURN
  END
```



```
SUBROUTINE MASPIP(CCLIN,CCLOUT,CAA,FP,G,GR,WFLOW)
  IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
  WFLOW=(G/(GR*(G-1)))*FP*((CCLIN+CCLOUT)/(2*CAA))**(2/(G-1))*
& (CCLIN-CCLOUT)/(CAA*CAA)
  RETURN
END
```

```

SUBROUTINE AAREM(XPSR,AAPSR,NPX)
IMPLICIT REAL*8(A-H,O-Z)
DIMENSION XPSR(18),AAPSR(18),W(18)
K=NPX
I=1
10  KP1=K+1
    KM1=K-1
    IF (DABS(XPSR(KP1)-XPSR(KM1)).GT.0.000001) GOTO 20
    J=NPX-I
    GOTO 50
20  KP1=K+1
    KM1=K-1
    AAINI=AAPSR(KM1)+(XPSR(K)-XPSR(KM1))*(AAPSR(KP1)-AAPSR(KM1))/
&(XPSR(KP1)-XPSR(KM1))
    W(I)=DABS(AAINI-AAPSR(K))
    J=K-1
    IF (J.EQ.1) GOTO 30
    I=I+1
    K=K-1
    GOTO 10
30  W(I)=10000.
    W(1)=10000.
    X=W(1)
    J=1
    NPXP=NPX-1
    DO 40 I=2,NPXP
        Y=W(I)
        IF ((Y-X).GE.0.) GOTO 40
        X=W(I)
        J=NPX+1-I
40  CONTINUE
50  DO 60 K=J,NPX
        KP1=K+1
        AAPSR(K)=AAPSR(KP1)
60  XPSR(K)=XPSR(KP1)
    RETURN
END

```

ÖZGEÇMİŞ

Hakan Yıldız 1971 yılında İstanbul ' da doğdu. İlk öğretimini İcadiye İlkokulunda 1982 'de tamamladı. Aynı yıl girdiği Anadolu Liseleri sınavında başarılı olarak Kadıköy Anadolu Lisesinde okumaya hak kazandı. Bir yılı ingilizce hazırlık sınıfı olmak üzere orta öğretimini yedi yılda bitirdi (1989). 1989 'da üniversite giriş sınavını geçerek İstanbul Teknik Üniversitesi Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi, gemi inşaatı ve gemi makinaları bölümünde lisans öğrenimine devam etti. Lisans öğrenimini dört senede iyi dereceyle tamamlayarak mezun oldu. Mezun olduktan sonra, İ.T.Ü Denizcilik Fakültesi Gemi Makinaları İşletme Mühendisliği Bölümü Lisansüstü programına girdi. Ayrıca özel bir kuruluştaki proje mühendisi olarak görev aldı.