İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GEMİ SEVK SİSTEMLERİNİN BURULMALI TİTREŞİM ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. İbrahim ÇINAROĞLU

Anabilim Dalı: Gemi İnşaatı Mühendisliği

Programı: Gemi İnşaatı Mühendisliği

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ahmet ERGİN

EYLÜL 2003

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GEMİ SEVK SİSTEMLERİNİN BURULMALI TİTREŞİM ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. İbrahim ÇINAROĞLU
508001100

Anabilim Dalı: Gemi İnşaatı Mühendisliği

Programı: Gemi İnşaatı Mühendisliği

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ahmet ERGİN

EYLÜL 2003

ÖNSÖZ

Bu çalışmamda bana sonsuz anlayış gösteren ve yardımlarını esirgemeyen Sn.Doç.Dr. Ahmet ERGİN'e, Makine ile ilgili her türlü soruma sabırla cevap veren Sn.Cenk ŞEN'e, bana destek olarak varlıklarını daima hissettiren aileme, arkadaşlarıma ve hayatımı değiştiren Sn.Ceren BİLGİN'e sonsuz teşekkürler.

Mayıs 2003 İbrahim ÇINAROĞLU

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR **IV**
TABLO LİSTESİ **V**
ŞEKİL LİSTESİ **VI**
ÖZET **VIII**
SUMMARY **IX**

1. GİRİŞ **1**

2. TİTREŞİM **2**

3. DOĞAL FREKANSLARIN HOLZER METODU İLE HESAPLANMASI **4**
3.1 Bir Kütleli Sistem İçin Doğal Frekansların Hesaplanması 4
3.2 İki Kütleli Sistem İçin Doğal Frekansların Hesaplanması 5
3.3 Çok Kütleli Sistemler İçin Doğal Frekansların Hesaplanması 6
3.3.1 Titreşim Düğüm Noktaları 6
3.4 Holzer Metodunun Temel Prensibi ve Doğal Frekans Hesabı 11

4. HOLZER METODUNUN BASİT BİR SİSTEMDE UYGULANMASI **15**
4.1 Doğal Frekans Hesapları İçin Holzer Tabloları Oluşturulması 15
4.2 Silindir Gaz Basınçları ve Sönümleme Değerleri Dahil Edilerek Sistemlerin Holzer Metodu ile İncelenmesi 17
4.2.1 Silindir Gaz Basınçları ve Sönümleme Değerleri Dahil Edilmiş Sistemler İçin Holzer Metodunun Teorisi 18
4.2.2 Silindir Gaz Basınçları ve Sönümleme Değerleri Dahil Edilmiş İki Kütleli Basit Bir Sistem İçin Holzer Metodunun Uygulanması 21

5. BURULMALI TİTREŞİM ANALİZİ İÇİN GEREKLİ OLAN BİLGİLER **26**
5.1 Kritik Hız Adım Sayıları ve Harmonik Numaraları 26
5.1.1 Silindir Gaz Basıncı Momentleri 27
5.1.2 Çalışan Parçaların Atalet Momentleri ve Sönümleyici Momentler 27
5.1.3 Pervanelerin Zorlayıcı Kuvvetleri 28

6. SAYISAL ÇALIŞMA **29**
6.1 Hazırlanan Bilgisayar Programının Özellikleri 29
6.2 Yapılan Sayısal Çalışmanın Sonuçları 31

KAYNAKLAR **44**

EKLER **45**

ÖZGEÇMİŞ **88**

KISALTMALAR

kg.	: Kilogram
cm.	: Santimetre
sn.	: saniye
rad.	: radyan
T	: Titreşim periyodu
$\mathbf{x_0}$	: x_0 titreşimin genliği
f	: Frekans
w	: Dairesel frekans yada açısal hız
F	: Dakikadaki titreşim sayısı
γ	: Faz farkı veya faz açısı
J	: Atalet momenti
K	: Rijitlik katsayısı
θ	:Burulma açısı

TABLO LİSTESİ

		Sayfa No
Tablo 3.1	Sevk isteminin doğal frekansını hesaplamak için kullanılan holzer tablosu hesap akışı	10
Tablo 4.1	Holzer metodunun doğal frekans hesap tablosunda işlem akışı	16
Tablo 4.2	İki kütleli sistem için birinci düğüm noktası doğal frekansın bulunması için oluşturulan Holzer tablosu	21
Tablo 4.3	İki kütleli sistemin incelenmesi için silindir gaz basınçları ve sönümleme değerleri dahil edilerek hazırlanan Holzer tablosu	22
Tablo 6.1	Ekran aracılığı ile soru cevap olarak alınan bilgiler	30
Tablo 6.2	Bilgi dosyasından alınan bilgiler	30

ŞEKİL LİSTESİ

		Sayfa No
Şekil 2.1	Harmonik Hareket	2
Şekil 3.1	Bir ucu ankastre olarak sabitlenmiş diğer ucunda kütle bulunan sistem	5
Şekil 3.2	Her iki ucunda kütle bulunan sistem	6
Şekil 3.3	5 kütle ve 4 şaft parçasından oluşan bir sistem	7
Şekil 3.4	3 kütleli ve iki şaft parçalı basit bir sistem	7
Şekil 3.5	5 kütle ve 4 şaft parçasından oluşan bir sistem	8
Şekil 3.6	3 kütleli ve 2 şaft parçalı bir sistem	8
Şekil 4.1	İncelenen sistemin basit dinamik modeli	15
Şekil 4.2	İki kütle ve bir şafttan oluşan silindir gaz basıncı ve sönümleme kuvvetleri dahil edilmiş basit dinamik model	18
Şekil 6.1	Sayısal çalışmada kullanılan sevk sisteminin şematik gösterimi	32
Şekil 6.2	Sayısal çalışmada kullanılan sevk sisteminin dinamik modelinin şematik gösterimi ve numaralandırılması	33
Şekil 6.3	Birinci düğüm noktası doğal frekansları	34
Şekil 6.4	İkinci düğüm noktası doğal frekansları	34
Şekil 6.5	9 Numaralı kütle için 0.5, 2.5, 3, 3.5, 4 adımlar için birim alana etkiyen kuvvet	35
Şekil 6.6	9 Numaralı kütle için 1, 1.5, 2, 5, 5.5 adımlar için birim alana etkiyen kuvvet	35
Şekil 6.7	9 Numaralı kütle için 4.5, 6, 6.5, 7, 7.5, 8 adımlar için birim alana etkiyen kuvvet	36
Şekil 6.8	9 Numaralı kütle için tüm adımlar toplamı	36
Şekil 6.9	9 Numaralı kütle için 0.5, 2.5, 3, 3.5, 4 adımlar için şaft dönüm değerleri	37
Şekil 6.10	9 Numaralı kütle için 1, 1.5, 2, 5, 5.5 adımlar için şaft dönüm değerleri	37
Şekil 6.11	9 Numaralı kütle için 4.5, 6, 6.5, 7, 7.5, 8 adımlar için şaft dönüm değerleri	38

ŞEKİL LİSTESİ

		Sayfa No
Şekil 6.12	9 Numaralı kütle için 0.5, 2.5, 3, 3.5, 4 adımlar için oluşan tork değerleri	38
Şekil 6.13	9 Numaralı kütle için 1, 1.5, 2, 5, 5.5 adımlar için oluşan tork değerleri	39
Şekil 6.14	9 Numaralı kütle için 4.5, 6, 6.5, 7, 7.5, 8 adımlar için oluşan tork değerleri	39
Şekil 6.15	9 Numaralı kütle için 0.5, 2.5, 3, 3.5, 4 adımlar için oluşan vibration amplitude değerleri	40
Şekil 6.16	9 Numaralı kütle için 1, 1.5, 2, 5, 5.5 adımlar için oluşan vibration amplitude değerleri	40
Şekil 6.17	9 Numaralı kütle için 4.5, 6, 6.5, 7, 7.5, 8 adımlar için oluşan vibration amplitude değerleri	41
Şekil 6.18	Pervane ve şaft ile ilgili bilgi ve çizimler	43

GEMİ SEVK SİSTEMLERİNİN BURULMALI TİTREŞİM ANALİZİ

ÖZET

Bu çalışmada bir gemi dizel makinesi ve bu makinenin tahrik ettiği bir pervane ile, ara şaft bağlantı elemanlarından oluşan sevk sistemlerinin burulmalı titreşim davranışı, Holzer metodu ile bilgisayar ortamında incelenmiştir.

Sevk sistemi incelenirken oldukça karışık bir yapıda olan parçalar, dinamik model olarak adlandırılan daha basit bir sisteme indirgenmiştir. Bu model sistemi oluşturan elemanların, eş kütlesel polar atalet momentlerinin, aralarında yer alan şaft parçalarının eş rijitlik katsayıları ile birbirlerine bağlanması sonucu elde edilmektedir.

Holzer metodu, üç kütleden daha fazla kütleye sahip sistemlerde çabuk,kolay ve doğru sonuçlar elde edilmesini sağlar. Holzer metodu tablolama yolu ile çalıştığından, her aşamada sistemin her parçası üzerine etki eden değerler görülebilir.

İncelenmek üzere seçilen sistem, yabancı bir firma tarafından incelenmiştir. Bu sayede hazırlanan program ile elde edilen sonuçların doğruluğunun kontrol edilmesi mümkün olmuştur.

Holzer metodu bilgisayar ortamına aktarılırken, mühendislik çalışmaları için daha uygun olan Fortran programlama dili kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar tablolar halinde listelenmiş, ayrıca grafikler ile de karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar bulunan sonuçların yabancı firmanın bulduğu değerlere çok yakın değerler olduğunu göstermiştir. Ancak hazırlanmış olan program, bu çalışmada incelenen sistemden daha farklı elemanlara sahip olan sitemler için bir kaç ufak değişiklik gerektirmektedir.

TORSIONAL VIBRATION ANALYSIS OF MARINE PROPULSION SYSTEMS

SUMMARY

Within this study the torsional vibration behaviour of a propulsion system, which is consist of a marine diesel engine, a propeller, shaft and conection elements, is investigated by Holzer Tabulation Method under computer conditions.

During the investigation of propulsion system the complicated elements are reduced to simpler system called “dynamic model”. This model is built by the connection of inertia moments and stiffness coefficients of the elements which constitutes the system.

Holzer Tabulation Method gives fast, easy and correct results for systems which have more than three mass. The main pecularity of the ability of Holzer Tabulation Method is following the values, which gained from each step of the tabulation.

The system chosen for the investigation has been formerly investigated by a foreign firm. Hence control of the results obtained by this computer program has been possible.

Fortran computer programming language is used for preparing a program for Holzer Tabulation Method. The results are listed in folders and also graphically compared by the foreign firm’s results. Comparision showed that the results are similar. However it is nedded to make some changes on the program for investigating a system which is different from ours.

1. GİRİŞ

Gemi sevk sistemlerinin burulmalı titreşimler açısından detaylı bir şekilde incelenmesi ve bir rapor hazırlanması tüm klas kuruluşlarınca istenmektedir. Titreşim analizleri üzerinde uzmanlaşmış ve geçerliliği kabul edilen firmalarca bu raporlar oldukça yüksek fiyatlar ile hazırlanmaktadır.

Bu çalışma ile hem çok daha ucuz bir şekilde ele alınan sevk sisteminin titreşim analizini yapmak hem de bir yaklaşım yöntemi olan Holzer tablolama yönteminin doğruluğu incelemek istenmiştir.

Bu çalışmanın ikinci bölümünde titreşim ile ilgili temel birkaç kavram hatırlatılmak istenmiş ve çeşitli tanımlar ile denklemler verilmiştir. Bu sayede bizim için gerekli olacak birkaç temel titreşim kuralı ele alınmıştır.

Üçüncü bölüm bir sevk sistemi için doğal frekansların nasıl hesaplanabileceğini içermektedir. Sırası ile iki kütleli, üç kütleli ve daha çok kütleli olan sistemler için izlenmesi gereken yollar ve eşitlikler verilmiştir. Bu bölümde üçten daha çok kütleye sahip olan bir sistem için pratikte mümkün olan doğal frekans hesaplamalarından Holzer metodu da ele alınmıştır.

Dördüncü bölüm, iki kütleli basit bir sistem için doğal frekans hesaplamalarının ve silindir gaz basıncı etkisi ile sönümleme etkisi dahil edilerek sistemin burulmalı titreşim analizinin Holzer metodu ile nasıl yapıldığını uygulamalı olarak gösteren bir örnek içermektedir.

Beşinci bölüm Holzer metodu ile hesap yapılabilmesi için sistem hakkında bilinmesi gereken bilgileri ve bu bilgilerin nasıl edinileceğini içermektedir.

Altıncı bölüm bu çalışmada hazırlanan bilgisayar programı hakkında bilgi ve sistemin incelenmesi sonucu elde edilen sonuçlar hakkında bilgi içermektedir.

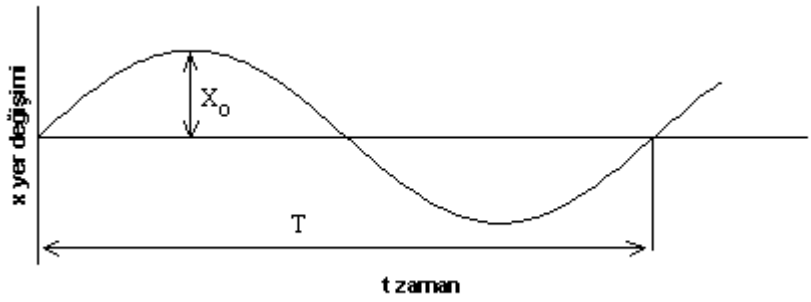
2. TİTREŞİM

Titreşim periyot denilen ve T ile gösterilen bir zaman aralığından sonra bütün özellikleri ile beraber tekrarlanan bir harekettir.

Periyodik hareketin en basit cinsi harmonik harekettir. Bu hareket sabit bir hızla bir daire üzerinde hareket eden, bir noktanın iz düşümü ile tarif edilebilir. Harmonik harekette x yer değişikliği ve t zamanı arasındaki bağıntı

$$x = x_0 \sin wt \tag{2.1}$$

olarak ifade edilebilir. Bu hareketin grafiksel gösterimi Şekil 2.1 de olduğu üzeredir



Şekil 2.1. Harmonik Hareket

Yer değişiminin maksimum olduğu x_0 titreşimin genliği olarak adlandırılır.

T periyodu saniye ile ölçülür ve periyodun tersi $f = 1/T$ frekans olarak adlandırılır ve birim saniyedeki titreşim sayısını ifade eder.

Yukarıda verilmiş olan en basit harmonik hareketi ifade eden denklemdeki w dairesel frekans yada açısal hız olarak adlandırılır. Açısal hızın birimi olarak rad/sn kullanılır.

Sabit bir hızla daire üzerinde hareket eden bir nokta T zamanı sonucunda 2π açısını kadar ilerlediğine göre

$$\omega = \frac{2\pi}{T}\left[rad/sn\right] \tag{2.2}$$

yazılabilir. Frekans periyodun tersi olduğuna göre

$$f = \frac{\omega}{2\pi}[1/sn] \tag{2.3}$$

ve bu eşitlikten

$$\omega = f \times 2\pi \tag{2.4}$$

yazılabilir. Tam bir titreşim periyodu

$$T = \frac{2\pi}{\omega}[sn] \tag{2.5}$$

yazılabilir ve bu eşitliklerden dakikadaki titreşim sayısı F

$$F = 60f = \frac{60}{T} = \frac{30}{\pi}\omega[1/dak.] \tag{2.6}$$

yazılabilir.

$x_1 = a_1 \sin \omega t$ ve $x_2 = a_2 \sin(\omega t + \gamma)$ olarak ifade edilen iki titreşim göz önüne alındığında aynı ω (dairesel frekans) sahip olmalarına rağmen γ (faz açısı) miktarı nedeniyle her iki titreşim maksimum yer değişimlerine aynı anda ulaşamazlar. Biri diğerinden γ/ω kadar geridedir. Bahse konu γ değerine iki titreşim arasındaki faz farkı veya faz açısı denir. Faz açısı sadece aynı frekansta olan iki hareket için geçerlidir. [1,2]

3. DOĞAL FREKANSLARIN HOLZER METODU İLE HESAPLANMASI

Krank şaft üzerine tesir eden periyodik moment, zorlanmış titreşimi meydana getirir. Millerin ve bunlara bağlı olan kütlelerin doğal frekansları ile zorlanmış momentlerin birbirine çok yakın değerlerde olması veya eş olması durumu sistem için tehlikeli olan rezonans halleridir. [3]

Tehlikeli olan rezonans hallerinin bilinmesi için, sevk sisteminin doğal frekansının bilinmesi gereklidir.

3.1 Bir Kütleli Sistem İçin Doğal Frekansların Hesaplanması

Bir ucu ankastre olarak sabitlenmiş diğer ucunda J kütlesel polar atalet momentine sahip bir kütle bulunan K rijitlik katsayısına sahip şafttan oluşan ve Şekil 3.1 de görülen sistem için hareket denklemi yazılırsa,

$$J\ddot{\theta} + K\theta = 0 \tag{3.1}$$

elde edilir. Eğer $\theta = \theta_0 \cos wt$ olarak yerine konulursa;

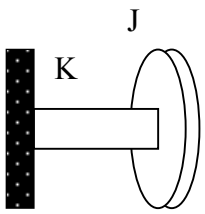
$$-\omega^2 J\theta_0 + K\theta_0 = 0$$

$$\omega = \sqrt{K/J} \tag{3.2}$$

bulunur. (3.2) eşitliği, (2.6) eşitliğinde yerine konulursa

$$F = (60/2\pi)x\sqrt{K/J} \tag{3.3}$$

eşitliği elde edilir. (3.3) eşitliği tek kütleli bir sistem için doğal frekansı ifade etmektedir. [1,3]



Şekil 3.1. Bir ucu ankastre olarak sabitlenmiş diğer ucunda kütle bulunan sistem

3.2 İki Kütleli Sistem İçin Doğal Frekansların Hesaplanması

İki ucunda J_1 ve J_2 kütlesel polar atalet momentleri olan iki kütle bulunan K rijitlik katsayısına sahip bir şafttan oluşan Şekil.3.2 de görülen sistem için hareket denklemleri yazılırsa,

$$\begin{aligned} J_1\ddot{\theta}_1 + K(\theta_1 - \theta_2) &= 0 \\ J_2\ddot{\theta}_2 + K(\theta_2 - \theta_1) &= 0 \end{aligned} \tag{3.4}$$

eğer $\theta_1 = \theta_1 e^{jwt}$ ve $\theta_2 = \theta_2 e^{jwt}$ (3.4) denklem takımında yerlerine konulursa;

$$\begin{aligned} (K - \omega^2 J_1)\theta_1 - K\theta_2 &= 0 \\ -K\theta_1 + (K - \omega^2 J_2)\theta_2 &= 0 \end{aligned} \tag{3.5}$$

(3.5) denklem takımı elde edilir. Bu denklem takımı bir determinant halinde ifade edilir ise bu determinanta sistem determinantı (Det_s) (3.6)denir ve

$$Det_s = \begin{vmatrix} K - \omega^2 J_1 & -K \\ -K & K - \omega^2 J_2 \end{vmatrix} \tag{3.6}$$

elde edilir.(3.6) determinantı açılır ise

$$Det_s = (K - \omega^2 J_1)(K - \omega^2 J_2) - K^2$$

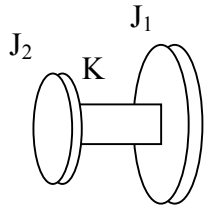
$$Det_s = -\omega^2 (J_1 + J_2)K + \omega^4 J_1 J_2 \tag{3.7}$$

elde edilir. Zorlayıcı torkun varlığı göz önüne alındığında Det_s sıfıra eşit olur ise $\theta_1 = Det_1 / Det_s$ ve $\theta_2 = Det_2 / Det_s$ değerleri sonsuz olur ve rezonans oluşur. Bu

nedenle determinant sonucunu sıfır yapan ω^2 değerleri bulunur ve bu değerler kullanılarak iki kütleli bir sistem için doğal frekans

$$F = (60/2\pi)x\sqrt{\left(K\frac{J_1 + J_2}{J_1 J_2}\right)} \tag{3.8}$$

olarak elde edilir. [1]



Şekil 3.2. Her iki ucunda kütle bulunan sistem

3.3 Çok Kütleli Sistem İçin Doğal Frekansların Hesaplanması

Üç veya dört kütleden daha fazla kütleye sahip olan sistemlerde sistem determinantını oluşturacak frekans denklemlerinin oluşturulması pratik olarak imkansıza yakındır. Oluşturulacak olan frekans denklemi n-kütleli bir sistem için ω^2 cinsinden (n-1)inci dereceden olur.

Bu nedenle üç yada dört kütleden daha fazla kütlesi olan sistemler için doğal frekans hesaplanırken Horner's metodu, Tolle-Horkinfel metodu yada Holzer tablolama metodu gibi yöntemler kullanılabilir. [1]

3.3.1. Titreşim Düğüm Noktaları

Ele alınan n-kütleli bir sistem için ω^2 cinsinden (n-1) inci dereceden oluşan frekans denkleminin n adet kökü vardır. Bu çalışma içerisinde her bir kök değeri düğüm noktası olarak adlandırılacaktır.

Titreşim düğüm noktaları şu şekilde açıklanabilir; n-kütleli ve (n-1) şaft elemanlı bir sistem (n-1) adet olası titreşim düğüm noktasına sahiptir. Bunun anlamı rezonans durumunda titreşim yaratabilecek (n-1) adet farklı doğal frekansa sahip olmak demektir.

Bir sistem incelenirken önemli olan frekanslar ise birinci ve ikinci düğüm noktalarındaki ω^2 lerdir. Çok nadiren üçüncü düğüm noktası doğal frekans değeri gerekebilir. [3]

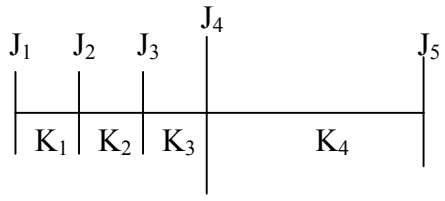
Holzer tabloları ile bulunan n-kütleli bir sistemin birinci düğüm noktası doğal frekansı ω_I^2 kullanılarak ikinci düğüm noktası doğal frekansı ω_{II}^2 için gerekli olan ilk tahmin değeri bulunabilir.

Öncelikli olarak n-kütleli sistemimizi üç kütleli eş bir sisteme dönüştürülmesi gerekmektedir. Eş sisteme dönüştürme işlemi basit bir örnek ile aşağıda açıklanmıştır;

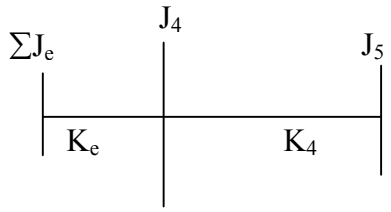
Şekil.3.3 da görüldüğü üzere 5 kütle ve 4 şaft parçasından oluşan bir sistem bulunmaktadır. Bu sistemi Şekil.3.4 de görüldüğü üzere 3 kütleli ve iki şaft parçalı basit bir sisteme indirgerken kütlelerin ve şaft parçalarının eş değerlerini hesaplamamız gerekmektedir. Bu hesaplama için kullanılacak eşitlikler (3.19) ve (3.20) numaralı eşitliklerdir.

$$\frac{1}{K_e} = \frac{1}{K_2} + \frac{1}{K_3} \tag{3.19}$$

$$\sum J_e = J_1 + J_2 + J_3 \tag{3.20}$$



Şekil 3.3. 5 kütle ve 4 şaft parçasından oluşan bir sistem



Şekil 3.4. 3 kütleli ve iki şaft parçalı basit sistem

Bu indirgemeden sonra 3 kütleli yeni sistemin kütlesel polar atalet momentleri ve şaft rijitlikleri ile birinci düğüm noktası ω_I^2 değerini kullanarak ikinci düğüm noktası için kullanılacak ilk tahmini ω_{II}^2 dolayısı ile F_{II} değerini bulabiliriz. Bu değeri bulmak için (3.21) eşitliğinden faydalanılır;

$$\omega_{II}^2 = \frac{1}{\omega_I^2} \times K_e K_M \times \frac{J_F + J_M + \sum J_{cyl}}{J_F \times J_M \times \sum J_{cyl}} \tag{3.21}$$

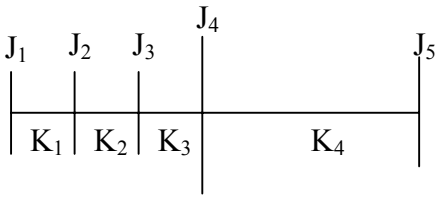
Holzer tabloları kullanılarak bulunan n-kütleli bir sistemin birinci düğüm noktası doğal frekansı ve ω_I^2 ile ikinci düğüm noktası doğal frekansı ve ω_{II}^2 ile üçüncü düğüm noktası doğal frekansı için gerekli olan ilk tahmin değeri bulunabilir.

Öncelikli olarak n-kütleli sistemin dört kütleli eş bir sisteme dönüştürülmesi gerekmektedir. Eş sisteme dönüştürme işlemi basit bir örnek ile aşağıda açıklanmıştır:

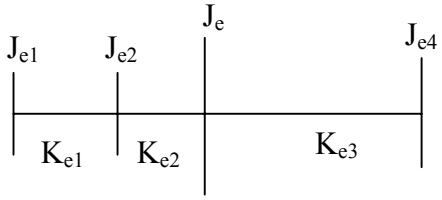
Şekil 3.5 de görüldüğü üzere 5 kütle ve 4 şaft parçasından oluşan bir sistem bulunmaktadır. Bu sistem Şekil 3.6. da görüldüğü üzere 3 kütleli ve iki şaft parçalı basit bir sisteme indirgenirken kütlelerin ve şaft parçalarının eş değerlerini hesaplamak için (3.22) ve (3.23) eşitlikleri kullanılır.

$$\begin{aligned} \frac{1}{K_{e1}} &= \frac{1}{K_1} + \left(\frac{1}{2} \times \frac{1}{K_2}\right) \\ \frac{1}{K_{e2}} &= \frac{1}{K_3} + \left(\frac{1}{2} \times \frac{1}{K_2}\right) \\ K_{e3} &= K_3 \end{aligned} \tag{3.22}$$

$$\begin{aligned} J_{e1} &= J_1 \\ J_{e2} &= J_2 + J_3 \\ J_{e3} &= J_4 \\ J_{e4} &= J_5 \end{aligned} \tag{3.23}$$



Şekil 3.5. 5 kütle ve 4 şaft parçasından oluşan bir sistem



Şekil 3.6. 4 kütleli ve 3 şaft parçalı bir sistem

Bu indirgemeden sonra 4 kütleli yeni sistemin kütlesel polar atalet momentleri ve şaft rijitlikleri ile birinci düğüm noktası ω_I^2 değeri ile ikinci düğüm noktası ω_{II}^2

değerini kullanılarak üçüncü düğüm noktası için kullanılacak ilk tahmini ω_{III}^2 değeri dolayısı ile F_{III} değeri bulunabilir. Bu değeri bulmak için (3.24) eşitliği kullanılır. [3]

$$\varpi_{III}^2 = \frac{1}{\omega_I^2 \omega_{II}^2} \times K_{e1} K_{e2} K_{e3} \times \frac{J_{e1} + J_{e2} + J_{e3} + J_{e4}}{J_{e1} \times J_{e2} \times J_{e3} \times J_{e4}} \tag{3.24}$$

Tablo 3.1. Sevk isteminin doğal frekansını hesaplamak için kullanılan holzer tablosu hesap akışı

	KOLON NO							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A	F= (titr./sn)		w=(F/9,55) (rad/sn)			w^2=		
	KÜTLE NO	ATALET MOMENTİ		KÜTLE NOKTASININ EKSENDEN DÖNÜM DERECESİ	KÜTLENİN ATALET MOMENTİ TORKU	KÜTLE NOKTASI TOPLAM TORK	ŞAFT RİJİTLİK KATSAYISI	ŞAFTIN BURULMASI
		J_m	$J_m w^2$	Δ_m	$J_m w^2 \Delta_m$	$\Sigma J_m w^2 \Delta_m$	K	$\Delta_m = (1/K)\Sigma J_m w^2 \Delta_m$
		($Kg.cm.sn^2$)	(Kg.cm./rad.)	(rad.)	(Kg.cm.)	(Kg.in)	(Kg.cm./rad.)	(rad.)
B	1	J_1	B2xA6	1,00	B3xB4	B5	K_1	(1/B7)xB6
C	2	J_2	C2xA6	B4-B8	C3xC4	B6+C5	K_2	(1/C7)xC6
D	3	J_3	D2xA6	C4-C8	D3xD4	C6+D5	K_3	(1/D7)xD6
	,,,							
	n							

3.4 Holzer Metodunun Temel Prensibi ve Doğal Frekans Hesabı

Bir gemi ve onun makine ve sevk sistemi dış titreşimlerden etkilenmeye açık esnek bir sistemdir. Bu sistemin içindeki elemanların her birinin kendi kesit modülleri, farklı kesit alanları, ağırlıkları gibi değişik özellikleri vardır. Bu ağırlıklardan bazıları -bir şaft örneğin- dağılmış ağırlık yapısına sahipken, bağlantı dişlileri veya denge ağırlıkları daha yoğun bir ağırlık dağılımına sahiptir. Titreşim sistemleri olarak da adlandırdığımız bu kompleks yapılar incelenmek üzere daha basit sistemler şeklinde modellenerek yeni bir sistem oluşturulabilir.

Dinamik model olarak adlandırdığımız bu modelleme titreşim sistemini oluşturan elemanların kütlesel polar atalet momentlerinin birbirlerine, ağırlıkları ihmal edilmiş rijitlik katsayıları ve damping elemanları ile ilintilenmesi sonucu olur. Dinamik modeli oluşturan bu unsurlar Holzer tablolama yönteminde kullanılır.

Holzer metodu bir yaklaşma metodudur. Yani deneme yanılma yoluyla istenilen sonuca ulaşılmaya çalışılır. Holzer metodu bir seri tablo kullanarak sonuca ulaşır. Tablo 3.1 kullanılan bu tabloların ana yapısını göstermektedir.

Holzer tablolama yöntemi kendi içinde işlerken n-kütleli bir sistemin hareket denklemlerinden faydalanmaktadır. Hiç bir zorlayıcı kuvvet etkisi altında olmayan n-kütleli bir sistemin hareket denklemleri (3.9) denklem takımında belirtilmiştir.

$$\left\{\begin{array}{ll} -J_1\omega^2\Delta_1 + K_1\Delta_1 - K_1\Delta_2 = 0 & (3.9.a) \\ -K_1\Delta_1 + K_1\Delta_2 - J_2\omega^2\Delta_2 + K_2\Delta_2 - K_2\Delta_3 = 0 & (3.9.b) \\ -K_2\Delta_2 + K_2\Delta_3 - J_3\omega^2\Delta_3 + K_3\Delta_3 - K_3\Delta_4 = 0 & (3.9.c) \\ \vdots & \vdots \\ -K_{n-1}\Delta_{n-1} + K_{n-1}\Delta_n - J_n\omega^2\Delta_n = 0 & (3.9.n) \end{array}\right\} \qquad (3.9)$$

Burada $K =$ Şaft Rijitlik Katsayısını, $J =$ Kütlesel Polar Atalet Momentlerini, $\Delta =$ Kütleler İçin Titreşimin Amplitüdünü, $\omega =$ Titreşimin Frekansını gösterir.

Bu denklemlerden (3.9.a) ve (3.9.b) numaralı denklemler ele alınırsa ;

$$-J_1\omega^2\Delta_1 + K_1\Delta_1 - K_1\Delta_2 = 0$$

$$-J_1\omega^2\Delta_1 = -K_1\Delta_1 + K_1\Delta_2 \qquad (3.10)$$

(3.10) eşitliği elde edilir. (3.10) eşitliği (3.9.b) eşitliğinde yerine yazılır ise;

$$-K_1\Delta_1 + K_1\Delta_2 - J_2\omega^2\Delta_2 + K_2\Delta_2 - K_2\Delta_3 = 0$$

$$-J_1w^2\Delta_1 - J_2\omega^2\Delta_2 + K_2\Delta_2 - K_2\Delta_3 = 0$$

$$K_2\Delta_2 - K_2\Delta_3 = J_1\omega^2\Delta_1 + J_2\omega^2\Delta_2 = \sum_1^2 \left(J\omega^2\Delta\right) \tag{3.11}$$

(3.11) eşitliği elde edilir. (3.11) numaralı eşitlik (3.9.c) numaralı eşitlikte yerine yazılı ise;

$$K_3\Delta_3 - K_3\Delta_4 = J_1\omega^2\Delta_1 + J_2\omega^2\Delta_2 + J_3\omega^2\Delta_3 = \sum_1^3 \left(J\omega^2\Delta\right) \tag{3.12}$$

(3.12) eşitliği elde edilir. Bulunan bu eşitlikler (3.9.n) numaralı eşitliğe kadar yerlerine koyulur ise elde edilen eşitlik;

$$\omega^2\left(J_1\Delta_1 + J_2\Delta_2 + \ldots + J_n\Delta_n\right) = \omega^2\sum_1^n \left(J\Delta\right) = 0 \tag{3.13}$$

olarak yazılabilir.

Elde edilen (3.13) eşitlik n-kütleli sistem hiç bir zorlayıcı kuvvet altında değilken sıfıra eşit olmak zorundadır. ω^2 değeri sıfır olamayacağına göre sistemin toplam atalet momenti sıfıra eşit olmalıdır.

$$\left(J_1\Delta_1 + J_2\Delta_2 + \ldots + J_n\Delta_n\right) = \sum_1^n \left(J\Delta\right) = 0 \tag{3.14}$$

Sistemin toplam atalet momentinin sıfıra eşit olması (3.14) eşitliği şeklinde yazılabilir. (3.14) eşitliği ancak belli bir Δ değerler kümesi sağlayabilir. Bu değerleri içeren küme ise Holzer metodu ile bulunabilir.

Seçilen herhangi bir ω^2 değeri için (3.10) numaralı eşitlik;

$$\Delta_1 - \Delta_2 = \Delta_{sh1} = J_1w^2\Delta_1 \Big/ K_1 \tag{3.15}$$

olarak yazılabilir. Burada Δ_{sh1} değeri K_1 ile rijitliği verilmiş olan şaft parçası için geçerli olan dönme açısını temsil eder. (3.15) numaralı eşitlikten aşağıdaki ifade çıkarabilir;

$$\Delta_2 = \Delta_1 - \Delta_{sh1} = \Delta_1 - \left(J_1 w^2 \Delta_1 \Big/ K_1 \right) \tag{3.16}$$

(3.16) ve (3.11) eşitlikler kullanılarak;

$$\Delta_3 = \Delta_2 - \Delta_{sh2} \tag{3.17}$$

(3.17) eşitliği elde edilir. Bulunan bu değerler Holzer tablosunda yerlerine yazılır. Holzer tablolarının değerlerinin hesaplanmasını gösteren işlem akışı Tablo 3.1 de gösterilmiştir.

Bu şekilde son elemana kadar bu işlem devam ettirilirse seçilen ω^2 değeri sistemin doğal frekansına eşit ise Holzer tablosunun son satırındaki değer sıfıra eşit olacaktır.

Holzer metodu bir yaklaşım metodu olduğundan , sistemin doğal frekansını verecek olan ω^2 için tahmini bir değer ele alınır. Bu değer birinci düğüm noktası için yaklaşık değerler veren çeşitli yöntemler vasıtası ile bulunabilir.

Bu yöntemleri kullanmadan da sistemin en düşük şaft rijitlik değeri (K_a) olan ara parçası ile bu arayı sınırlayan kütlelerin atalet momentlerini (J_a , J_b) kullanılarak iki kütleli sistemler için birinci düğüm noktası doğal frekansını veren (3.8) eşitliği kullanılarak;

$$F_I = \left(\frac{60}{2\pi} \right) \sqrt{\left(K_a \times \frac{J_a + J_b}{J_a \times J_b} \right)} \tag{3.18}$$

(3.18) eşitliği elde edilir ve tahmini bir doğal frekans bulunup, hesaba başlanabilir. Bu başlangıç değerinin sistemin doğal frekansı ile arasındaki değer farkı sadece yapılacak işlem ve tablo sayısının miktarına etki etmektedir.

Holzer metodunun kullanmış olduğu (3.9) numaralı denklem sistemi n-kütleli sistemler için (n-1) Δ sonucu vermektedir. Bu durumda bir adet Δ değerinin yukarıda görülen bir birine bağlı olan eşitliklerin çözülebilmesi için tahmini olarak işlemi yapan kişice verilmesi gerekmektedir. Holzer metodu bir yaklaşım metodu

olduğu için ve bağımlı eşitliklerin ilk terimi olduğu için Δ_1 değeri 1,0 olarak kabul edilerek metot uygulanır.

Tablo 3.1 de görülen sevk sisteminin doğal frekansını hesaplamada kullanılan Holzer Tablosunda kütleye etki eden toplam tork değeri en son satırda sıfır çıkar ise tabloda kullanılan frekans sistemin doğal frekansıdır.

Bu değer sıfırdan küçük ise 1, 3, 5,.. düğüm noktası doğal frekansları için kullanılan ω^2 değerinin azaltılması; 2,4,6,.. düğüm noktası doğal frekansları için kullanılan ω^2 değerinin arttırılması gerekir. Bu değer sıfırdan büyük ise 1, 3, 5,.. düğüm noktası doğal frekansları için kullanılan ω^2 değerinin arttırılması; 2,4,6,.. düğüm noktası doğal frekansları için kullanılan ω^2 değerlerinin azaltılması gerekir. [3]

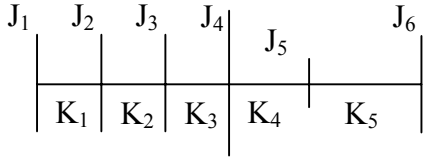
4. HOLZER METODUNUN BASİT BİR SİSTEMDE UYGULANMASI:

Bu bölümde basit bir sistem ele alınarak Holzer metodu ile nasıl doğal frekansların hesaplandığı anlatılmıştır. Örnekteki sistem; bir dizel makine, bir adet güç aktarım dişlisi ve bir adet hareket alan elemandan oluşmaktadır. Dizel makine, güç aktarım dişlisi ve hareket alan eleman doğrusal olarak birbirleri ile bağlantılıdır. Bu güç aktarımı direk olarak bir elemana yapılmakta, sistemde birden fazla hareket alan eleman bulunmamakta demektir. [3]

İncelenen sistemin doğal frekansları hesaplanırken, sistemi oluşturan elemanların sönümleme (damping) değerleri ve silindirlerdeki gaz basınçları hesaplara dahil edilmezler. [3]

4.1. Doğal Frekans Hesapları İçin Holzer Tabloları Oluşturulması:

Sistem basit dinamik modele indirgenmiş ve Şekil 4.1 de görülen model oluşturulmuştur.



Şekil 4.1. İncelenen sistemin basit dinamik modeli

Bu dinamik model oluşturulurken bulunan eşdeğer kütlesel polar atalet momentleri J ve torsiyonel şaft rijitlikleri K ile gösterilmiştir. $J_{1,2,3}$ silindirler, J_4 volan, J_5 güç aktarım dişlisi, J_6 hareket alan elemanın eşdeğer kütlesel atalet momentini temsil etmektedir. Güç aktarım dişlilerinin aktarım oranı r ile gösterilmiş olup,değeri n ile belirtilmiştir.

Dinamik model, 3 elemanlı daha basit bir sisteme indirgenerek veya torsiyonel şaft rijitliği en küçük değere sahip olan şaft ve iki tarafında yer alan kullanılarak (Bölüm 3.3, Bölüm 3.4) birinci düğüm noktası doğal frekansı hesaplamak için gerekli olan ilk tahmini değer bulunabilir.

Tüm bu değerler bilindiği taktirde doğal frekansları hesaplamak için Holzer metodu kullanılarak tablolar oluşturulur. Tablolarda satırlar her bir kütleye denk gelmektedir. İşlem akışının kolay takip edilebilmesi için her bir sütuna harf verilmiştir. Bu tablo Tablo 4.1 de görülmektedir.

Tablo 4.1. Holzer metodunun doğal frekans hesap tablosunda işlem akışı

F= X [vib/min] ω= F/9.55 [rad./sn.] ω^2= (F/9.55)^2 r= n							
KÜTLE NO	A	B	C	D	E	F	G
1	J_1	A1ω^2	1.0	B1xC1	D1	K_1	E1/F1
2	J_2	A2ω^2	C1-G1	B2xC2	E1+D2	K_2	E2/F2
3	J_3	A3ω^2	C2-G2	B3xC3	E2+D3	K_3	E3/F3
4	J_4	A4ω^2	C3-G3	B4xC4	E3+D4	K_4	E4/F4
5	J_5	A5ω^2	C4-G4	B5xC5	E4+D5	K_5	E5/F5
6	J_6	A6ω^2	C5-G5	B6xC6	E5+D6	K_6	E6/F6
7	J_7	A7ω^2	(C6-G6)/n	B7xC7	(E6xn)+D7	---	----

A= Kütlesel Polar Atalet Momenti (J [Kg.cm.sn^2])

B= Radyan Başına Kütlesel Polar Atalet Momenti Torku ($J\omega^2$ [Kg.cm./rad])

C= Her Bir Kütle Pozisyonundaki Burulma (Δ [rad])

D= Her Bir Kütlenin Kütlesel Polar Atalet Momenti Torku ($J\omega^2 \Delta$ [Kg.cm.])

E= Her Kütledeki Toplam Kütlesel Polar Atalet Momenti Torku ($\Sigma J\omega^2 \Delta$ [Kg.cm.])

F= Şaft Torsiyonel Rijitlik Değeri (K [Kg.cm./rad])

G= Şaft Burulma Değeri (Δ_{shaft} [rad])

Daha önce açıklandığı üzere (Bölüm 3.4) en son kütlenin, kütledeki toplam kütlesel polar atalet momenti torku değerine bakılır. Eğer işlemler sırasında kullanılan frekans doğal frekans ise en son kütlenin, kütledeki toplam kütlesel polar atalet momenti torku değeri sıfır olmalıdır. Bununla beraber Holzer metodu bir yaklaşım metodu olduğundan bu değer tam olarak sıfır olmasa bile çok küçük bir değer olması durumunda da doğal frekans bulunmuş kabul edilebilir.

En son kütlenin, kütledeki toplam kütlesel polar atalet momenti torku değeri, kabul edilebilir küçüklükte değil ise negatif veya pozitif olduğuna bakılır. Bu değer sıfırdan küçük ise 1, 3, 5,.. düğüm noktası doğal frekansları için kullanılan ω^2 değerinin azaltılması; 2,4,6,.. düğüm noktası doğal frekansları için kullanılan ω^2 değerinin arttırılması gerekir. Bu değer sıfırdan büyük ise 1, 3, 5,.. düğüm noktası doğal frekansları için kullanılan ω^2 değerinin arttırılması; 2,4,6,.. düğüm noktası doğal frekansları için kullanılan ω^2 değerlerinin azaltılması gerekir. [3]

Yeni ω^2 değeri için yeni bir tablo yapılır ve sonuçlar kontrol edilir. Gerekirse yeni bir ω^2 değerleri için yeni tablolar yapılarak devam edilir. Bu şekilde sistemin doğal frekansı bulunabilir, lakin bu birçok tablo ve birçok işlem gerektirebilir. İşlem ve tablo sayısını azaltmak için en son kütlenin, kütledeki toplam kütlesel polar atalet momenti torku değeri birbiri ile ters işaret taşıyan peş peşe gelen iki tablo değeri için entarpolasyan yapılarak bir ω^2 değeri bulunur ve bu değer için bir tablo hazırlanarak doğal frekans bulunabilir.

İncelenen sistemin bir adet güç aktarım dişlisi olduğu ve güç aktarım oranının ,n, olduğu bilinmektedir. Holzer tablosu içerisinde işlem yapılırken güç aktarım dişlisinden sonra gelen ilk eleman için; her bir kütle pozisyonundaki burulma değeri, hesaplanırken bulunan değerin n ile bölündüğüne ve her kütledeki toplam kütlesel polar atalet momenti torku değeri, hesaplanırken bir önceki elemanın her bir kütledeki toplam kütlesel polar atalet momenti torku değerinin, n ile çarpılarak işleme girdiğine dikkat edilmelidir.

Güç aktarım oranı, n, güç aktarım dişlisinden önceki devir sayısının, güç aktarım dişlisinden sonraki devir sayısına bölünmesi ile bulunabilir. İncelenen sistem direk bağlantılı bir sistem olduğundan güç aktarım oranı daima pozitif işaretli olarak işlemlerde kullanılacaktır. [3]

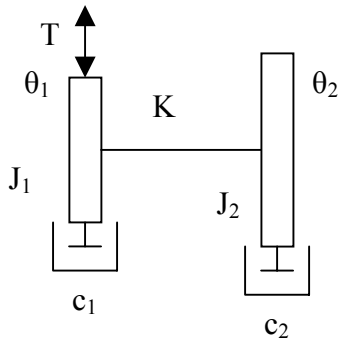
4.2.Silindir Gaz Basınçları ve Sönümleme Değerleri Dahil Edilerek Sistemlerin Holzer Metodu ile İncelenmesi:

Silindir gaz basınçları ve sönümleme değerleri dahil edilerek bir sistemin tablolar kullanılarak incelemesini ilk olarak Holzer gerçekleştirmiştir. İlerleyen yıllarda Spaetgens tarafından bu yöntem geliştirilmiştir. [3]

Holzer metodu incelenen sistemin hareket denklemlerine dayalı olarak adım adım ilerleyen bir metot olup her aşamada sonuçları her bir eleman için kontrol etme imkanı vermektedir.

4.2.1.Silindir Gaz Basınçları ve Sönümleme Değerleri Dahil Edilmiş Sistemler İçin Holzer Metodunun Teorisi:

Silindir gaz basınçları ve sönümleme değerleri dahil edilmiş sistemler için Holzer metodunun teorisi en basit şekilde iki kütle bir şafttan oluşan bir sistem üzerinde açıklanabilir. Şekil 4.2 de iki kütle ve bir şafttan oluşan basit dinamik modeli görülmektedir.



Şekil 4.2. İki kütle ve bir şafttan oluşan silindir gaz basıncı ve sönümleme kuvvetleri dahil edilmiş basit dinamik model

Bu dinamik model için hareket denklemleri yazılır ise (4.1) ve (4.2) eşitlikleri elde edilir.

$$J_1 \frac{d^2\theta_1'}{dt^2} + c_1 \frac{d\theta_1'}{dt} + K\left(\theta_1' - \theta_2'\right) = T = T_0 e^{j(wt+\phi)} \tag{4.1}$$

$$J_2 \frac{d^2\theta_2'}{dt^2} + c_2 \frac{d\theta_2'}{dt} + K\left(\theta_2' - \theta_1'\right) = 0 \tag{4.2}$$

(4.1) ve (4.2) eşitliklerinde kullanılan değişkenlerin anlamları aşağıda listelenmiştir.

J_1,J_2= Kütlesel Polar Atalet Momenti [Kg.cm.sn^2]

K= Şaft Torsiyonel Rijitlik Değeri [Kg.cm./rad]

θ_1' , θ_2' = Titreşim Amplitüdleri [rad.]

c_1,c_2= Sönümleme Değerleri [Kg.cm.sn./rad.]

ω = Faz Büyüklüğü [rad./sn.]

T= J_1 Kütlesi Üzerine ω ile Etki Eden Zorlayıcı Tork [Kg.cm.]

Ø= T ve θ_1' nin Maksimum Amplitüdleri Arasındaki Faz Açısı

(4.1) ve (4.2) eşitliklerinde θ_1 , θ_2 değerleri θ_1', θ_2' nin maksimum değerleri olmak üzere $\theta_1' = \theta_1 \, e^{jwt}$ ve $\theta_2' = \theta_2 \, e^{jwt}$ konur ise;

$$-\omega^2 J_1\theta_1 + j\omega c_1\theta_1 + K(\theta_1 - \theta_2) = T_0 e^{j\phi} \tag{4.3}$$

$$-\omega^2 J_2\theta_2 + j\omega c_2\theta_2 + K(\theta_2 - \theta_1) = 0 \tag{4.4}$$

elde edilir.

$T_0 e^{j\phi} = T_0\cos\phi + jT_0\sin\phi$ olarak (4.3) denkleminde yerine yazılır ve eşitlikler yeniden düzenlenirse;

$$\left(\omega^2 J_1\theta_1 + T_0\cos\phi\right) + j\left(-\omega c_1\theta_1 + T_0\sin\phi\right) = K(\theta_1 - \theta_2) \tag{4.5}$$

$$\left(\omega^2 J_2\theta_2\right) + j\left(-\omega c_2\theta_2\right) = K(\theta_2 - \theta_1) \tag{4.6}$$

elde edilir.

(4.5) ve (4.6) eşitlikleri taraf tarafa toplanır ise;

$$\left(\omega^2\frac{J_1\theta_1}{K} + \frac{T_0}{K}\cos\phi\right) + j\left(-\frac{\omega c_1}{K} + \frac{T_0}{K}\sin\phi\right) = (\theta_1 - \theta_2) = \theta_{sh} \tag{4.7}$$

$$\theta_2 = \theta_1 - \theta_{sh} = \theta_1 - \left(\omega^2\frac{J_1\theta_1}{K} + \frac{T_0}{K}\cos\phi\right) - j\left(-\frac{\omega c_1}{K} + \frac{T_0}{K}\sin\phi\right) \tag{4.8}$$

elde edilir.

(4.8) eşitliğinde bulunan θ_2 (4.6) eşitliğinde kullanılır ise;

$$\left(\omega^2 J_2\theta_2\right) + j\left(-\omega c_2\theta_2\right) = \left(\omega^2 J_2 - j\omega c_2\right) \times \left\{\left(\theta_1 - \omega^2\frac{J_1\theta_1}{K} - \frac{T_0}{K}\cos\phi\right) - j\left(-\frac{\omega c_1}{K} + \frac{T_0}{K}\sin\phi\right)\right\}$$

$$= \left\{ \omega^2 J_2 \theta_1 - \omega^4 \frac{J_1 J_2}{K} \theta_1 - \omega^2 \frac{J_2}{K} T_0 \cos\phi + \omega^2 \frac{c_1 c_2}{K} \theta_1 - \omega c_2 \frac{T_0}{K} \sin\phi \right\}$$
$$- j \left\{ \omega c_2 \theta_1 - \omega^3 \frac{J_1 c_2}{K} \theta_1 - \omega \frac{c_2 T_0}{K} \cos\phi - \omega^3 \frac{J_2 c_1}{K} \theta_1 + \omega^2 \frac{J_2 T_0}{K} \sin\phi \right\} \quad (4.9)$$

eşitliği elde edilir.

Dinamik modelin son kütlesi olan J_2 de toplam tork değerinin sıfır olması gereklidir. (4.5) ve (4.6) eşitliklerinde $K(\theta_2 - \theta_1)$ ters işaretli olduğuna göre bu iki eşitliğin sol tarafındaki terimlerin toplamının sıfır olması gereklidir. Bu nedenle (4.9) eşitliğinin sol tarafının da sıfır olduğu açıktır.

$$0 = \left\{ \omega^2 J_2 \theta_1 - \omega^4 \frac{J_1 J_2}{K} \theta_1 - \omega^2 \frac{J_2}{K} T_0 \cos\phi + \omega^2 \frac{c_1 c_2}{K} \theta_1 - \omega c_2 \frac{T_0}{K} \sin\phi \right\}$$
$$- j \left\{ \omega c_2 \theta_1 - \omega^3 \frac{J_1 c_2}{K} \theta_1 - \omega \frac{c_2 T_0}{K} \cos\phi - \omega^3 \frac{J_2 c_1}{K} \theta_1 + \omega^2 \frac{J_2 T_0}{K} \sin\phi \right\} \quad (4.10)$$

(4.10) eşitliği bir kompleks sayı eşitliğinden başka bir şey değildir. Bu nedenle a+jA=0 olabilmesi için a ve A değerlerinin her birinin sıfır olması gereklidir. Bu şartı sağlamak üzere eşitliğin a ve A kısımlarını θ_1 içeren elemanlar eşitliğin bir tarafında, diğerleri diğer tarafta kalacak basit gösterim amaçlı olarak (4.10) eşitliğinde yer alan terimler yerine birer adet değişken kullanılır ise;

$c\,\theta_1 = d$

$e\,\theta_1 = f$

$be = cd$ (4.11)

elde edilir.

(4.11) eşitliğinde $T_0 \cos\phi$ ve $T_0 \sin\phi$ içeren terimlerde eşitliğin her iki tarafında toplanır ise;

$$f T_0 \cos\phi = g T_0 \sin\phi \quad (4.12)$$

eşitliği elde edilir ki buradan $\tan\phi$ değeri hesaplanabilir. ϕ değeri ve $\cos\phi$, $\sin\phi$ değerleri de bulunabilir. Tüm bu değerler bulunduktan sonra (4.10) eşitliğinde yerine konulursa, eşitliğin her iki tarafı da sıfıra eşit olacağından θ_1 değeri hesaplanabilir.

İkiden daha çok kütlesi olan sistemler için de iki kütleli sistemler için yapılan işlemler aynen tekrarlanarak oluşturulan tablo içinde sonuçlar takip edilir. [1,3]

4.2.2. Silindir Gaz Basınçları ve Sönümleme Değerleri Dahil Edilmiş İki Kütleli Basit Bir Sistem İçin Holzer Metodunun Uygulanması:

İncelenecek sistem olarak Şekil 4.3 de verilmiş olan sistem ele alınır ve gerekli değerler;

J_1=A [Kg.cm.sn^2] (Kütlesel Polar Atalet Momenti)

J_2=B [Kg.cm.sn^2] (Kütlesel Polar Atalet Momenti)

K=C [Kg.cm./rad.] (Şaft Torsiyonel Rijitlik Değeri)

D=D [cm.] (Şaftın En İnce Yerinin Çapı)

T_1=E [Kg.cm.] (Silindir Gaz Basıncı Nedeniyle Oluşan Tork)

M_1=F (Dinamik Artırım –Dynamic Magnifiers-)

M_2=G (Dinamik Artırım –Dynamic Magnifiers-)

Öncelikli olarak sistemin doğal frekansı Bölüm 4.1. de anlatıldığı üzere Holzer tabloları hazırlanarak Tablo 4.2 de görüldüğü üzere bulunur.

Tablo 4.2. İki kütleli sistem için birinci düğüm noktası doğal frekansın bulunması için oluşturulan Holzer tablosu

F= X [vib/min] ω= X/9.55 [rad./sn.] ω^2= (X/9.55)^2							
KÜTLE NO	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*
1	A	$A\omega^2$	1.0	$A\omega^2$	$A\omega^2$	C	$A\omega^2$/ C
2	B	$B\omega^2$	$1-(A\omega^2/C)$	$(B\omega^2)x\{1-(A\omega^2/C)\}$	0		

Doğal frekans bulunduktan sonra her bir kütle için sönümleme katsayısı (damping coefficient) bulunur;

$$c_1 = \frac{J_1\omega}{M_1} = \frac{A \times \left(X / 9{,}55 \right)^2}{F} = H \text{ [Kg.cm.sn/rad.]}$$

$$c_2 = \frac{J_2\omega}{M_2} = \frac{B \times \left(X / 9{,}55 \right)^2}{G} = I \text{ [Kg.cm.sn/rad.]}$$

Silindir gaz basıncı nedeni ile oluşan zorlayıcı tork hesaplanır;

$$T = T_0 \cos\phi + jT \sin\phi$$

Burada ϕ, T ve θ_1 (bir numaralı kütlenin titreşim amplitüdü) arasındaki faz açısıdır. ϕ değeri ileride hesaplanacaktır.

Bu işlemlerden sonra $J_1\omega^2 - j\omega c_1$ ve $J_2\omega^2 - j\omega c_2$ değerleri hesaplanır;

$$J_1\omega^2 - j\omega c_1 = \left[A \times \left(X / 9{,}55 \right)^2 \right] - j\left[\left(X / 9{,}55 \right) \times H \right] = \text{a-jb}$$

$$J_2\omega^2 - j\omega c_2 = \left[B \times \left(X / 9{,}55 \right)^2 \right] - j\left[\left(X / 9{,}55 \right) \times I \right] = \text{c-jd}$$

Bir sonraki adım olarak Tablo 4.3 de görüldüğü üzere bir Holzer tablosu daha hazırlanır.

Tablo 4.3. İki kütleli sistemin incelenmesi için silindir gaz basınçları ve sönümleme değerleri dahil edilerek hazırlanan Holzer tablosu

F= X [vib/min] ω= F/9.55 [rad./sn.] ω^2= (F/9.55)^2							
Kütle NO	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*H*
1	*a-jb*	θ_1	$a\theta_1$ -$jb\theta_1$	*T'+jT"*	$a\theta_1$ + *T'+j*($b\theta_1$ +*T")*	*C*	*E1/F1*
2	*c-jd*	*p+jP*	*q+j*Q	------	*s+jS*	------	--------

Tablo 4.3 ün karışık görünmemesi için her sütun bir harf ile temsil edilir ise;

$A = J\omega^2 - j\omega c$ [Kg.cm./rad.]

$B = \theta$ [rad.]

$C = (J\omega^2 - j\omega c) \times \theta$ [Kg.cm.]

$D = T = T_0 \cos\phi + jT_0 \sin\phi = T' + jT''$ [Kg.cm.]

$E = \Sigma(J\omega^2 - j\omega c + T)$ [Kg.cm.]

F = K [Kg.cm./rad.]

$G = \theta_{sh} = E/F$ [rad.]

olarak gösterilebilir.

Tablo 4.5 de detaylı olarak gösterilemeyen birinci satır, "H" sütunu detaylı olarak yazılır ise;

$$\theta_{sh} = a\theta_1 + T' + j(b\theta_1 + T'') \times (1/K)$$

elde edilir.

İkinci satır "B" sütunu değeri hesaplanır ise;

$$\theta_2 = \theta_1 - \theta_{sh} = (\theta_1 - a\theta_1 - T') + \{0j - [j(b\theta_1 + T'') \times (1/K)]\}$$

$$\theta_2 = p + jP$$

elde edilir.

İkinci satır C sütunu hesaplanırken iki kompleks sayının çarpımı yapılacaktır. Basit olarak iki kompleks sayının çarpımı;

$$(x + jX) \times (y + jY) = (xy - XY) + j(Xy + xY) \qquad (4.13)$$

olarak yazılabilir.

(4.13) eşitliğine uygun olarak, ikinci satır "A" ve "B" sütunları çarpılır ise;

$$(c + jd)(p + jP) = (cp - dP) + j(dp + cP) = q + j\mathrm{Q}$$

olarak C2 değeri bulunur.

E2 değeri; C2, D2 ve E1 değerlerinin toplanması ile bulunur. İncelenen sistem için ikinci kütlede silindir gaz basıncı nedeni ile oluşan bir tork bulunmadığı için D2 değeri sıfırdır. Bu değerler ile işlem yapılır ise şu sonuç elde edilir;

$$E2 = a\theta_1 + T' + j(b\theta_1 + T'') + q + jQ$$

$$E2 = s + jS$$

İncelenen sistemin en son kütlesine etki eden toplam tork sistem içinde bir denge olduğundan sıfıra eşit olmalıdır. Bu nedenle tablonun E2 değeri sıfıra eşit olmalıdır. E2 değerinin sıfıra eşit olması hem s hem de S değerlerinin sıfıra eşit olması demektir.

$$s \equiv a\theta_1 - bT' - cT'' = 0 \tag{4.14}$$

$$S \equiv d\theta_1 - eT' - fT'' = 0 \tag{4.15}$$

Yukarıda verilen (4.14) ve (4.15) eşitliklerinde kullanılan a, b, c, d, e, f katsayıları daha önce bölüm içinde geçen değerlerden farklı olup, sadece daha basit anlatım amacı ile burada kullanılmaktadır. (4.14) ve (4.15) eşitlikleri kullanılarak;

$$\theta_1 = \left(\frac{1}{a}\right) \times \left(bT' + cT''\right) \tag{4.16}$$

$$\theta_1 = \left(\frac{1}{d}\right) \times \left(eT' + fT''\right) \tag{4.17}$$

(4.16) ve (4.17) eşitlikleri elde edilir. Her iki eşitliğin sol tarafında aynı değer olduğundan eşitliklerin sağ tarafları birbirlerine eşittir. Bu eşitlik (4.18) eşitliği ile ifade edilebilir.

$$\left(eT' + fT''\right) = \left(\frac{d}{a}\right) \times \left(bT' + cT''\right) \tag{4.18}$$

$$AT' = BT'' \tag{4.19}$$

(4.18) eşitliğinde T', T'' eşitliğin her iki tarafında toplanırsa (4.19) eşitliği elde edilir. $T' = T_0 \cos\phi$ ve $T'' = T_0 \sin\phi$ olduğu bilindiğinden (4.19) eşitliğinde bu değerler yerine konur ise;

$$AT_0 \cos\phi = BT_0 \sin\phi$$

$$\tan\phi = \frac{A}{B}$$

olarak bulunur. Buradan ϕ değeri dolayısı ile $\sin\phi$ ve $\cos\phi$ değerleri de bulunur. Bulunan bu değerler (4.16) yada (4.17) eşitliklerinde yerine konur ise bir numaralı kütle için θ_1 (titreşim amplitudü) değeri bulunur.

θ_1, $\sin\phi$ ve $\cos\phi$ değerleri bulunduktan sonra sistem içindeki diğer tüm θ değerleri bulunabilir.

İncelenen sistem için tüm θ, $\sin\phi$ ve $\cos\phi$ değerleri bulunduktan sonra bu değerler Tablo 4.5 de son sütununda yerlerine konur ise her bir şaft parçası için etki eden kuvvetler altında meydana gelen burulma açıları bulunabilir.

Her bir şaft parçası için vibrasyonel tork değerleri [Kg.cm.] ve torsiyonel stres (torsional stress) değerleri [Kg.cm.^{2}] daha önce bulunan değerler kullanılarak bulunur. K incelenen şaft parçası için şaft torsiyonel rijitlik değeri [Kg.cm./rad], θ_{sh} incelenen şaft parçası için bulunmuş olan burulma açısı [rad.], D incelenen şaft parçasının en ince yerinin çap değeridir [cm.].

İncelenen şaft parçası için vibrasyonel tork;

$$T_{sh} = K\theta_{sh} \tag{4.20}$$

(4.20) eşitliği ile ifade edilebilir.

İncelenen şaft parçası için torsiyonel stres (torsional stress) değeri;

$$q = T_{sh} \big/ Z \tag{4.21}$$

(4.21) eşitliği ile ifade edilebilir. (4.20) eşitliğinde kullanılan Z katsayısı incelenen şaft parçası için kesit alan atalet modülü olup;

$Z = \pi D^3 \big/ 16$ [cm^3] olarak ifade edilebilir. D değeri şaftın en ince yerinin çapı [cm.] olarak bu eşitlikte kullanılmıştır.

Bu bölümde incelenmiş olan iki kütleli sistemden daha çok kütleye sahip olan sistemler için de aynı işlemler yapılarak daha büyük tablolar aracılığı ile çözüme gidilir. [1,3,4]

5. BURULMALI TİTREŞİM ANALİZİ İÇİN GEREKLİ OLAN BİLGİLER

Sevk sistemi hiç bir dış kuvvet altında değilken doğal frekansının Holzer metodu kullanılarak nasıl hesaplanacağı ve Holzer metodunun temel denklemleri Bölüm 3 içerisinde ele alınmıştır.

Sevk sistemi serbest halde iken dışarıdan zorlayıcı bir kuvvet veya moment etki ettiği taktirde sistemde titreşim meydana gelir. Buna en iyi örnek bir gemi makinesinin belli bir hız ve yük altında çalışması gösterilebilir. Bir gemi üzerinde pervane ve gemi makineleri periyodik zorlayıcı kuvvet ve momentlerin başlıca kaynaklarıdır.[4]

Titreşim sistemine etki eden zorlayıcı kuvvet veya momentin frekansı, titreşim sisteminin doğal frekansına eş olur veya çok az bir faz farkı olur ise sistem rezonansa girer. Bu durum titreşim sistemin için çok tehlikeli bir durumdur ve mutlaka engellenmelidir. [3,6]

5.1 Kritik Hız Adım Sayıları ve Harmonik Numaraları

İncelenen sevk sistemlerinde, sistemin doğal frekansının dizel makinenin devir sayısına bölümü ile devir başına titreşim sayısını veya o makine için kritik hız adım sayısını (n) bulmuş oluruz.

Aynı şekilde doğal frekansı dizel makinenin dakikada iş ürettiği devir sayısına böler isek iş üretim devri başına düşen titreşim sayısını buluruz ki buna da harmonik numarası (h) denir.

İki devirli makinelerde bu iki değer ($n = h$) birbirine eşit ve 1,2,3,4... gibi tam sayı iken; dört devirli makinelerde ($n = h/2$) kritik hız adım sayıları, harmonik numarasının yarısına eş olur. Harmonik numaralar tam sayıdır.

Dört zamanlı makinelerde ilk ateşlemeden sonra aynı pistonun tekrar ateşlenmesi için krank şaftın 720˚ dönmesi gerekirken iki zamanlı makinelerde 360˚ ikinci ateşleme için yeterlidir. Bu nedene dört zamanlı makinelerde yarım kritik hız adım sayıları var olur. [1,2,3]

5.1.1. Silindir Gaz Basıncı Momentleri

Bir makine çalıştığı zaman her bir silindirde meydana gelen patlama piston kafası üzerine bir basınç uygular. Bu basınç piston kolu vasıtası ile krank şafta zorlayıcı bir kuvvet olarak etki eder. Gaz basıncından dolayı oluşan bu teğetsel kuvvet pistonlarda elde edilen basınç değeri ile orantılı olarak her bir kritik hız adım sayısı için farklı bir değer taşır. Bu değerler makine üreticisi firmalarca deneysel olarak ölçülerek hesaplanır.

Her makine için bu değerler var olamayacağından benzer makinelerin var olan sonuçları bir araya getirilerek belli özellikleri olan makineler için pistonlarda elde edilen basınca karşılık teğetsel kuvveti veren tablolar hazırlanmıştır. Bu tablolar aracılığı ile silindirlerin oluşturduğu zorlayıcı momentler bulunabilir.

Eğer makine üreticisi firma, krank şaftın iş ürettiği bir devir boyunca pistonlarda oluşan basınçları deneysel olarak elde etmiş ise bu veriler çeşitli analiz tablolarının yardımı ile teğetsel kuvvetler elde edilebilir.

Gaz basıncı ile oluşan zorlayıcı kuvvetlerin sistemin üzerindeki etkisi hesaplanırken silindir ateşleme sırasına göre referans olarak aldığımız silindir ile oluşan açı farklılıkları oluşacak zorlayıcı kuvveti değiştirecektir.

Holzer tablosunda bu değerler kullanılırken açı farklılıkları nedeni ile oluşacak değer değişimleri de hesaba katılır. [2,3]

5.1.2. Çalışan Parçaların Atalet Momentleri ve Sönümleyici Momentler

Bir makine çalıştığında piston kafası, piston kolu, biyel gibi krank şaft boyuna eksenine göre dairesel hareket yapan ve belli bir kütleye sahip olan parçalar sistem üzerinde zorlayıcı bir moment oluştururlar.

Ayrıca her bir silindir içinde hareket eden piston, pervane, krank şaft dönümünün sürekliliğini sağlayan ağırlık, dişli takımları, dizel makinenin tahrik ettiği sistemden oluşan geri tepkimeyi üzerine alan parçalar gibi ekipmanlar da sistem üzerinde bir sönümleyici kuvvet oluştururlar. Bu kuvvetler de sistem için sönümleme (damping) adı ile Holzer metodunda hesaba katılırlar. [3]

5.1.3. Pervanelerin Zorlayıcı Kuvvetleri

Sevk sistemine bağlı olan bir pervane sistem çalıştığı zaman üzerinden geçen su akımının gemi formu nedeniyle bozuk olması ve gerekse kendi yapısal özellikleri nedeni ile kanatları üzerinde oluşan moment ve kuvvetler düzgün bir dağılım göstermezler.

Ayrıca her bir pervane kanadının süpürdüğü su da pervane üzerinde bir kuvvet oluşmasına sebep olur.

Gerek süpürülen suyun oluşturduğu etki, gerek eş dağılım göstermeyen kuvvet nedeni ile pervane de sevk sistemi üzerinde zorlayıcı bir kuvvet oluşturur.

Bir çok pervane çeşidi ile yapılan deneyler aracılığı ile pervane kanat sayısı, pervanenin yapıldığı malzeme, pervanenin boyutları gibi özelliklere bağlı olarak pervane tarafından sisteme uygulanan zorlayıcı kuvvet büyüklükleri tablolara dökülmüştür.

Pervanenin kendi özellikleri ile sisteme uygulayacağı etki ampirik formüller ile hesaplanabileceği gibi bu tablolar üzerinden de bulunabilir.

Holzer metodunda pervanelerin zorlayıcı etkileri de hesaba katılmaktadır. [1,2,3]

6. SAYISAL ÇALIŞMA

Fortran Programlama dili kullanılarak Holzer Metodu ile hem doğal frekans hesaplamaları hem de burulmalı titreşim analizini yapabilen bir program yazılmıştır. Yazılan program gerekli olan bilgileri, bilgisayar ekranından soru cevap yolu ile ve DT.TXT adlı önceden kullanıcı tarafından hazırlanmış olan bilgi dosyasından almaktadır. Hazırlanan program gerek bilgi dosyasından, gerekse soru cevap yolu ile ekran aracılığı ile aldığı bilgilerin birimleri Kg., cm., sn., derece cinsinden kabul etmektedir.

Program, incelenen sistemin öncelikle ilk üç mertebe doğal frekanslarını belirlemektedir. Daha sonra ise sönümleme ve zorlayıcı kuvvetlerin etkisini de kullanarak sistemin burulmalı titreşim analizini yapmaktadır.

6.1. Hazırlanan Bilgisayar Programının Özellikleri

Hazırlanan bilgisayar programı ekran aracılığı ile soru cevap olarak ve bir adet önceden hazırlanmış bilgi dosyasından gerekli bilgileri almaktadır. Ekran aracılığı ile soru cevap olarak aldığı bilgiler Tablo 6.1 de, bilgi dosyasından aldığı bilgiler Tablo 6.2 de yer almaktadır.

Tablo 6.2 de yer alan bilgileri içeren bilgi dosyası hazırlanırken ondalıklı sayıları ifade ederken ondalık hanesini ayırmak için nokta kullanılmalıdır. Girilen her bir değeri diğer değerlerden ayırmak için araya virgül konmalıdır. Aksi taktirde bilgi dosyasından yanlış bilgi alınarak, yanlış sonuçlar elde edilebilir. Programa verilen tüm bilgilerin birimleri Kg., cm., sn., derece cinsinden olmalıdır. Farklı birimler kullanılarak bilgi girişi yapılır ise elde edilen sonuçlar incelenen sistem için doğru olmayacaktır.

Program tüm işlemleri tamamladıktan sonra sonuçları toplam yedi adet bilgi dosyası olarak kullanılan bilgisayarın sabit diskine yazdırmaktadır.

Tablo 6.1. Ekran aracılığı ile soru cevap olarak alınan bilgiler

• İncelenen sistemin dinamik modelinin kütle adedi
• İncelenen sistemin dinamik modelinin şaft adedi
• İncelenen sistemin piston adedi ve ilk pistonun dinamik modelde denk geldiği kütlenin modeldeki sıra numarası
• Sistemin inceleneceği devir sayısı adedi
• Sistemin inceleneceği kritik adım sayısı adedi
• İncelenen sistemin birinci mertebe doğal frekansı için ilk tahmin değeri
• Dizel makinenin ateşleme sırası
• Güç aktarımı var ise dinamik modelde güç aktarımının olduğu kütlenin numarası
• Güç aktarımı sırasında aktarım oranı var ise aktarım oranı değeri

Tablo 6.2. Bilgi dosyasından alınan bilgiler

• Kütlesel polar atalet momenti
• Şaft rijitlik katsayısı
• Dinamik modelin her bir elemanın sönümleme (damping) değeri
• Dinamik modelde yer alan her bir şaft parçasının dış ve iç çapı
• Sistemin inceleneceği dizel makinenin devir sayıları
• Sistemin inceleneceği kritik hız adım sayıları
• Her bir devir sayısının her bir kritik hız adımı için Teğetsel Basınç değeri
• Her bir kritik hız adımı için ateşleme sırasına göre pistonların referans pistona göre yapmış olduğu açı

6.2. Yapılan Sayısal Çalışmanın Sonuçları

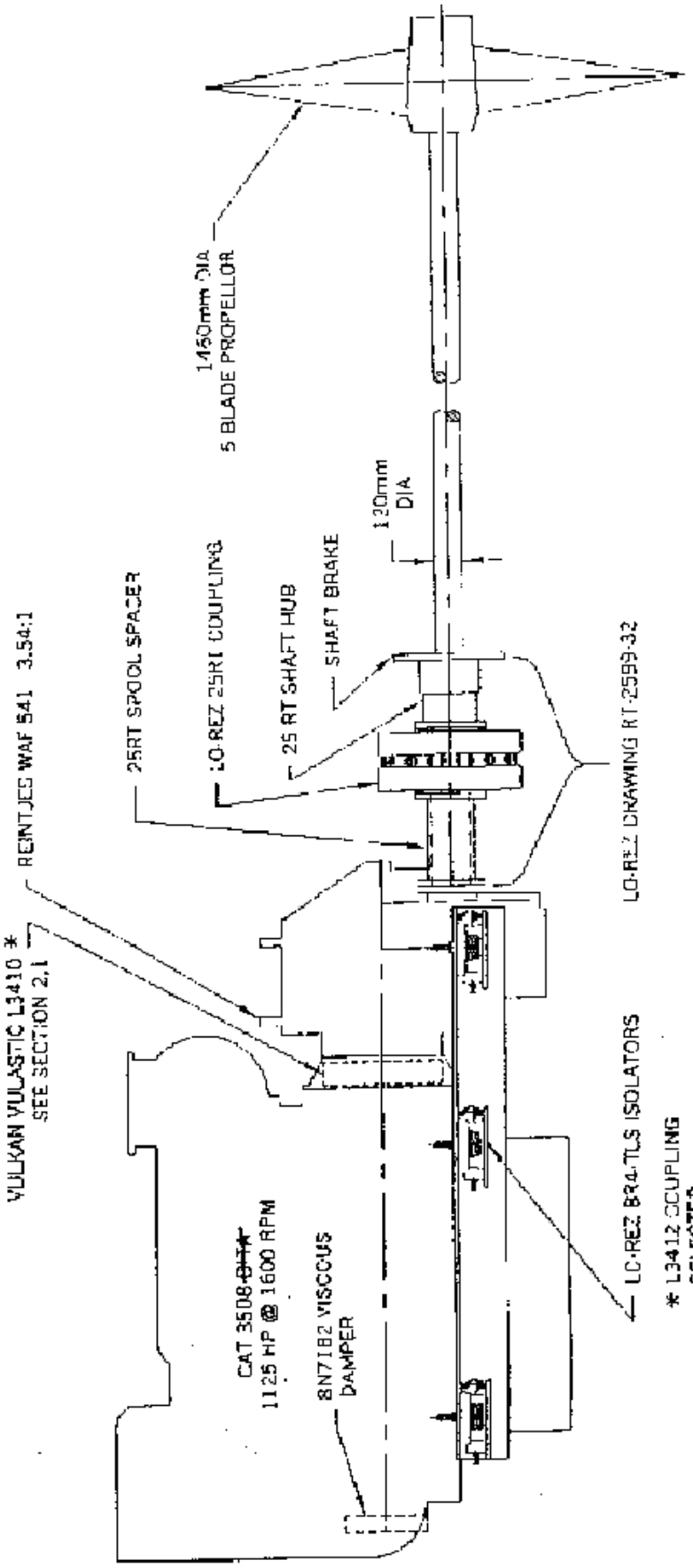
Bu çalışmada ele alınan sevk sistemini oluşturan elemanların şematik olarak bir araya getirilmiş hali Şekil 6.1 de, sistemin dinamik modele indirgenmiş hali ve bu çalışmada kullanılan numaralandırma Şekil 6.2 de verilmiştir.

Bu çalışmada incelenen sistem yeni inşa bir gemi için tasarlanan bir sevk sistemidir. Dizel makine üreticisi olan firma tüm sevk sisteminin oluşturulmasını üstlendiğinden sistemin incelenmesi için gerekli olan, dizel makine, pervane ve şaft ile ilgili bilgilerin büyük bir kısmı makine üreticisi firma tarafından verilmiştir. Güç aktarım dişlilerine ait bilgiler ise daha önce bu sistemi incelemiş olan firma tarafından verilmiştir.

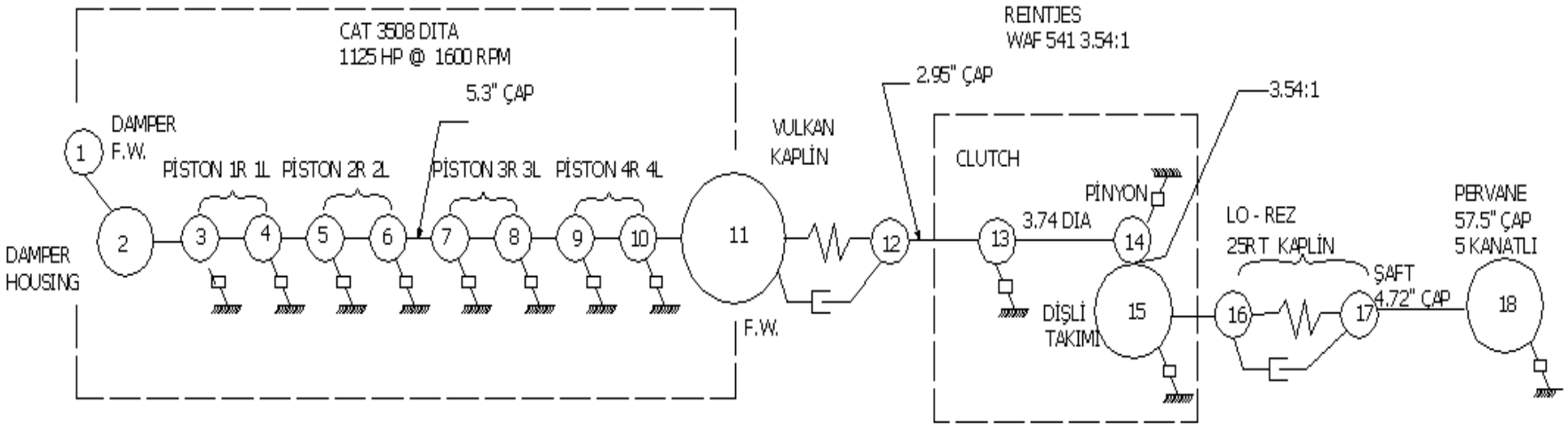
Makine üreticisi firma tarafından sağlanan bilgiler sadece 650 ile 1600 devir arasındaki değerleri kapsamaktadır. Bu nedenle bu çalışmada bulunan sonuçlar 650 ila 1600 devir arasındaki değerler içindir. Bu aralık dışında kalan değerler için yeterli bilgi olmadığından, inceleme yapılamamıştır.

Üretici firma tarafından sistemin incelenmesi için gerekli olan silindirlerdeki gaz basıncı nedeni oluşan teğetsel zorlayıcı kuvvet ile ilgili olarak her bir kritik hız adım sayısı için gerekli olan değerler daha önce benzer makinelerden deneysel yollar ile ölçülerek hazırlanmış olan tablolardan alınmıştır. [3]

Ana makinenin teknik özelliklerini ve tablolarda kullandığımız değerleri içeren üretici firmanın verdiği doküman EK B de yer almaktadır. Sistem içinde kullanılan kaplin aktarım dişlileri ve tablolarda kullanılan şaftlara ait bilgiler REF [5] de verilmiştir. Pervanenin ve şaftın özelliklerini içeren bir şematik çizim Şekil 6.9 da yer almaktadır. Pervaneye ait kullanılmış olan değerler REF [5] de mevcuttur.

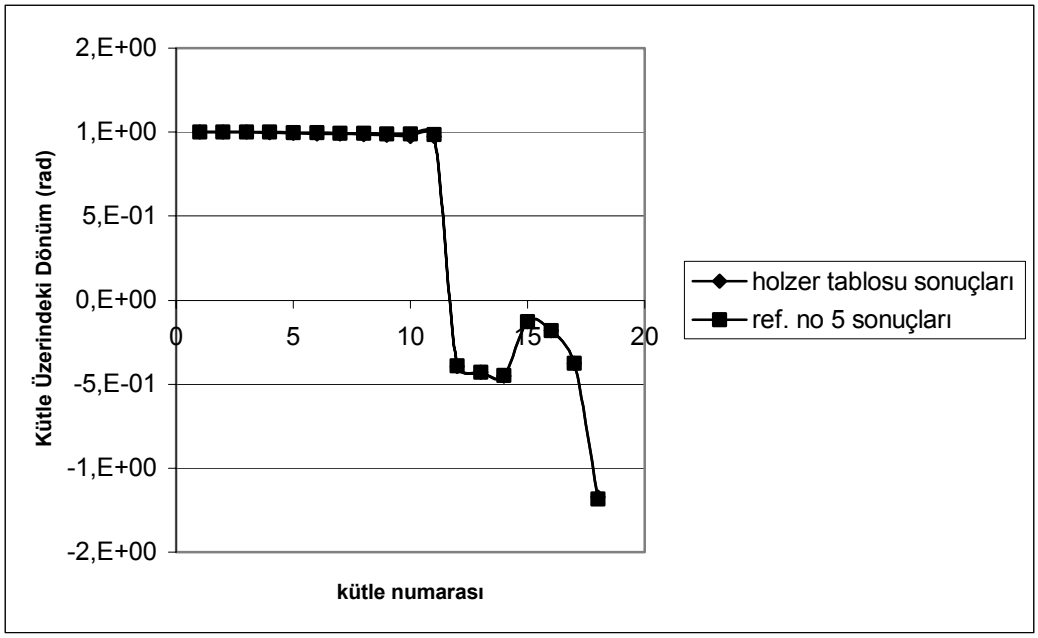


ŞEKİL 6.1. Sayısal çalışmada kullanılan sevk sisteminin şematik gösterimi [5]

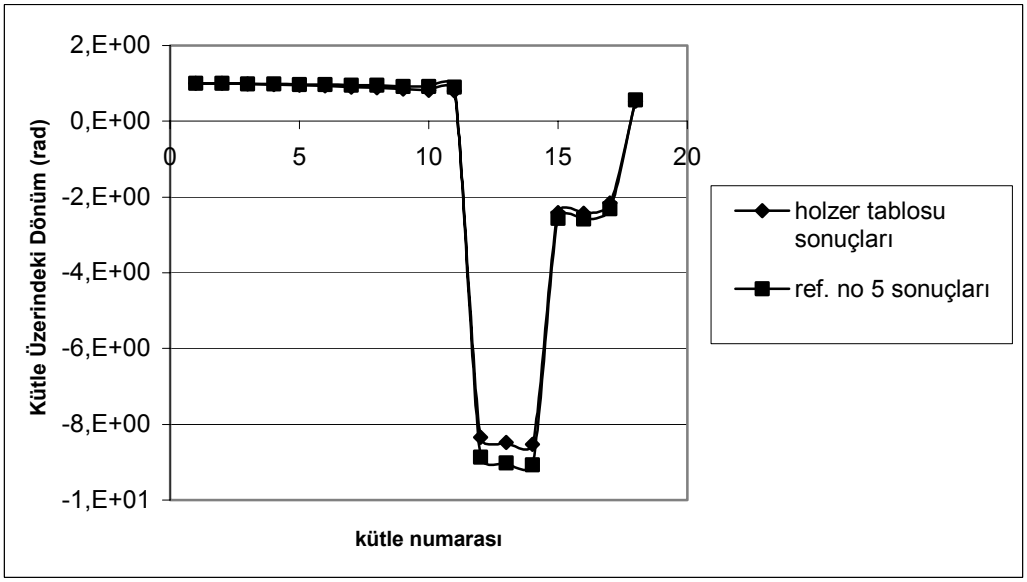


ŞEKİL 6.2. Sayısal çalışmada kullanılan sevk sisteminin dinamik modelinin şematik gösterimi ve numaralandırılması

Bu çalışmada incelenmiş sistem ile ilgili olarak programa girilen tüm bilgiler ile programın sonuçları Ek A da yer almaktadır. Hazırlanan program tarafından bulunan birinci mertebe doğal frekans ile ikinci mertebe doğal frekans değerleri, daha önce bu sistemi incelemiş olan firmanın sonuçları ile grafiksel olarak karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalar Şekil 6.3 ve Şekil 6.4 de görülmektedir. Grafiksel karşılaştırmadan da görüldüğü üzere sonuçlar birbirleri ile aynıdır. Bu da bize hazırlanmış olan programın doğru olarak çalıştığını göstermektedir.

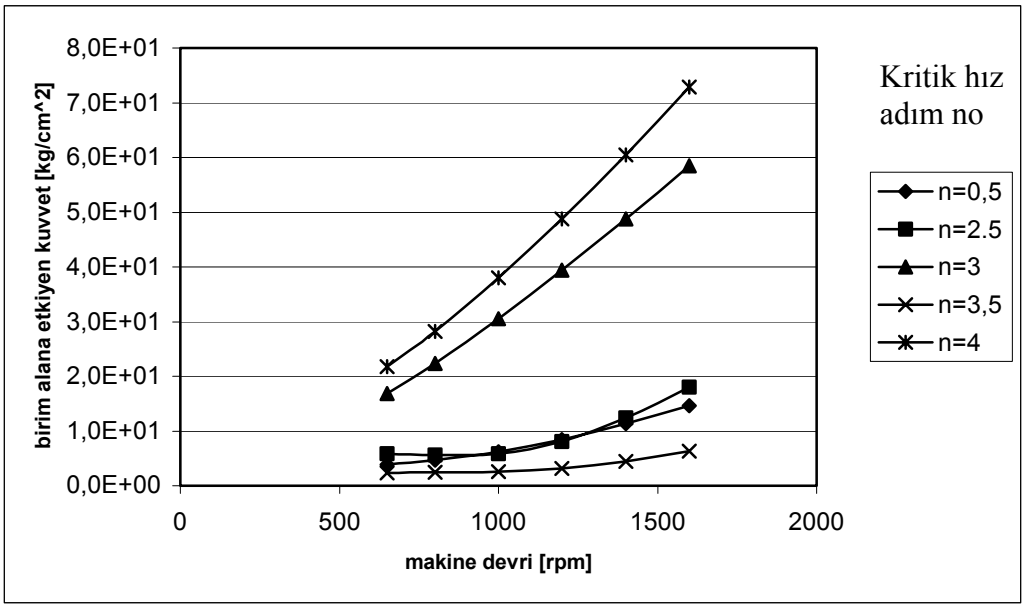


Şekil 6.3. Birinci düğüm noktası doğal frekanslarının karşılaştırılması

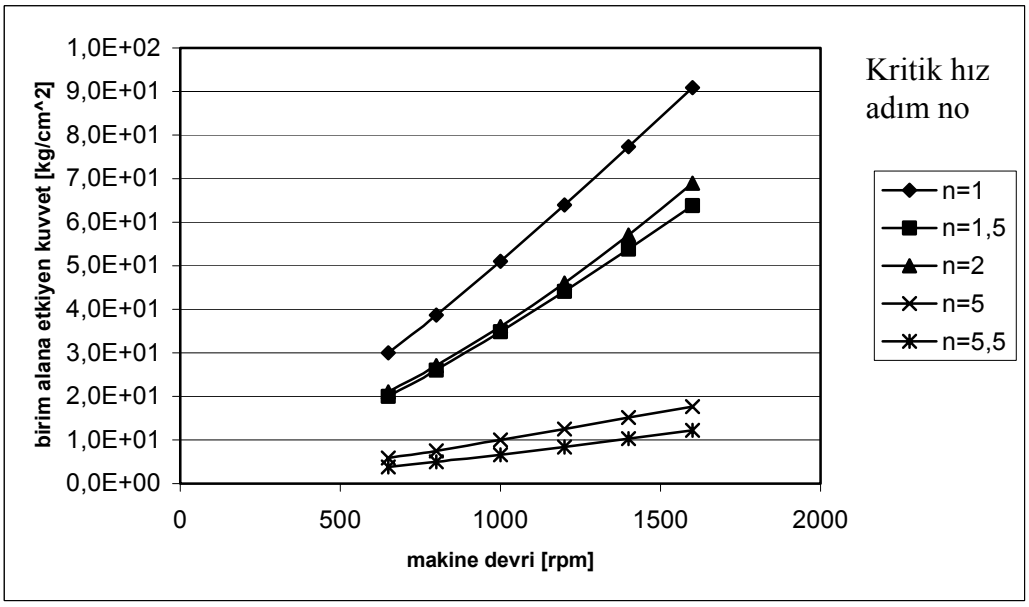


Şekil 6.4. İkinci düğüm noktası doğal frekanslarının karşılaştırılması

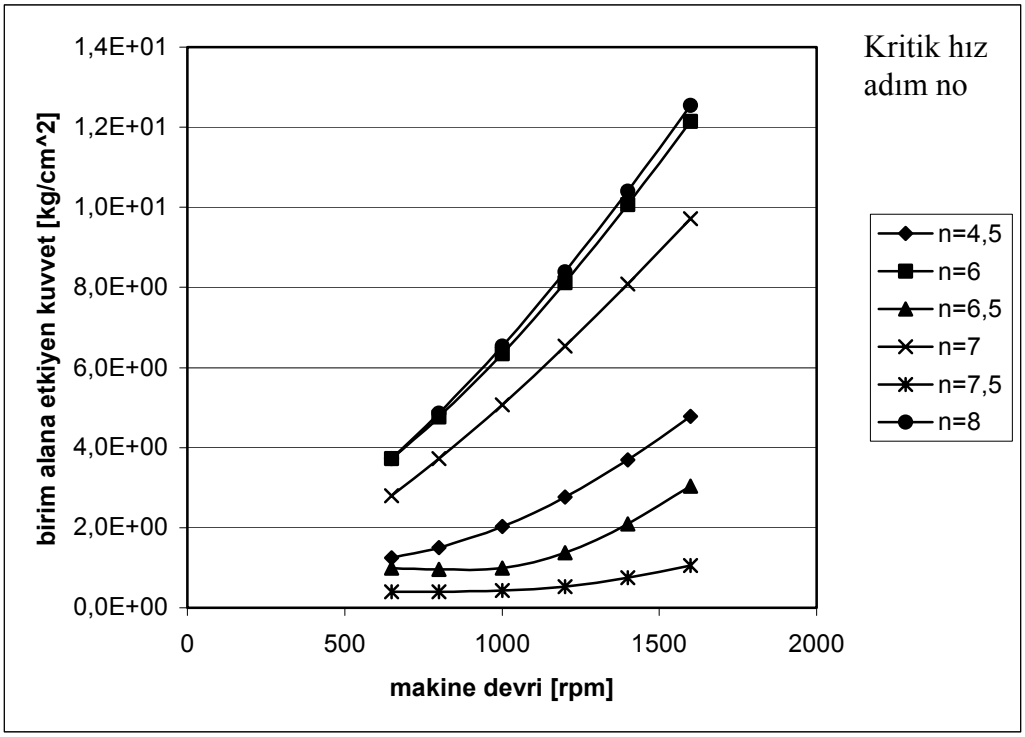
Ayrıca daha önce bu sistemi incelemiş olan firma, [REF 5] içerisinde dinamik modelin dokuz numaralı kütlesi için birim kesit alana etki eden kuvvetleri gösteren grafikler hazırlamıştır. Bu çalışmada aynı kütle için geçerli olan değerlere ait grafikler Şekil 6.5, Şekil 6.6, Şekil 6.7 ve Şekil 6.8 de yer almaktadır.



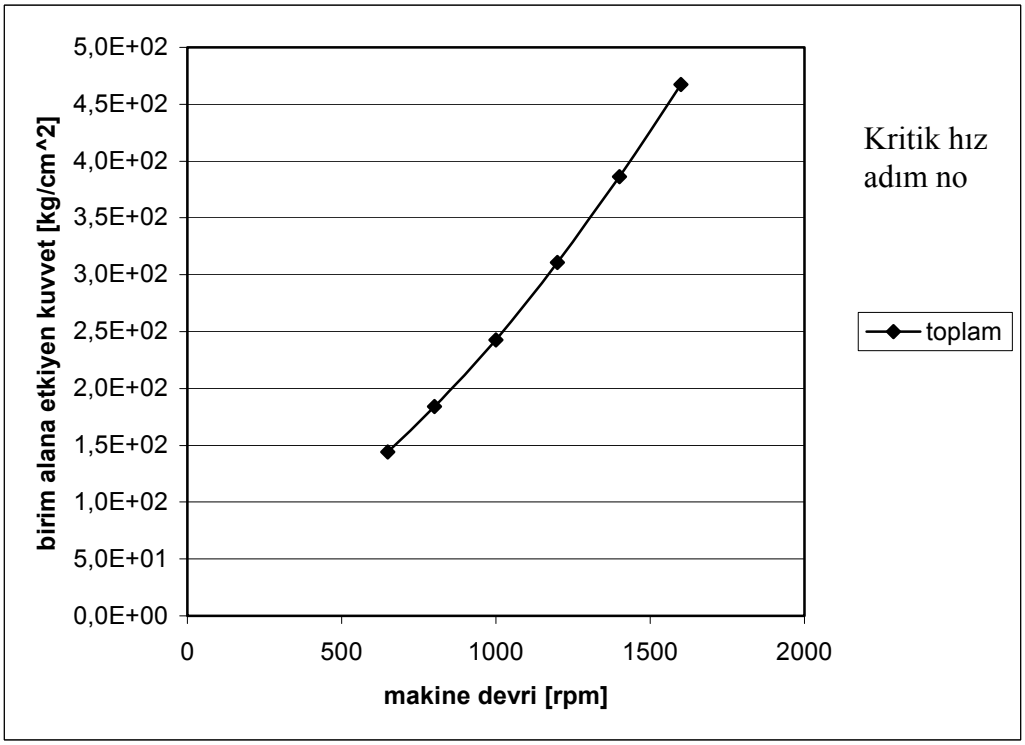
Şekil 6.5. 9 Numaralı kütle için 0.5, 2.5, 3, 3.5, 4 numaralı adımlar için birim alana etkiyen kuvvet



Şekil 6.6. 9 Numaralı kütle için 1, 1.5, 2, 5, 5.5 numaralı adımlar için birim alana etkiyen kuvvet

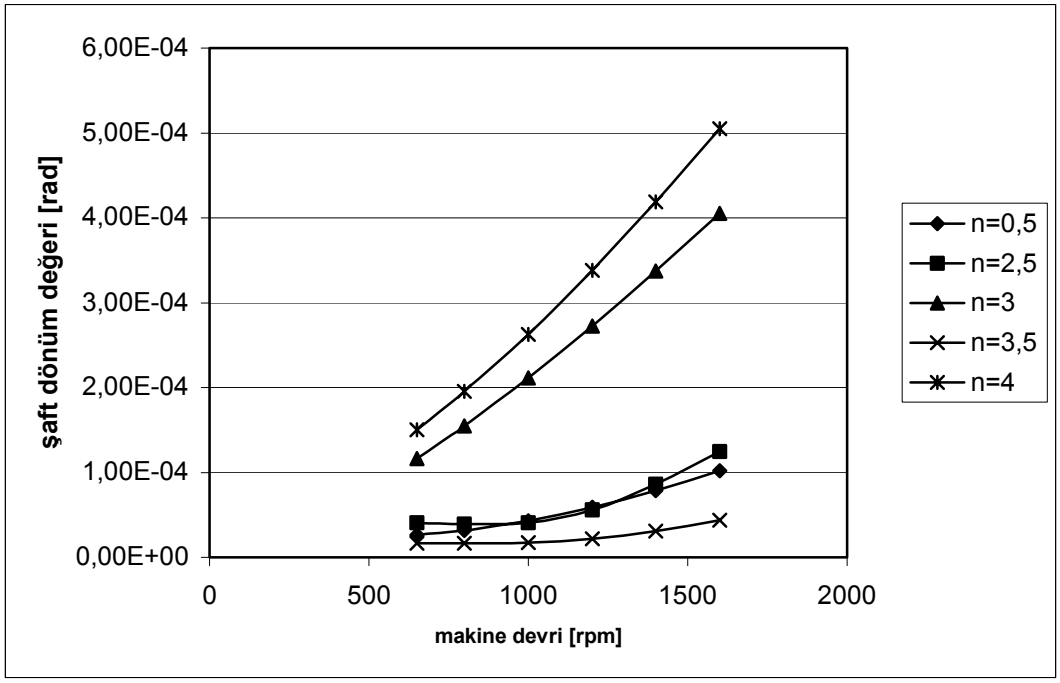


Şekil 6.7. 9 Numaralı kütle için 4.5, 6, 6.5, 7, 7.5, 8 numaralı adımlar için birim alana etkiyen kuvvet

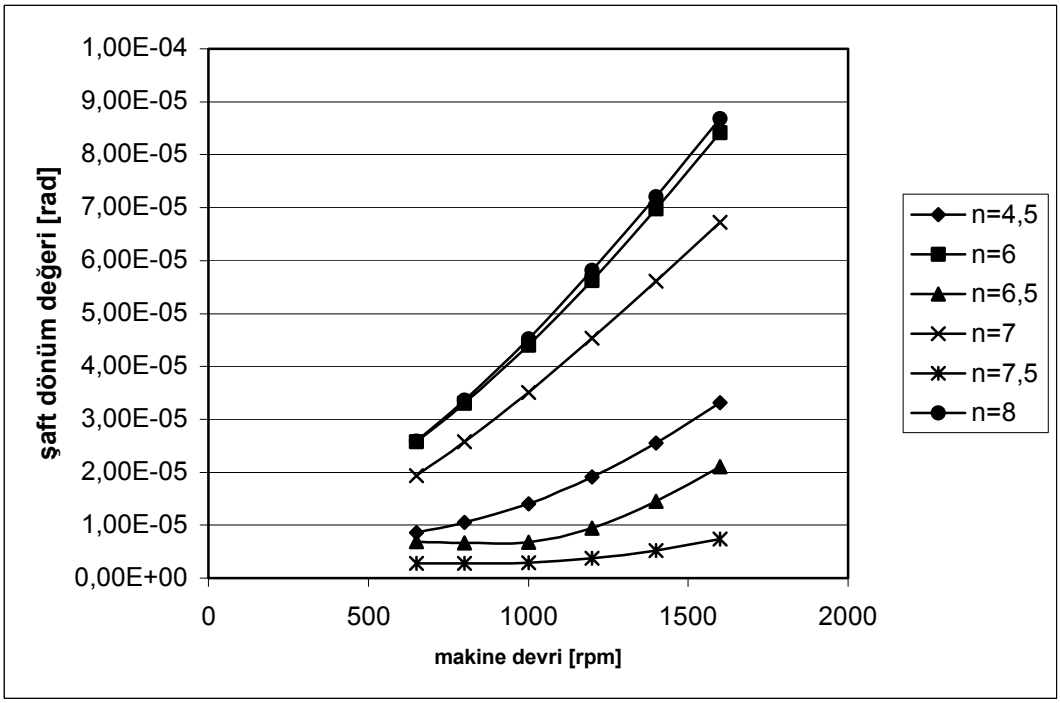


Şekil 6.8. 9 Numaralı kütle için tüm adımların toplamı

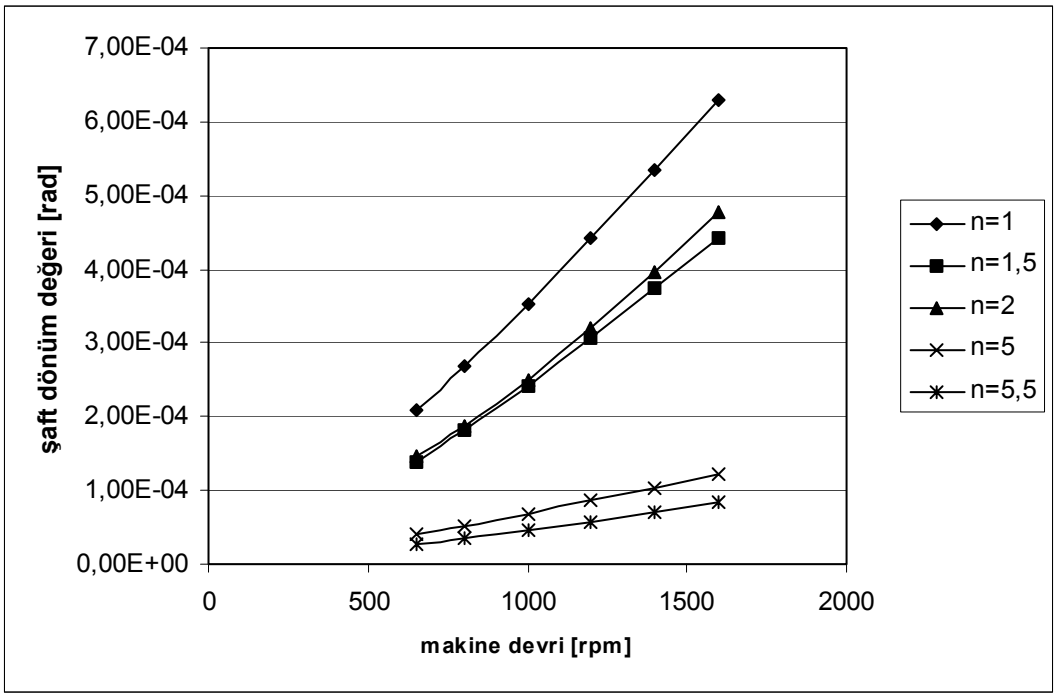
Dinamik sistemin dokuz numaralı kütlesi için bu çalışmada hesaplanmış olan şaft dönüm değerleri Şekil 6.9, Şekil 6.10, Şekil 6.11 de yer almaktadır. Bulunan değerler [REF 5] içerisinde yer alan değerler ile aynı sonuçları vermektedir.



Şekil 6.9. 9 Numaralı kütle 0.5, 2.5, 3, 3.5, 4 adımlar için şaft dönüm değerleri

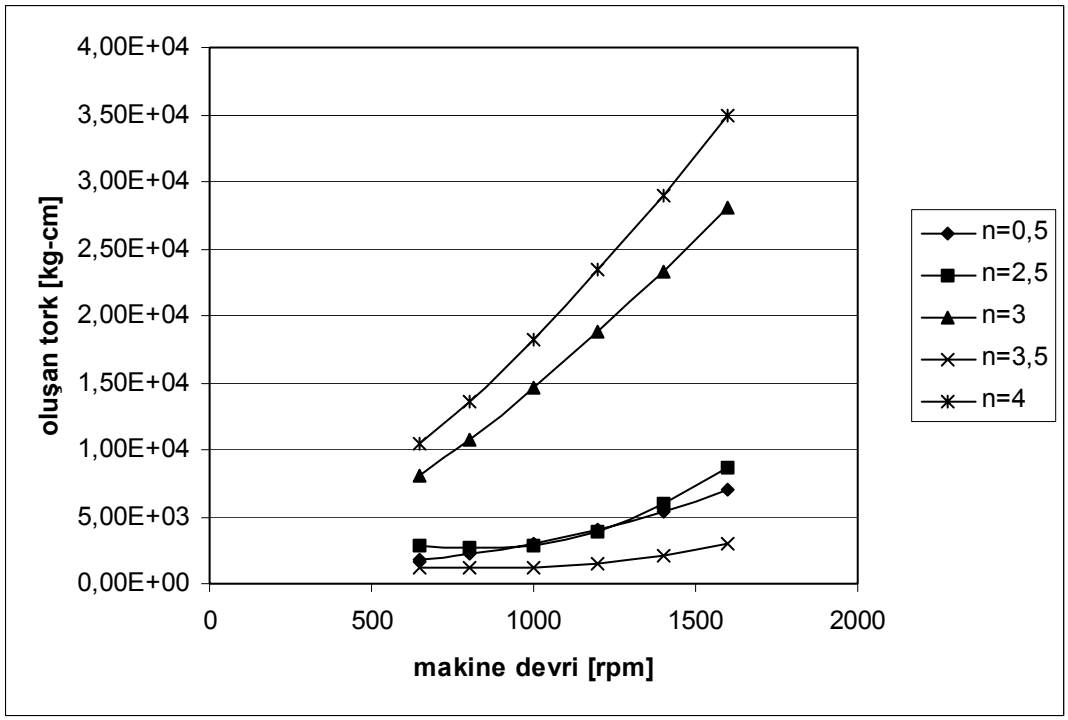


Şekil 6.10. 9 Numaralı kütle 4.5, 6, 6.5, 7, 7.5, 8 adımlar için şaft dönüm değerleri

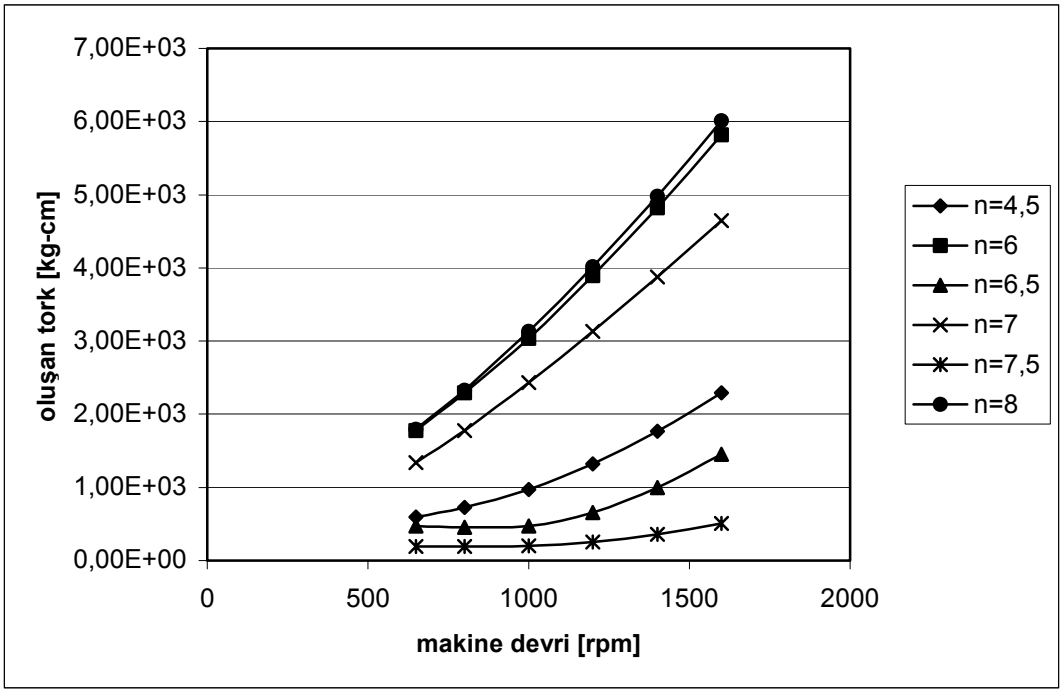


Şekil 6.11. 9 Numaralı kütle 1, 1.5, 2, 5, 5.5 adımlar için şaft dönüm değerleri

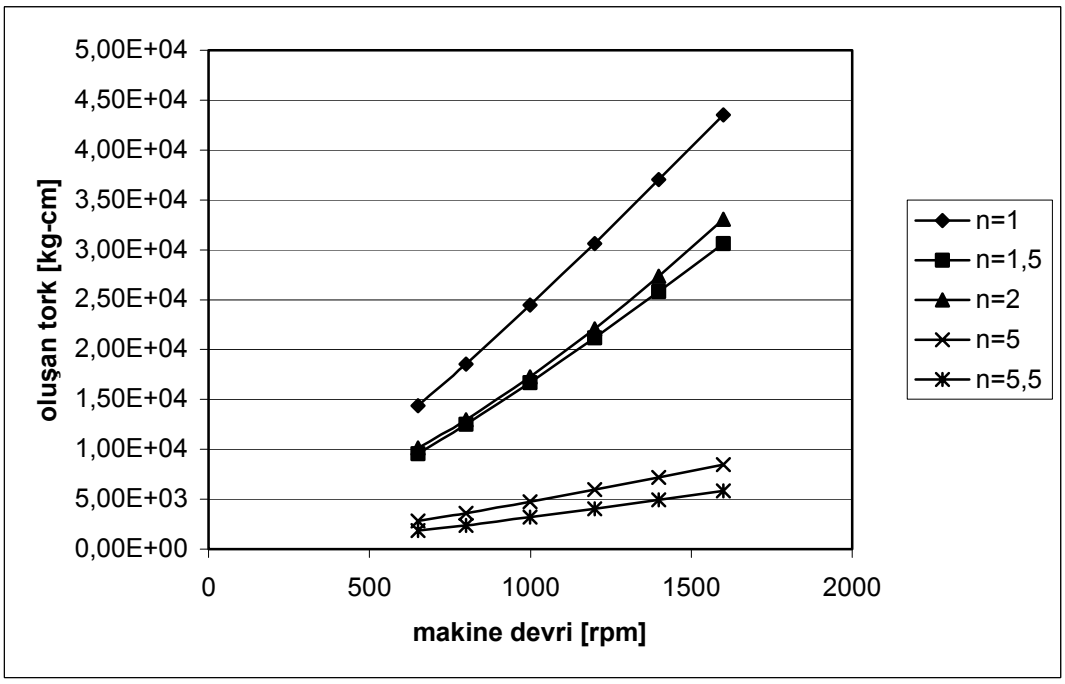
Dinamik sistemin dokuz numaralı kütlesi için bu çalışmada hesaplanmış olan oluşan tork değerleri Şekil 6.12, Şekil 6.13, Şekil 6.14 de yer almaktadır. Bulunan değerler [REF 5] içerisinde yer alan değerler ile aynı sonuçları vermektedir.



Şekil 6.12. 9 Numaralı kütle 0.5, 2.5, 3, 3.5, 4 adımlar için oluşan tork değerleri

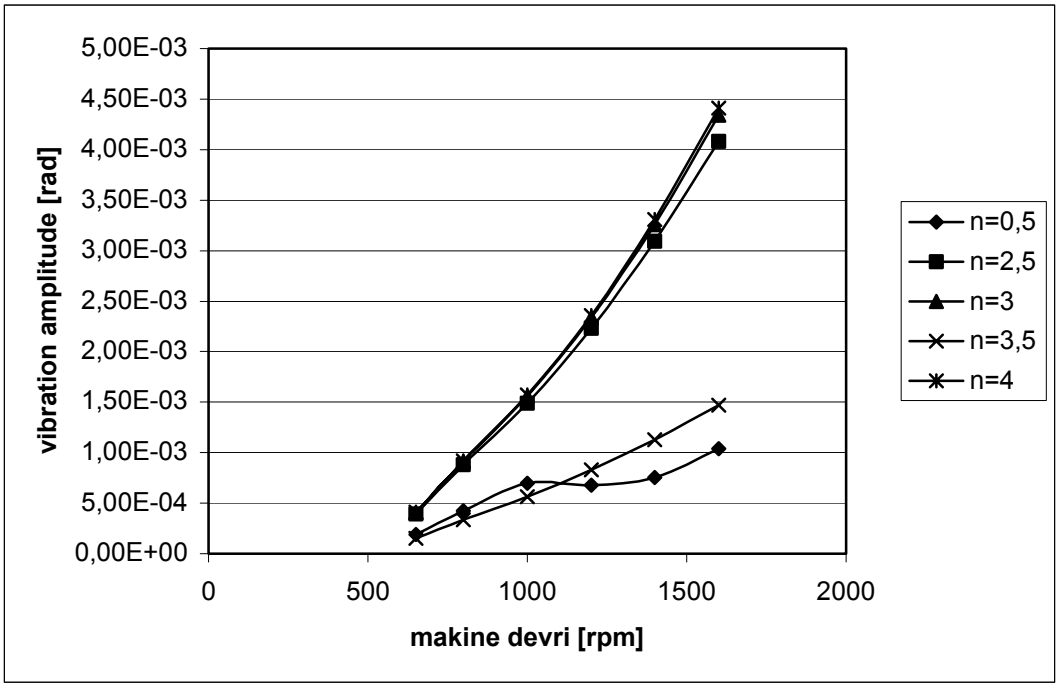


Şekil 6.13. 9 Numaralı kütle 4.5, 6, 6.5, 7, 7.5, 8 adımlar için oluşan tork değerleri

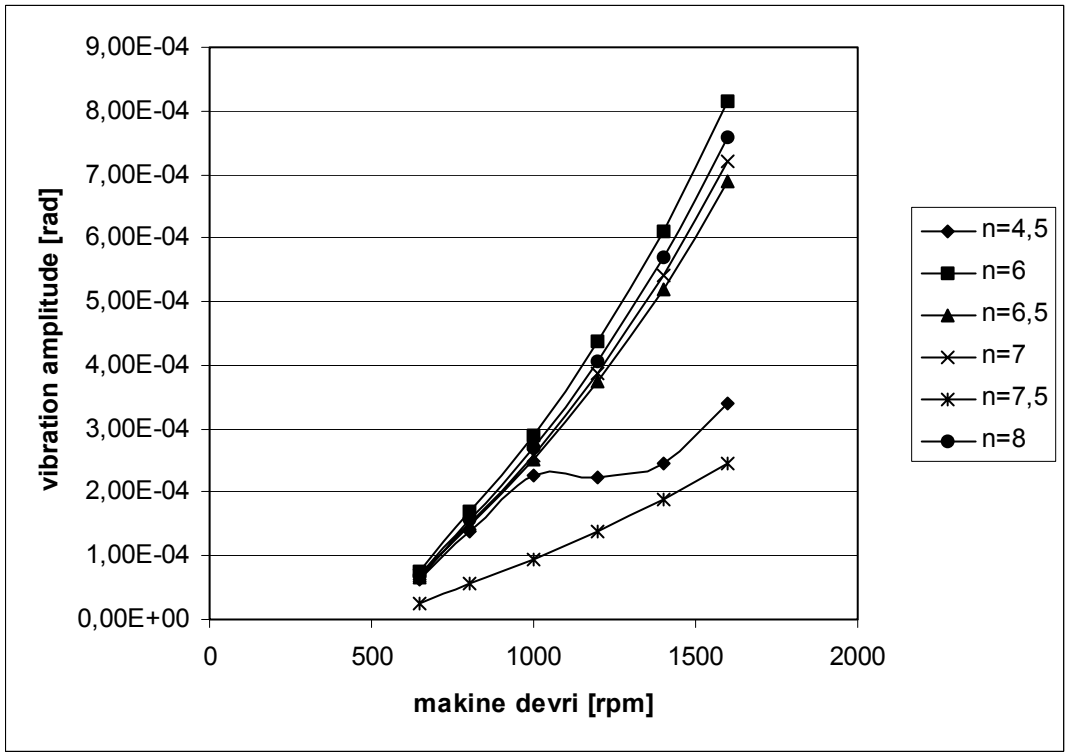


Şekil 6.14. 9 Numaralı kütle 1, 1.5, 2, 5, 5.5 adımlar için oluşan tork değerleri

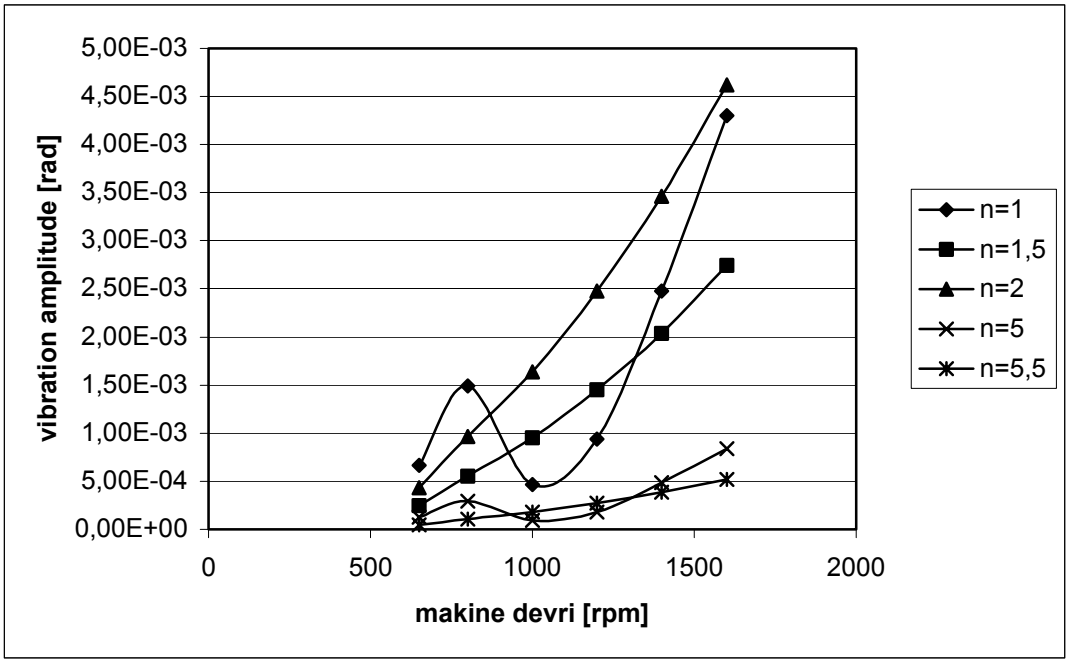
Dinamik sistemin dokuz numaralı kütlesi için bu çalışmada hesaplanmış olan vibration amplitude değerleri Şekil 6.15, Şekil 6.16, Şekil 6.17 de yer almaktadır. Bulunan değerler [REF 5] içerisinde yer alan değerler ile aynı sonuçları vermektedir.



Şekil 6.15. 9 Numaralı kütle 0.5, 2.5, 3, 3.5, 4 adımlar için oluşan vibration amplitude değerleri



Şekil 6.16. 9 Numaralı kütle 4.5, 6, 6.5, 7, 7.5, 8 adımlar için oluşan vibration amplitude değerleri



Şekil 6.17. 9 Numaralı kütle 1, 1.5, 2, 5, 5.5 adımlar için oluşan vibration amplitude değerleri

Referans 5 içerinde dinamik sistemin dokuz numaralı kütlesinin grafik olarak sonuçları yer almaktadır. Hazırlanan programın sonuçlarının karşılaştırılması amacı ile bu çalışmada da dinamik sistemin dokuz numaralı kütlesinin sonuçları grafik olarak verilmiştir.

Grafiklerde de görüldüğü üzere incelenen sistem 1600 rpm ile çalıştığında tüm değerler artış göstermektedir. Eğer tüm sistem için elde edilen sonuçlar incelenir ise sistemin 1600 rpm ile çalışması durumunda bulunan sonuçların artış gösterdiği görülmektedir.

Dinamik modelin ikinci mertebe doğal frekansı 1521 [vib/min] olarak bulunmuştur. Bu durumda sistem 1600 rpm ile çalıştığında, sistemin ikinci mertebe doğal frekansına çok yakın bir değerde çalıştığından sistem için tehlikeli sonuçlar doğurabilir.

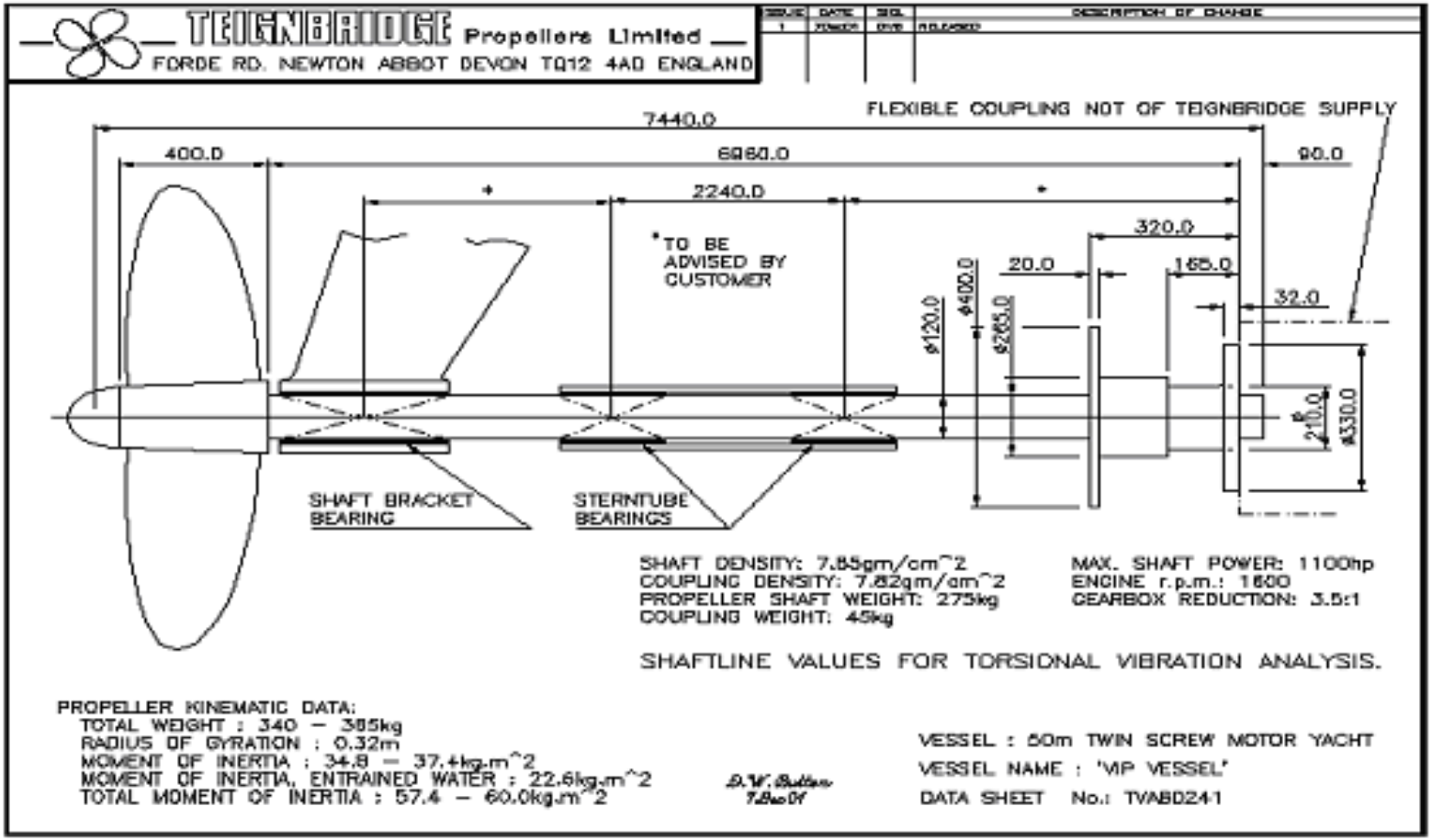
Sistemin güvenli bir şekilde çalışması için sistemi oluşturan elemanlardan bazılarının özelliklerini değiştirerek sistemin doğal frekansını değiştirerek bu sorun çözülebilir. Bu değişim; kullanılan dizel makinenin, hareket veya güç aktarım elemanlarının, hareketi ileten şaftın veya hareket alan elemanın değiştirilmesi ile olabilir. Dikkat edilmesi gereken en önemli unsur bir eleman değişiminin mümkün olduğunca diğer elemanları etkilememesidir. Örnek olarak şaftın yapısının değiştirilmesi tüm bağlantı

elemanlarının ve yatakların değiştirilmesine sebep olabilir ki bu istenen bir şey değildir.

Referans 5 içerisinde de sistemin ikinci mertebe doğal frekansının 1600 rpm çalışma devrine yakın olması nedeni ile sorun yaşanabileceği bu nedenle sisteme ait bir elemanın değiştirilmesi tavsiye edilmiştir. Hareket aktarımında kullanılan kaplininin değiştirilmesi ile doğal frekansın, sistemin çalışma devri üzerine çıkarılması önerilmiştir.

Daha önce bu sistemi incelemiş olan firmanın sonuçları ile bu çalışmada bulunan sonuçlar karşılaştırıldığında birbirlerine çok yakın oldukları görülmektedir. Bu da hazırlanan bilgisayar programının doğru olarak çalışmakta olduğunu göstermektedir. Ancak elde edilen sonuçların doğruluğu programa girilen bilgilerin doğruluğuna bağlıdır. Bu nedenle sistem hakkında mümkün olduğunca sisteme ait bilgiler edinilerek kullanılmalıdır.

Hazırlanmış olan program bir dizel makine, bu makineden hareket alan bir adet eleman ve bu ikisi arasında güç aktarımını sağlayan dişli takımı ile şafttan oluşan sistem için oluşturulmuştur. Bununla beraber program kendisine eklenecek modüller ile uyum sağlayacak şekilde hazırlanmış olup, daha farklı elemanlara sahip sistemler için geliştirilebilir.



ŞEKİL 6.18. Pervene ve şaft ile ilgili bilgi ve çizimler

KAYNAKLAR

[1]Palavan, S., 1973, Mekanik Titreşimler Dersleri, Matbaa Teknisyenleri Basım Evi, İstanbul

[2]Den Hartog ,J.P., 1961, Mekanik Titreşimler,Berksoy Matbaası,İstanbul, (Çev.Selim Palavan, Zübeyir Demirgüç)

[3]Nestorides, E.J., 1958, A Hand Book On Torsional Vibration Cambridge University Press, New York-Usa

[4]Jenzer, J., 1996, Some Vibration Aspects Of Modern Ship Installations, Switzerland

[5]Spaetgens, T.W., 27 Nisan 2001, Torsional Vibration Analysis Of Twin Propulsion Systems In 50 Metre Yacht, Lo-Rez Report No. Tva 7444-1,Kanada

[6]Harris, C.M., 1996, Shock and Vibration Handbook, Quebecor Book Press, New York-USA

EK A1 Ekran Aracılığı ile Soru Cevap Olarak Girilen Sistem Bilgileri

KULLANILAN PROGRAM GEREKLI DATALARI EKRANDAN SORU-CEVAP YOLU ILE ALABILIR.

SISTEMIN MODELINI OLUSTURAN KUTLE ADEDINI GIRINIZ:

18

SISTEMIN MODELINI OLUSTURAN SAFT PARCASI ADEDINI GIRINIZ:

17

INCELENECEK SISTEMIN PISTON ADEDINI GIRINIZ:

8

ILK PISTONUN MODEL ICINDE DENK GELDIGI KUTLE NUMARASINI GIRINIZ:

3

INCELENECEK RPM (GEREKLI DEGERLERI BILINEN) SAYISINI GIRINIZ:

6

KAC ADET ORDER ICIN INCELEME YAPILACAGINI GIRINIZ:

16

BIRINCI DOGAL FREKANSIN HESAPLANMASI ICIN HESAPLADIGINIZ ILK TAHMINI DEGERI GIRINIZ:

500

MAKINENIN ATESLEME SIRASINI GIRINIZ:

ATESLEME SIRASINA GORE REFERANS PISTONUMUZDAN SONRA 2. ATESLENEN PISTON NUMARASI:

2

ATESLEME SIRASINA GORE REFERANS PISTONUMUZDAN SONRA 3. ATESLENEN PISTON NUMARASI:

7

ATESLEME SIRASINA GORE REFERANS PISTONUMUZDAN SONRA 4. ATESLENEN PISTON NUMARASI:

3

ATESLEME SIRASINA GORE REFERANS PISTONUMUZDAN SONRA 5. ATESLENEN PISTON NUMARASI:

4

ATESLEME SIRASINA GORE REFERANS PISTONUMUZDAN SONRA 6. ATESLENEN PISTON NUMARASI:

5

ATESLEME SIRASINA GORE REFERANS PISTONUMUZDAN SONRA 7. ATESLENEN PISTON NUMARASI:

6

ATESLEME SIRASINA GORE REFERANS PISTONUMUZDAN SONRA 8. ATESLENEN PISTON NUMARASI:

8

GUC AKTARIM DISLISININ SIRA NUMARASINI GIRINIZ (REDUCTION GEAR):

GUC AKTARIM DISLISI YOK ISE 100 GIRINIZ

14

GUC AKTARIM DISLISININ REDUKSIYON ORANINI GIRINIZ:

GUC AKTARIM DISLISI YOK ISE 1 GIRINIZ

3.542

!KUTLESEL POLAR ATALET MOMENTLERI
7.425,24.29,8.23,8.23,5.215,5.215,5.215,5.215,8.23,8.23,65.58,6.81,3.58,0.54,49.41,49.6,56.4,404.27
!SAFT RİJİTLİK KATSAYILARI
9999999999999,103000000,60000000,60000000,60000000,60000000,60000000,60000000,60000000,10300000
0,370000,14200000,22300000,9999999999999,31700000,8700000,2020000
!SÖNÜMLEME KATSAYILARI (DAMPING)
4500,0,398,398,398,398,398,398,398,398,60000,0,0,0,0,1400000,0,0
!SAFT DIS CAPLARI
5.3,5.3,5.3,5.3,5.3,5.3,5.3,5.3,5.3,5.3,5.3,2.95,2.95,3.74,3.74,4.72,4.72,4.72
!SAFT IC CAPLARI
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
!INCELENECEK MAKINE DEVIRLERI
650,800,1000,1200,1400,1600
!INCELENECEK KRITIK HIZ ADIM NUMARALARI (ORDER NO)
0.5,1,1.5,2,2.5,3,3.5,4,4.5,5,5.5,6,6.5,7,7.5,8
!HER DEVIR SAYISI ICIN HER KRITIK HIZA DENK GELEN SILINDIR GAZ BASINCI !NEDENI ILE OLUSAN ZORLAYICI TORK DEGERLERI
2899,3916.25,3272.75,2821,2255.5,1859,1530.75,1209,945.75,763.75,624,497.25,380.25,308.75,256.75,208
3568,4820,4028,3472,2776,2288,1884,1488,1164,940,768,612,468,380,316,256
4460,6025,5035,4340,3470,2860,2355,1860,1455,1175,960,765,585,475,395,320
5352,7230,6042,5208,4164,3432,2826,2232,1746,1410,1152,918,702,570,474,384
6244,8435,7049,6076,4858,4004,3297,2604,2037,1645,1344,1071,819,665,553,448
7136,9640,8056,6944,5552,4576,3768,2976,2328,1880,1536,1224,936,760,632,512
!HER KRITIK HIZ ADIM SAYISI (ORDER) ICIN PISTONLARIN ATESLEME SIRASINA GORE
!REFERANS PISTON ILE YAPTIKLARI ACI
45,90,135,180,225,270,315
90,180,270,0,90,180,270
135,270,45,180,315,90,225
180,0,180,0,180,0,180
225,90,315,180,45,270,135
270,180,90,0,270,180,90
315,270,225,180,135,90,45
0,0,0,0,0,0,0
45,90,135,180,225,270,315
90,180,270,0,90,180,270
135,270,45,180,315,90,225
180,0,180,0,180,0,180
225,90,315,180,45,270,135
270,180,90,0,270,180,90
315,270,225,180,135,90,45
0,0,0,0,0,0,0

********** SISTEMIN 1.MERTEBE DOGAL FREKANSI **********

F= 556.745E+00vib/min		w= 58.298E+00rad/sec		w^2= 3.399E+03rad^2/sec^2		
KUTLE NO	I	I(W^2)	TETA	I(W^2)TETA	SUM{I(W^2)TETA}	K	DELTATETA
	kg-cm-s^2	kg-cm-rad^2	rad	kg-cm	kg-cm	kg-cm/rad	rad
1	8.557E+00	29.083E+03	1.000E+00	29.083E+03	29.083E+03	11.525E+12	2.523E-09
2	27.994E+00	95.142E+03	1.000E+00	95.142E+03	124.225E+03	118.707E+06	1.046E-03
3	9.485E+00	32.236E+03	998.954E-03	32.203E+03	156.428E+03	69.150E+06	2.262E-03
4	9.485E+00	32.236E+03	996.691E-03	32.130E+03	188.558E+03	69.150E+06	2.727E-03
5	6.010E+00	20.427E+03	993.965E-03	20.303E+03	208.861E+03	69.150E+06	3.020E-03
6	6.010E+00	20.427E+03	990.944E-03	20.242E+03	229.103E+03	69.150E+06	3.313E-03
7	6.010E+00	20.427E+03	987.631E-03	20.174E+03	249.277E+03	69.150E+06	3.605E-03
8	6.010E+00	20.427E+03	984.026E-03	20.100E+03	269.378E+03	69.150E+06	3.896E-03
9	9.485E+00	32.236E+03	980.131E-03	31.596E+03	300.973E+03	69.150E+06	4.352E-03
10	9.485E+00	32.236E+03	975.778E-03	31.455E+03	332.429E+03	118.707E+06	2.800E-03
11	75.581E+00	256.872E+03	972.978E-03	249.931E+03	582.360E+03	426.424E+03	1.366E+00
12	7.849E+00	26.674E+03	-392.703E-03	-10.475E+03	571.885E+03	16.365E+06	34.945E-03
13	4.126E+00	14.023E+03	-427.648E-03	-5.997E+03	565.888E+03	25.701E+06	22.018E-03
14	622.349E-03	2.115E+03	-449.666E-03	-951.107E+00	564.937E+03	11.525E+12	49.018E-09
15	56.945E+00	193.535E+03	-126.953E-03	-24.570E+03	1.976E+06	36.534E+06	54.098E-03
16	57.164E+00	194.280E+03	-181.051E-03	-35.174E+03	1.941E+06	10.027E+06	193.609E-03
17	65.001E+00	220.915E+03	-374.659E-03	-82.768E+03	1.858E+06	2.328E+06	798.306E-03
18	465.921E+00	1.583E+06	-1.173E+00	-1.857E+06	1.108E+03	256.562E+09	000.000E-03

```
********** SISTEMIN 2.MERTEBE DOGAL FREKANSI **********          w^2=   25.373E+03rad^2/sec^2
F=    1.521E+03vib/min      w=   159.288E+00rad/sec
KUTLE NO     I          I(W^2)          TETA          I(W^2)TETA   SUM{I(W^2)TETA}      K          DELTATETA
          kg-cm-s^2   kg-cm-rad^2        rad             kg-cm          kg-cm        kg-cm/rad        rad
     1    8.557E+00   217.123E+03    1.000E+00     217.123E+03    217.123E+03    11.525E+12    18.839E-09
     2   27.994E+00   710.291E+03    1.000E+00     710.291E+03    927.414E+03   118.707E+06     7.813E-03
     3    9.485E+00   240.663E+03  992.187E-03     238.783E+03     1.166E+06    69.150E+06    16.865E-03
     4    9.485E+00   240.663E+03  975.323E-03     234.724E+03     1.401E+06    69.150E+06    20.259E-03
     5    6.010E+00   152.498E+03  955.063E-03     145.645E+03     1.547E+06    69.150E+06    22.365E-03
     6    6.010E+00   152.498E+03  932.698E-03     142.234E+03     1.689E+06    69.150E+06    24.422E-03
     7    6.010E+00   152.498E+03  908.276E-03     138.510E+03     1.827E+06    69.150E+06    26.425E-03
     8    6.010E+00   152.498E+03  881.850E-03     134.480E+03     1.962E+06    69.150E+06    28.370E-03
     9    9.485E+00   240.663E+03  853.480E-03     205.401E+03     2.167E+06    69.150E+06    31.340E-03
    10    9.485E+00   240.663E+03  822.140E-03     197.858E+03     2.365E+06   118.707E+06    19.923E-03
    11   75.581E+00     1.918E+06  802.216E-03       1.538E+06     3.903E+06   426.424E+03       9.154E+00
    12    7.849E+00   199.139E+03   -8.352E+00      -1.663E+06     2.240E+06    16.365E+06   136.892E-03
    13    4.126E+00   104.687E+03   -8.489E+00    -888.645E+03     1.352E+06    25.701E+06    52.592E-03
    14  622.349E-03    15.791E+03   -8.541E+00    -134.872E+03     1.217E+06    11.525E+12   105.579E-09
    15   56.945E+00     1.445E+06   -2.411E+00      -3.484E+06   825.749E+03    36.534E+06    22.602E-03
    16   57.164E+00     1.450E+06   -2.434E+00      -3.530E+06    -2.705E+06    10.027E+06  -269.735E-03
    17   65.001E+00     1.649E+06   -2.164E+00      -3.569E+06    -6.274E+06     2.328E+06    -2.695E+00
    18  465.921E+00    11.822E+06  530.689E-03       6.274E+06  -342.292E+00   256.562E+09   000.000E-03
```

********** SISTEMIN 3.MERTEBE DOGAL FREKANSI **********

F= 4.153E+03vib/min w= 434.896E+00rad/sec w^2= 189.135E+03rad^2/sec^2

KUTLE NO	I	I(W^2)	TETA	I(W^2)TETA	SUM{I(W^2)TETA}	K	DELTATETA
	kg-cm-s^2	kg-cm-rad^2	rad	kg-cm	kg-cm	kg-cm/rad	rad
1	8.557E+00	1.618E+06	1.000E+00	1.618E+06	1.618E+06	11.525E+12	140.433E-09
2	27.994E+00	5.295E+06	1000.00E-02	5.295E+06	6.913E+06	118.707E+06	58.237E-03
3	9.485E+00	1.794E+06	941.763E-03	1.689E+06	8.603E+06	69.150E+06	124.406E-03
4	9.485E+00	1.794E+06	817.357E-03	1.466E+06	10.069E+06	69.150E+06	145.610E-03
5	6.010E+00	1.137E+06	671.747E-03	763.611E+03	10.833E+06	69.150E+06	156.653E-03
6	6.010E+00	1.137E+06	515.094E-03	585.535E+03	11.418E+06	69.150E+06	165.121E-03
7	6.010E+00	1.137E+06	349.973E-03	397.833E+03	11.816E+06	69.150E+06	170.874E-03
8	6.010E+00	1.137E+06	179.099E-03	203.591E+03	12.020E+06	69.150E+06	173.818E-03
9	9.485E+00	1.794E+06	5.280E-03	9.473E+03	12.029E+06	69.150E+06	173.955E-03
10	9.485E+00	1.794E+06	-168.675E-03	-302.595E+03	11.726E+06	118.707E+06	98.784E-03
11	75.581E+00	14.295E+06	-267.459E-03	-3.823E+06	7.903E+06	426.424E+03	18.533E+00
12	7.849E+00	1.484E+06	-18.801E+00	-27.908E+06	-20.005E+06	16.365E+06	-1.222E+00
13	4.126E+00	780.360E+03	-17.578E+00	-13.717E+06	-33.723E+06	25.701E+06	-1.312E+00
14	622.349E-03	117.708E+03	-16.266E+00	-1.915E+06	-35.638E+06	11.525E+12	-3.092E-06
15	56.945E+00	10.770E+06	-4.592E+00	-49.461E+06	-175.689E+06	36.534E+06	-4.809E+00
16	57.164E+00	10.812E+06	216.511E-03	2.341E+06	-173.349E+06	10.027E+06	-17.289E+00
17	65.001E+00	12.294E+06	17.505E+00	215.207E+06	41.859E+06	2.328E+06	17.980E+00
18	465.921E+00	88.122E+06	-475.016E-03	-41.859E+06	-580.859E+00	256.562E+09	000.000E-03

```
 ********************************************************************
 * HER BIR SAFT PARCASINDA MEYDANA GELEN STRESS DEGERLERI [kg/cm^2]*
 ********************************************************************
ORDER NO=    .500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI
 KUTLENO                   RPM
         650         800        1000        1200        1400        1600
  1  318.23E-03  261.30E-03  135.85E-03  193.19E-03  486.40E-03  867.16E-03
  2    1.33E+00    1.08E+00  554.13E-03  773.32E-03    1.91E+00    3.32E+00
  3    7.13E+00    8.73E+00   11.08E+00   13.73E+00   16.73E+00   20.04E+00
  4   13.06E+00   15.69E+00   19.19E+00   22.81E+00   26.64E+00   30.73E+00
  5    9.11E+00   10.44E+00   11.94E+00   13.30E+00   14.68E+00   16.22E+00
  6    3.13E+00    2.97E+00    2.33E+00    1.35E+00    1.20E+00    2.80E+00
  7    3.90E+00    5.77E+00    8.76E+00   12.25E+00   16.14E+00   20.37E+00
  8    9.05E+00   11.83E+00   16.04E+00   20.83E+00   26.11E+00   31.80E+00
  9    3.81E+00    4.63E+00    6.21E+00    8.45E+00   11.30E+00   14.66E+00
 10    9.79E+00   11.55E+00   13.89E+00   16.41E+00   19.21E+00   22.37E+00
 11   18.26E+00   14.91E+00    6.79E+00   10.46E+00   29.33E+00   53.94E+00
 12   46.67E+00   39.01E+00   22.04E+00   31.02E+00   75.76E+00  136.43E+00
 13   38.54E+00   32.11E+00   17.69E+00   25.13E+00   62.46E+00  112.82E+00
 14   40.73E+00   33.92E+00   18.65E+00   26.51E+00   65.99E+00  119.23E+00
 15  119.65E+00   99.25E+00   52.85E+00   76.05E+00  193.48E+00  350.84E+00
 16  650.40E+00  654.04E+00  426.64E+00  737.29E+00    2.19E+03    4.54E+03
 17  144.55E+00  146.16E+00   95.70E+00  165.80E+00  494.32E+00    1.02E+03
ORDER NO=   1.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI
 KUTLENO                   RPM
         650         800        1000        1200        1400        1600
  1    3.78E+00    4.90E+00    6.53E+00    8.31E+00   10.23E+00   12.29E+00
  2   15.83E+00   20.32E+00   26.64E+00   33.27E+00   40.09E+00   47.03E+00
  3   21.46E+00   28.33E+00   38.27E+00   48.90E+00   60.02E+00   71.46E+00
  4   15.10E+00   20.56E+00   28.78E+00   37.90E+00   47.69E+00   57.97E+00
  5   22.18E+00   30.05E+00   41.72E+00   54.48E+00   68.04E+00   82.15E+00
  6   29.25E+00   39.15E+00   53.74E+00   69.59E+00   86.38E+00  103.81E+00
  7   20.68E+00   28.79E+00   41.10E+00   54.81E+00   69.59E+00   85.14E+00
  8   23.27E+00   31.35E+00   43.30E+00   56.31E+00   70.10E+00   84.42E+00
  9   29.96E+00   38.67E+00   51.01E+00   63.96E+00   77.31E+00   90.87E+00
 10   33.10E+00   43.03E+00   57.17E+00   72.08E+00   87.50E+00  103.22E+00
 11  221.81E+00  289.78E+00  391.26E+00  505.54E+00  632.93E+00  773.68E+00
 12  547.93E+00  716.67E+00  968.76E+00    1.25E+03    1.57E+03    1.92E+03
 13  454.63E+00  594.56E+00  803.58E+00    1.04E+03    1.30E+03    1.59E+03
 14  480.57E+00  628.47E+00  849.40E+00    1.10E+03    1.38E+03    1.68E+03
 15    1.42E+03    1.86E+03    2.51E+03    3.24E+03    4.06E+03    4.97E+03
 16    7.74E+03   12.28E+03   20.54E+03   31.69E+03   46.15E+03   64.34E+03
 17    1.72E+03    2.74E+03    4.61E+03    7.13E+03   10.39E+03   14.51E+03
```

ORDER NO= 1.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	2.02E+00	2.65E+00	3.56E+00	4.56E+00	5.64E+00	6.79E+00
2	8.47E+00	10.98E+00	14.54E+00	18.26E+00	22.10E+00	25.98E+00
3	17.66E+00	22.60E+00	29.50E+00	36.66E+00	43.95E+00	51.31E+00
4	11.81E+00	15.38E+00	20.47E+00	25.82E+00	31.33E+00	36.93E+00
5	14.88E+00	19.61E+00	26.46E+00	33.79E+00	41.46E+00	49.34E+00
6	12.58E+00	16.42E+00	21.90E+00	27.68E+00	33.64E+00	39.70E+00
7	16.09E+00	21.16E+00	28.49E+00	36.30E+00	44.45E+00	52.80E+00
8	13.48E+00	18.07E+00	24.90E+00	32.38E+00	40.35E+00	48.67E+00
9	20.02E+00	26.10E+00	34.84E+00	44.16E+00	53.88E+00	63.86E+00
10	22.40E+00	28.83E+00	37.88E+00	47.34E+00	57.05E+00	66.88E+00
11	117.95E+00	155.79E+00	212.53E+00	276.48E+00	347.65E+00	426.07E+00
12	293.93E+00	388.34E+00	529.83E+00	689.18E+00	866.41E+00	1.06E+03
13	243.61E+00	321.85E+00	439.12E+00	571.19E+00	718.09E+00	879.84E+00
14	257.49E+00	340.18E+00	464.12E+00	603.72E+00	758.99E+00	929.94E+00
15	759.63E+00	1.00E+03	1.37E+03	1.78E+03	2.24E+03	2.74E+03
16	4.14E+03	6.64E+03	11.21E+03	17.40E+03	25.43E+03	35.54E+03
17	919.87E+00	1.48E+03	2.52E+03	3.91E+03	5.73E+03	8.01E+03

ORDER NO= 2.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	1.13E+00	1.70E+00	2.62E+00	3.73E+00	5.01E+00	6.44E+00
2	4.71E+00	7.03E+00	10.71E+00	14.94E+00	19.62E+00	24.64E+00
3	5.37E+00	7.28E+00	10.75E+00	15.17E+00	20.36E+00	26.15E+00
4	10.82E+00	14.94E+00	21.38E+00	28.74E+00	36.85E+00	45.54E+00
5	17.62E+00	23.55E+00	32.44E+00	42.28E+00	52.88E+00	64.06E+00
6	16.41E+00	21.85E+00	30.18E+00	39.58E+00	49.87E+00	60.86E+00
7	22.08E+00	29.09E+00	39.52E+00	51.03E+00	63.41E+00	76.47E+00
8	21.08E+00	27.55E+00	37.26E+00	48.11E+00	59.91E+00	72.46E+00
9	21.10E+00	27.06E+00	36.02E+00	46.07E+00	57.11E+00	68.94E+00
10	23.16E+00	29.96E+00	40.06E+00	51.24E+00	63.33E+00	76.16E+00
11	64.98E+00	99.05E+00	155.71E+00	225.25E+00	307.67E+00	402.99E+00
12	164.61E+00	249.81E+00	391.40E+00	564.98E+00	770.53E+00	1.01E+03
13	136.12E+00	206.70E+00	324.02E+00	467.86E+00	638.21E+00	835.06E+00
14	143.85E+00	218.44E+00	342.44E+00	494.47E+00	674.51E+00	882.58E+00
15	423.22E+00	643.18E+00	1.01E+03	1.46E+03	1.99E+03	2.60E+03
16	2.30E+03	4.25E+03	8.26E+03	14.23E+03	22.58E+03	33.70E+03
17	512.27E+00	950.39E+00	1.85E+03	3.20E+03	5.09E+03	7.60E+03

ORDER NO= 2.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	2.10E+00	2.57E+00	3.21E+00	3.89E+00	4.65E+00	5.49E+00
2	8.81E+00	10.64E+00	13.07E+00	15.59E+00	18.22E+00	21.01E+00
3	5.57E+00	6.88E+00	9.23E+00	12.37E+00	16.24E+00	20.71E+00
4	8.16E+00	11.37E+00	16.49E+00	22.43E+00	29.06E+00	36.22E+00
5	3.63E+00	5.64E+00	9.71E+00	15.02E+00	21.29E+00	28.33E+00
6	9.71E+00	13.18E+00	18.67E+00	25.03E+00	32.12E+00	39.80E+00
7	5.80E+00	7.53E+00	11.06E+00	15.90E+00	21.82E+00	28.58E+00
8	2.49E+00	5.30E+00	10.48E+00	16.94E+00	24.46E+00	32.81E+00
9	5.90E+00	5.65E+00	5.85E+00	8.11E+00	12.40E+00	18.01E+00
10	12.35E+00	13.98E+00	15.80E+00	17.55E+00	19.57E+00	22.10E+00
11	124.51E+00	153.21E+00	194.06E+00	239.37E+00	290.57E+00	348.77E+00
12	303.49E+00	373.27E+00	472.86E+00	583.75E+00	709.51E+00	852.91E+00
13	252.25E+00	310.27E+00	393.04E+00	485.16E+00	589.57E+00	708.60E+00
14	266.67E+00	328.01E+00	415.52E+00	512.91E+00	623.29E+00	749.10E+00
15	789.45E+00	971.11E+00	1.23E+03	1.52E+03	1.84E+03	2.22E+03
16	4.30E+03	6.43E+03	10.08E+03	14.85E+03	20.97E+03	28.74E+03
17	956.88E+00	1.44E+03	2.26E+03	3.34E+03	4.72E+03	6.48E+03

ORDER NO= 3.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	2.22E+00	2.84E+00	3.73E+00	4.72E+00	5.79E+00	6.96E+00
2	9.30E+00	11.76E+00	15.22E+00	18.88E+00	22.70E+00	26.63E+00
3	8.86E+00	11.89E+00	16.46E+00	21.57E+00	27.09E+00	32.93E+00
4	10.09E+00	14.07E+00	20.18E+00	27.03E+00	34.46E+00	42.33E+00
5	7.87E+00	10.81E+00	15.52E+00	21.02E+00	27.17E+00	33.82E+00
6	7.27E+00	10.90E+00	16.74E+00	23.54E+00	31.11E+00	39.26E+00
7	8.96E+00	13.40E+00	20.42E+00	28.51E+00	37.44E+00	47.01E+00
8	12.38E+00	17.28E+00	24.78E+00	33.17E+00	42.26E+00	51.88E+00
9	16.82E+00	22.37E+00	30.52E+00	39.36E+00	48.73E+00	58.47E+00
10	14.45E+00	18.83E+00	25.23E+00	32.17E+00	39.54E+00	47.23E+00
11	130.97E+00	168.58E+00	224.66E+00	288.17E+00	359.65E+00	439.50E+00
12	320.84E+00	413.62E+00	552.22E+00	709.46E+00	886.61E+00	1.08E+03
13	266.49E+00	343.49E+00	458.49E+00	588.91E+00	735.84E+00	900.06E+00
14	281.72E+00	363.11E+00	484.67E+00	622.53E+00	777.84E+00	951.41E+00
15	833.34E+00	1.07E+03	1.43E+03	1.84E+03	2.30E+03	2.81E+03
16	4.54E+03	7.11E+03	11.74E+03	17.99E+03	26.12E+03	36.43E+03
17	1.01E+03	1.59E+03	2.63E+03	4.05E+03	5.88E+03	8.21E+03

ORDER NO= 3.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	569.58E-03	649.67E-03	747.81E-03	854.82E-03	990.78E-03	1.17E+00
2	2.38E+00	2.69E+00	3.05E+00	3.42E+00	3.88E+00	4.48E+00
3	1.82E+00	1.78E+00	1.92E+00	2.70E+00	4.07E+00	5.86E+00
4	5.38E+00	6.02E+00	6.76E+00	7.57E+00	8.65E+00	10.12E+00
5	4.15E+00	4.98E+00	6.42E+00	8.36E+00	10.81E+00	13.70E+00
6	2.22E+00	3.48E+00	5.68E+00	8.37E+00	11.46E+00	14.87E+00
7	3.11E+00	4.27E+00	6.15E+00	8.38E+00	10.90E+00	13.68E+00
8	5.30E+00	6.19E+00	7.27E+00	8.32E+00	9.39E+00	10.56E+00
9	2.38E+00	2.40E+00	2.53E+00	3.18E+00	4.49E+00	6.31E+00
10	4.81E+00	5.03E+00	4.87E+00	4.29E+00	3.43E+00	2.65E+00
11	33.80E+00	39.03E+00	45.73E+00	53.23E+00	62.76E+00	75.34E+00
12	82.01E+00	94.22E+00	109.75E+00	127.29E+00	150.10E+00	180.82E+00
13	68.20E+00	78.41E+00	91.40E+00	106.06E+00	125.06E+00	150.58E+00
14	72.11E+00	82.90E+00	96.64E+00	112.15E+00	132.24E+00	159.22E+00
15	213.61E+00	245.78E+00	286.80E+00	333.00E+00	392.63E+00	472.49E+00
16	1.16E+03	1.63E+03	2.35E+03	3.26E+03	4.47E+03	6.13E+03
17	258.93E+00	363.79E+00	527.75E+00	733.14E+00	1.01E+03	1.38E+03

ORDER NO= 4.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	1.13E+00	1.69E+00	2.59E+00	3.66E+00	4.89E+00	6.27E+00
2	4.73E+00	6.99E+00	10.56E+00	14.66E+00	19.18E+00	24.02E+00
3	7.52E+00	10.67E+00	15.62E+00	21.29E+00	27.54E+00	34.23E+00
4	10.54E+00	14.54E+00	20.76E+00	27.87E+00	35.68E+00	44.02E+00
5	13.26E+00	17.92E+00	25.10E+00	33.24E+00	42.16E+00	51.69E+00
6	15.87E+00	21.14E+00	29.18E+00	38.24E+00	48.14E+00	58.69E+00
7	18.27E+00	24.08E+00	32.87E+00	42.72E+00	53.44E+00	64.86E+00
8	20.40E+00	26.68E+00	36.08E+00	46.57E+00	57.95E+00	70.04E+00
9	21.70E+00	28.23E+00	37.96E+00	48.77E+00	60.46E+00	72.87E+00
10	22.44E+00	29.06E+00	38.88E+00	49.72E+00	61.43E+00	73.82E+00
11	65.20E+00	98.49E+00	153.62E+00	221.05E+00	300.79E+00	392.86E+00
12	165.01E+00	248.28E+00	386.06E+00	554.40E+00	753.27E+00	982.66E+00
13	136.47E+00	205.46E+00	319.61E+00	459.10E+00	623.92E+00	814.05E+00
14	144.22E+00	217.13E+00	337.78E+00	485.21E+00	659.41E+00	860.37E+00
15	424.38E+00	639.36E+00	995.15E+00	1.43E+03	1.94E+03	2.54E+03
16	2.31E+03	4.23E+03	8.14E+03	13.97E+03	22.08E+03	32.86E+03
17	513.68E+00	944.76E+00	1.83E+03	3.14E+03	4.97E+03	7.41E+03

EK A4 Bilgisayar Programının Sistem ile İlgili Bulduğu Sonuçlar

ORDER NO= 4.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	103.82E-03	85.24E-03	44.32E-03	63.02E-03	158.68E-03	282.90E-03
2	434.64E-03	353.34E-03	180.78E-03	252.28E-03	621.80E-03	1.08E+00
3	2.33E+00	2.85E+00	3.61E+00	4.48E+00	5.46E+00	6.54E+00
4	4.26E+00	5.12E+00	6.26E+00	7.44E+00	8.69E+00	10.02E+00
5	2.97E+00	3.40E+00	3.90E+00	4.34E+00	4.79E+00	5.29E+00
6	1.02E+00	970.10E-03	758.62E-03	440.81E-03	390.29E-03	912.22E-03
7	1.27E+00	1.88E+00	2.86E+00	3.99E+00	5.27E+00	6.65E+00
8	2.95E+00	3.86E+00	5.23E+00	6.79E+00	8.52E+00	10.37E+00
9	1.24E+00	1.51E+00	2.03E+00	2.76E+00	3.69E+00	4.78E+00
10	3.19E+00	3.77E+00	4.53E+00	5.35E+00	6.27E+00	7.30E+00
11	5.96E+00	4.86E+00	2.22E+00	3.41E+00	9.57E+00	17.60E+00
12	15.22E+00	12.73E+00	7.19E+00	10.12E+00	24.72E+00	44.51E+00
13	12.57E+00	10.47E+00	5.77E+00	8.20E+00	20.38E+00	36.81E+00
14	13.29E+00	11.06E+00	6.08E+00	8.65E+00	21.53E+00	38.90E+00
15	39.03E+00	32.38E+00	17.24E+00	24.81E+00	63.12E+00	114.45E+00
16	212.18E+00	213.37E+00	139.19E+00	240.53E+00	715.99E+00	1.48E+03
17	47.16E+00	47.68E+00	31.22E+00	54.09E+00	161.26E+00	334.07E+00

ORDER NO= 5.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	737.62E-03	955.81E-03	1.27E+00	1.62E+00	2.00E+00	2.40E+00
2	3.09E+00	3.96E+00	5.20E+00	6.49E+00	7.82E+00	9.17E+00
3	4.19E+00	5.52E+00	7.46E+00	9.54E+00	11.71E+00	13.94E+00
4	2.95E+00	4.01E+00	5.61E+00	7.39E+00	9.30E+00	11.31E+00
5	4.32E+00	5.86E+00	8.14E+00	10.63E+00	13.27E+00	16.02E+00
6	5.70E+00	7.64E+00	10.48E+00	13.57E+00	16.85E+00	20.25E+00
7	4.03E+00	5.61E+00	8.01E+00	10.69E+00	13.57E+00	16.60E+00
8	4.54E+00	6.11E+00	8.44E+00	10.98E+00	13.67E+00	16.46E+00
9	5.84E+00	7.54E+00	9.95E+00	12.47E+00	15.08E+00	17.72E+00
10	6.45E+00	8.39E+00	11.15E+00	14.06E+00	17.07E+00	20.13E+00
11	43.26E+00	56.51E+00	76.30E+00	98.59E+00	123.43E+00	150.88E+00
12	106.86E+00	139.76E+00	188.93E+00	244.31E+00	306.04E+00	374.22E+00
13	88.66E+00	115.95E+00	156.72E+00	202.63E+00	253.81E+00	310.35E+00
14	93.72E+00	122.56E+00	165.65E+00	214.18E+00	268.28E+00	328.04E+00
15	276.87E+00	362.01E+00	489.19E+00	632.42E+00	792.10E+00	968.48E+00
16	1.51E+03	2.39E+03	4.01E+03	6.18E+03	9.00E+03	12.55E+03
17	335.42E+00	535.32E+00	898.91E+00	1.39E+03	2.03E+03	2.83E+03

ORDER NO= 5.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	385.70E-03	505.01E-03	679.43E-03	869.96E-03	1.08E+00	1.29E+00
2	1.61E+00	2.09E+00	2.77E+00	3.48E+00	4.21E+00	4.95E+00
3	3.37E+00	4.31E+00	5.62E+00	6.99E+00	8.38E+00	9.78E+00
4	2.25E+00	2.93E+00	3.90E+00	4.92E+00	5.97E+00	7.04E+00
5	2.84E+00	3.74E+00	5.04E+00	6.44E+00	7.90E+00	9.41E+00
6	2.40E+00	3.13E+00	4.17E+00	5.28E+00	6.41E+00	7.57E+00
7	3.07E+00	4.04E+00	5.43E+00	6.92E+00	8.48E+00	10.07E+00
8	2.57E+00	3.45E+00	4.75E+00	6.17E+00	7.69E+00	9.28E+00
9	3.82E+00	4.98E+00	6.64E+00	8.42E+00	10.27E+00	12.18E+00
10	4.27E+00	5.50E+00	7.22E+00	9.03E+00	10.88E+00	12.75E+00
11	22.49E+00	29.70E+00	40.52E+00	52.71E+00	66.29E+00	81.24E+00
12	56.04E+00	74.04E+00	101.02E+00	131.40E+00	165.19E+00	202.39E+00
13	46.45E+00	61.37E+00	83.72E+00	108.91E+00	136.92E+00	167.75E+00
14	49.09E+00	64.86E+00	88.49E+00	115.11E+00	144.71E+00	177.31E+00
15	144.83E+00	191.34E+00	261.05E+00	339.57E+00	426.92E+00	523.11E+00
16	789.04E+00	1.27E+03	2.14E+03	3.32E+03	4.85E+03	6.78E+03
17	175.39E+00	282.84E+00	479.54E+00	746.15E+00	1.09E+03	1.53E+03

ORDER NO= 6.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	198.50E-03	299.05E-03	462.64E-03	657.86E-03	882.46E-03	1.13E+00
2	831.04E-03	1.24E+00	1.89E+00	2.63E+00	3.46E+00	4.34E+00
3	946.64E-03	1.28E+00	1.90E+00	2.67E+00	3.59E+00	4.61E+00
4	1.91E+00	2.63E+00	3.77E+00	5.07E+00	6.50E+00	8.03E+00
5	3.11E+00	4.15E+00	5.72E+00	7.45E+00	9.32E+00	11.29E+00
6	2.89E+00	3.85E+00	5.32E+00	6.98E+00	8.79E+00	10.73E+00
7	3.89E+00	5.13E+00	6.97E+00	8.99E+00	11.18E+00	13.48E+00
8	3.72E+00	4.86E+00	6.57E+00	8.48E+00	10.56E+00	12.77E+00
9	3.72E+00	4.77E+00	6.35E+00	8.12E+00	10.07E+00	12.15E+00
10	4.08E+00	5.28E+00	7.06E+00	9.03E+00	11.16E+00	13.42E+00
11	11.45E+00	17.46E+00	27.45E+00	39.70E+00	54.23E+00	71.03E+00
12	29.02E+00	44.03E+00	68.99E+00	99.59E+00	135.82E+00	177.68E+00
13	23.99E+00	36.43E+00	57.11E+00	82.47E+00	112.50E+00	147.19E+00
14	25.36E+00	38.50E+00	60.36E+00	87.16E+00	118.89E+00	155.57E+00
15	74.60E+00	113.37E+00	177.82E+00	256.86E+00	350.48E+00	458.68E+00
16	406.25E+00	749.50E+00	1.46E+03	2.51E+03	3.98E+03	5.94E+03
17	90.30E+00	167.52E+00	326.57E+00	564.28E+00	896.56E+00	1.34E+03

EK A4 Bilgisayar Programının Sistem ile İlgili Bulduğu Sonuçlar

ORDER NO= 6.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	354.80E-03	432.56E-03	540.35E-03	656.44E-03	783.96E-03	925.10E-03
2	1.49E+00	1.79E+00	2.20E+00	2.63E+00	3.07E+00	3.54E+00
3	938.90E-03	1.16E+00	1.56E+00	2.09E+00	2.74E+00	3.49E+00
4	1.38E+00	1.92E+00	2.78E+00	3.78E+00	4.90E+00	6.11E+00
5	612.67E-03	951.07E-03	1.64E+00	2.53E+00	3.59E+00	4.78E+00
6	1.64E+00	2.22E+00	3.15E+00	4.22E+00	5.42E+00	6.71E+00
7	977.26E-03	1.27E+00	1.86E+00	2.68E+00	3.68E+00	4.82E+00
8	419.77E-03	893.62E-03	1.77E+00	2.86E+00	4.12E+00	5.53E+00
9	994.87E-03	952.40E-03	986.31E-03	1.37E+00	2.09E+00	3.04E+00
10	2.08E+00	2.36E+00	2.66E+00	2.96E+00	3.30E+00	3.73E+00
11	20.99E+00	25.83E+00	32.72E+00	40.36E+00	48.99E+00	58.80E+00
12	51.16E+00	62.93E+00	79.72E+00	98.41E+00	119.61E+00	143.79E+00
13	42.53E+00	52.31E+00	66.26E+00	81.79E+00	99.40E+00	119.46E+00
14	44.96E+00	55.30E+00	70.05E+00	86.47E+00	105.08E+00	126.29E+00
15	133.09E+00	163.72E+00	207.39E+00	255.96E+00	310.98E+00	373.67E+00
16	725.68E+00	1.08E+03	1.70E+03	2.50E+03	3.54E+03	4.84E+03
17	161.32E+00	242.25E+00	381.36E+00	563.01E+00	796.45E+00	1.09E+03

ORDER NO= 7.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	368.87E-03	471.06E-03	619.81E-03	783.39E-03	961.95E-03	1.16E+00
2	1.54E+00	1.95E+00	2.53E+00	3.14E+00	3.77E+00	4.42E+00
3	1.47E+00	1.97E+00	2.73E+00	3.58E+00	4.50E+00	5.47E+00
4	1.68E+00	2.34E+00	3.35E+00	4.49E+00	5.72E+00	7.03E+00
5	1.31E+00	1.79E+00	2.58E+00	3.49E+00	4.51E+00	5.62E+00
6	1.21E+00	1.81E+00	2.78E+00	3.91E+00	5.17E+00	6.52E+00
7	1.49E+00	2.22E+00	3.39E+00	4.73E+00	6.22E+00	7.81E+00
8	2.06E+00	2.87E+00	4.11E+00	5.51E+00	7.02E+00	8.62E+00
9	2.79E+00	3.72E+00	5.07E+00	6.54E+00	8.09E+00	9.71E+00
10	2.40E+00	3.13E+00	4.19E+00	5.34E+00	6.57E+00	7.84E+00
11	21.75E+00	28.00E+00	37.31E+00	47.86E+00	59.73E+00	72.99E+00
12	53.29E+00	68.70E+00	91.72E+00	117.83E+00	147.25E+00	180.14E+00
13	44.26E+00	57.05E+00	76.15E+00	97.81E+00	122.21E+00	149.49E+00
14	46.79E+00	60.31E+00	80.50E+00	103.39E+00	129.19E+00	158.01E+00
15	138.40E+00	178.35E+00	237.98E+00	305.60E+00	381.76E+00	466.87E+00
16	754.55E+00	1.18E+03	1.95E+03	2.99E+03	4.34E+03	6.05E+03
17	167.74E+00	263.83E+00	437.46E+00	671.90E+00	977.28E+00	1.36E+03

ORDER NO= 7.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	95.53E-03	108.97E-03	125.43E-03	143.38E-03	166.18E-03	196.38E-03
2	399.96E-03	451.68E-03	511.63E-03	573.93E-03	651.20E-03	751.77E-03
3	304.63E-03	297.86E-03	322.72E-03	452.44E-03	683.04E-03	982.43E-03
4	902.89E-03	1.01E+00	1.13E+00	1.27E+00	1.45E+00	1.70E+00
5	695.26E-03	834.86E-03	1.08E+00	1.40E+00	1.81E+00	2.30E+00
6	371.84E-03	584.01E-03	952.43E-03	1.40E+00	1.92E+00	2.49E+00
7	521.11E-03	715.40E-03	1.03E+00	1.40E+00	1.83E+00	2.29E+00
8	888.33E-03	1.04E+00	1.22E+00	1.39E+00	1.58E+00	1.77E+00
9	398.91E-03	402.32E-03	423.66E-03	533.15E-03	752.99E-03	1.06E+00
10	806.87E-03	843.77E-03	817.24E-03	718.82E-03	574.92E-03	445.06E-03
11	5.67E+00	6.55E+00	7.67E+00	8.93E+00	10.53E+00	12.64E+00
12	13.75E+00	15.80E+00	18.41E+00	21.35E+00	25.18E+00	30.33E+00
13	11.44E+00	13.15E+00	15.33E+00	17.79E+00	20.98E+00	25.26E+00
14	12.09E+00	13.90E+00	16.21E+00	18.81E+00	22.18E+00	26.71E+00
15	35.83E+00	41.22E+00	48.10E+00	55.85E+00	65.86E+00	79.25E+00
16	195.36E+00	272.96E+00	394.39E+00	546.67E+00	749.54E+00	1.03E+03
17	43.43E+00	61.02E+00	88.52E+00	122.97E+00	168.83E+00	231.87E+00

ORDER NO= 8.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	194.28E-03	290.15E-03	445.43E-03	630.10E-03	842.04E-03	1.08E+00
2	813.39E-03	1.20E+00	1.82E+00	2.52E+00	3.30E+00	4.13E+00
3	1.29E+00	1.84E+00	2.69E+00	3.66E+00	4.74E+00	5.89E+00
4	1.81E+00	2.50E+00	3.57E+00	4.79E+00	6.14E+00	7.57E+00
5	2.28E+00	3.08E+00	4.32E+00	5.72E+00	7.25E+00	8.89E+00
6	2.73E+00	3.64E+00	5.02E+00	6.58E+00	8.28E+00	10.10E+00
7	3.14E+00	4.14E+00	5.65E+00	7.35E+00	9.19E+00	11.16E+00
8	3.51E+00	4.59E+00	6.21E+00	8.01E+00	9.97E+00	12.05E+00
9	3.73E+00	4.86E+00	6.53E+00	8.39E+00	10.40E+00	12.54E+00
10	3.86E+00	5.00E+00	6.69E+00	8.55E+00	10.57E+00	12.70E+00
11	11.22E+00	16.94E+00	26.43E+00	38.03E+00	51.75E+00	67.59E+00
12	28.39E+00	42.72E+00	66.42E+00	95.38E+00	129.59E+00	169.06E+00
13	23.48E+00	35.35E+00	54.99E+00	78.99E+00	107.34E+00	140.05E+00
14	24.81E+00	37.36E+00	58.11E+00	83.48E+00	113.45E+00	148.02E+00
15	73.01E+00	110.00E+00	171.21E+00	246.02E+00	334.42E+00	436.42E+00
16	397.61E+00	727.20E+00	1.40E+03	2.40E+03	3.80E+03	5.65E+03
17	88.38E+00	162.54E+00	314.42E+00	540.46E+00	855.49E+00	1.27E+03

```
 ****************************************************************
 ** HER BIR SAFT PARCASINDA MEYDANA GELEN TWIST DEGERLERI [rad] **
 ****************************************************************
ORDER NO=    .500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI
 KUTLENO                   RPM
         650         800        1000        1200        1400        1600
  1   13.23E-12   10.86E-12    5.65E-12    8.03E-12   20.22E-12   36.05E-12
  2    5.38E-06    4.37E-06    2.24E-06    3.12E-06    7.69E-06   13.40E-06
  3   49.37E-06   60.51E-06   76.76E-06   95.14E-06  115.87E-06  138.85E-06
  4   90.45E-06  108.67E-06  132.94E-06  158.02E-06  184.56E-06  212.89E-06
  5   63.08E-06   72.30E-06   82.75E-06   92.16E-06  101.72E-06  112.39E-06
  6   21.70E-06   20.60E-06   16.11E-06    9.36E-06    8.29E-06   19.37E-06
  7   27.05E-06   39.98E-06   60.69E-06   84.83E-06  111.83E-06  141.11E-06
  8   62.70E-06   81.93E-06  111.16E-06  144.29E-06  180.86E-06  220.31E-06
  9   26.41E-06   32.07E-06   43.02E-06   58.55E-06   78.31E-06  101.54E-06
 10   39.49E-06   46.60E-06   56.07E-06   66.21E-06   77.53E-06   90.29E-06
 11    3.54E-03    2.89E-03    1.32E-03    2.03E-03    5.68E-03   10.45E-03
 12  235.57E-06  196.89E-06  111.24E-06  156.57E-06  382.43E-06  688.65E-06
 13  252.45E-06  210.30E-06  115.87E-06  164.58E-06  409.12E-06  738.98E-06
 14  594.86E-12  495.39E-12  272.35E-12  387.16E-12  963.87E-12    1.74E-09
 15    1.11E-03  919.18E-06  489.46E-06  704.30E-06    1.79E-03    3.25E-03
 16   21.95E-03   22.07E-03   14.40E-03   24.88E-03   74.06E-03  153.29E-03
 17   21.01E-03   21.24E-03   13.91E-03   24.10E-03   71.85E-03  148.84E-03
 18  000.00E-03  000.00E-03  000.00E-03  000.00E-03  000.00E-03  000.00E-03
ORDER NO=   1.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI
 KUTLENO                   RPM
         650         800        1000        1200        1400        1600
  1  157.22E-12  203.72E-12  271.46E-12  345.44E-12  425.30E-12  510.70E-12
  2   63.90E-06   81.98E-06  107.51E-06  134.25E-06  161.80E-06  189.81E-06
  3  148.70E-06  196.24E-06  265.10E-06  338.77E-06  415.82E-06  495.04E-06
  4  104.62E-06  142.41E-06  199.38E-06  262.54E-06  330.40E-06  401.63E-06
  5  153.64E-06  208.15E-06  289.06E-06  377.45E-06  471.39E-06  569.15E-06
  6  202.61E-06  271.24E-06  372.31E-06  482.12E-06  598.41E-06  719.19E-06
  7  143.30E-06  199.44E-06  284.72E-06  379.70E-06  482.10E-06  589.86E-06
  8  161.23E-06  217.20E-06  299.97E-06  390.11E-06  485.66E-06  584.88E-06
  9  207.57E-06  267.91E-06  353.39E-06  443.10E-06  535.57E-06  629.52E-06
 10  133.57E-06  173.63E-06  230.71E-06  290.89E-06  353.13E-06  416.56E-06
 11   42.97E-03   56.14E-03   75.80E-03   97.94E-03  122.61E-03  149.88E-03
 12    2.77E-03    3.62E-03    4.89E-03    6.32E-03    7.92E-03    9.69E-03
 13    2.98E-03    3.89E-03    5.26E-03    6.81E-03    8.52E-03   10.42E-03
 14    7.02E-09    9.18E-09   12.41E-09   16.04E-09   20.09E-09   24.57E-09
 15   13.15E-03   17.19E-03   23.23E-03   30.03E-03   37.62E-03   45.99E-03
 16  261.10E-03  414.41E-03  693.09E-03    1.07E+00    1.56E+00    2.17E+00
 17  249.98E-03  398.96E-03  669.93E-03    1.04E+00    1.51E+00    2.11E+00
 18  000.00E-03  000.00E-03  000.00E-03  000.00E-03  000.00E-03  000.00E-03
```

EK A4 Bilgisayar Programının Sistem ile İlgili Bulduğu Sonuçlar

ORDER NO= 1.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	84.09E-12	110.10E-12	148.12E-12	189.66E-12	234.40E-12	282.09E-12
2	34.18E-06	44.31E-06	58.66E-06	73.71E-06	89.18E-06	104.84E-06
3	122.33E-06	156.55E-06	204.38E-06	253.95E-06	304.51E-06	355.46E-06
4	81.83E-06	106.57E-06	141.79E-06	178.87E-06	217.08E-06	255.84E-06
5	103.08E-06	135.83E-06	183.29E-06	234.07E-06	287.21E-06	341.82E-06
6	87.16E-06	113.74E-06	151.69E-06	191.73E-06	233.07E-06	275.04E-06
7	111.47E-06	146.62E-06	197.38E-06	251.51E-06	307.96E-06	365.81E-06
8	93.41E-06	125.22E-06	172.51E-06	224.34E-06	279.57E-06	337.18E-06
9	138.68E-06	180.80E-06	241.39E-06	305.92E-06	373.27E-06	442.40E-06
10	90.41E-06	116.34E-06	152.88E-06	191.04E-06	230.21E-06	269.90E-06
11	22.85E-03	30.18E-03	41.17E-03	53.56E-03	67.35E-03	82.54E-03
12	1.48E-03	1.96E-03	2.67E-03	3.48E-03	4.37E-03	5.36E-03
13	1.60E-03	2.11E-03	2.88E-03	3.74E-03	4.70E-03	5.76E-03
14	3.76E-09	4.97E-09	6.78E-09	8.82E-09	11.09E-09	13.58E-09
15	7.04E-03	9.29E-03	12.68E-03	16.49E-03	20.74E-03	25.41E-03
16	139.65E-03	223.96E-03	378.19E-03	587.13E-03	858.34E-03	1.20E+00
17	133.70E-03	215.61E-03	365.55E-03	568.78E-03	832.67E-03	1.16E+00
18	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03

ORDER NO= 2.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	46.81E-12	70.52E-12	109.10E-12	155.14E-12	208.10E-12	267.50E-12
2	19.03E-06	28.38E-06	43.21E-06	60.29E-06	79.17E-06	99.42E-06
3	37.21E-06	50.45E-06	74.49E-06	105.11E-06	141.07E-06	181.19E-06
4	74.93E-06	103.49E-06	148.09E-06	199.12E-06	255.32E-06	315.49E-06
5	122.07E-06	163.16E-06	224.74E-06	292.92E-06	366.35E-06	443.77E-06
6	113.65E-06	151.38E-06	209.06E-06	274.21E-06	345.52E-06	421.65E-06
7	152.98E-06	201.53E-06	273.79E-06	353.51E-06	439.30E-06	529.76E-06
8	146.04E-06	190.86E-06	258.16E-06	333.31E-06	415.05E-06	502.01E-06
9	146.14E-06	187.48E-06	249.51E-06	319.19E-06	395.64E-06	477.63E-06
10	93.46E-06	120.92E-06	161.67E-06	206.78E-06	255.59E-06	307.36E-06
11	12.59E-03	19.19E-03	30.17E-03	43.64E-03	59.60E-03	78.07E-03
12	830.92E-06	1.26E-03	1.98E-03	2.85E-03	3.89E-03	5.09E-03
13	891.58E-06	1.35E-03	2.12E-03	3.06E-03	4.18E-03	5.47E-03
14	2.10E-09	3.19E-09	5.00E-09	7.22E-09	9.85E-09	12.89E-09
15	3.92E-03	5.96E-03	9.34E-03	13.50E-03	18.42E-03	24.10E-03
16	77.78E-03	143.49E-03	278.59E-03	480.29E-03	762.07E-03	1.14E+00
17	74.45E-03	138.13E-03	269.28E-03	465.28E-03	739.27E-03	1.10E+00
18	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03

ORDER NO= 2.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	87.48E-12	106.65E-12	133.23E-12	161.85E-12	193.29E-12	228.09E-12
2	35.56E-06	42.92E-06	52.76E-06	62.90E-06	73.54E-06	84.78E-06
3	38.58E-06	47.66E-06	63.95E-06	85.70E-06	112.50E-06	143.50E-06
4	56.51E-06	78.78E-06	114.23E-06	155.41E-06	201.32E-06	250.96E-06
5	25.18E-06	39.08E-06	67.27E-06	104.05E-06	147.53E-06	196.23E-06
6	67.25E-06	91.31E-06	129.32E-06	173.39E-06	222.55E-06	275.76E-06
7	40.16E-06	52.19E-06	76.63E-06	110.17E-06	151.17E-06	198.00E-06
8	17.25E-06	36.72E-06	72.57E-06	117.38E-06	169.45E-06	227.31E-06
9	40.88E-06	39.14E-06	40.53E-06	56.18E-06	85.89E-06	124.79E-06
10	49.86E-06	56.40E-06	63.75E-06	70.84E-06	78.99E-06	89.17E-06
11	24.12E-03	29.68E-03	37.59E-03	46.37E-03	56.29E-03	67.56E-03
12	1.53E-03	1.88E-03	2.39E-03	2.95E-03	3.58E-03	4.31E-03
13	1.65E-03	2.03E-03	2.57E-03	3.18E-03	3.86E-03	4.64E-03
14	3.90E-09	4.79E-09	6.07E-09	7.49E-09	9.10E-09	10.94E-09
15	7.31E-03	8.99E-03	11.39E-03	14.06E-03	17.08E-03	20.53E-03
16	145.26E-03	216.93E-03	340.13E-03	501.02E-03	707.79E-03	969.79E-03
17	139.08E-03	208.85E-03	328.78E-03	485.38E-03	686.64E-03	941.65E-03
18	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03

ORDER NO= 3.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	92.32E-12	117.90E-12	155.12E-12	196.06E-12	240.75E-12	289.16E-12
2	37.53E-06	47.45E-06	61.43E-06	76.20E-06	91.59E-06	107.47E-06
3	61.38E-06	82.36E-06	114.06E-06	149.41E-06	187.68E-06	228.14E-06
4	69.87E-06	97.49E-06	139.77E-06	187.23E-06	238.75E-06	293.29E-06
5	54.50E-06	74.87E-06	107.50E-06	145.62E-06	188.23E-06	234.33E-06
6	50.39E-06	75.55E-06	116.01E-06	163.11E-06	215.52E-06	272.01E-06
7	62.05E-06	92.81E-06	141.48E-06	197.49E-06	259.35E-06	325.68E-06
8	85.78E-06	119.75E-06	171.64E-06	229.78E-06	292.78E-06	359.40E-06
9	116.55E-06	154.98E-06	211.43E-06	272.71E-06	337.60E-06	405.07E-06
10	58.33E-06	76.00E-06	101.82E-06	129.83E-06	159.58E-06	190.60E-06
11	25.37E-03	32.66E-03	43.52E-03	55.83E-03	69.67E-03	85.14E-03
12	1.62E-03	2.09E-03	2.79E-03	3.58E-03	4.48E-03	5.47E-03
13	1.75E-03	2.25E-03	3.00E-03	3.86E-03	4.82E-03	5.90E-03
14	4.11E-09	5.30E-09	7.08E-09	9.09E-09	11.36E-09	13.90E-09
15	7.72E-03	9.95E-03	13.27E-03	17.04E-03	21.29E-03	26.04E-03
16	153.32E-03	239.82E-03	396.05E-03	606.94E-03	881.60E-03	1.23E+00
17	146.79E-03	230.88E-03	382.83E-03	587.99E-03	855.24E-03	1.19E+00
18	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03

ORDER NO= 3.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	23.68E-12	27.00E-12	31.08E-12	35.53E-12	41.18E-12	48.67E-12
2	9.62E-06	10.87E-06	12.31E-06	13.81E-06	15.67E-06	18.09E-06
3	12.58E-06	12.30E-06	13.33E-06	18.69E-06	28.21E-06	40.58E-06
4	37.29E-06	41.73E-06	46.84E-06	52.44E-06	59.92E-06	70.10E-06
5	28.72E-06	34.48E-06	44.47E-06	57.92E-06	74.90E-06	94.93E-06
6	15.36E-06	24.12E-06	39.34E-06	57.96E-06	79.38E-06	103.05E-06
7	21.52E-06	29.55E-06	42.58E-06	58.03E-06	75.55E-06	94.75E-06
8	36.69E-06	42.85E-06	50.37E-06	57.61E-06	65.07E-06	73.15E-06
9	16.48E-06	16.62E-06	17.50E-06	22.02E-06	31.10E-06	43.69E-06
10	19.41E-06	20.30E-06	19.66E-06	17.30E-06	13.83E-06	10.71E-06
11	6.55E-03	7.56E-03	8.86E-03	10.31E-03	12.16E-03	14.59E-03
12	413.95E-06	475.59E-06	553.98E-06	642.55E-06	757.66E-06	912.71E-06
13	446.70E-06	513.55E-06	598.66E-06	694.68E-06	819.11E-06	986.28E-06
14	1.05E-09	1.21E-09	1.41E-09	1.64E-09	1.93E-09	2.33E-09
15	1.98E-03	2.28E-03	2.66E-03	3.08E-03	3.64E-03	4.38E-03
16	39.31E-03	54.92E-03	79.35E-03	109.99E-03	150.80E-03	206.92E-03
17	37.63E-03	52.87E-03	76.70E-03	106.56E-03	146.30E-03	200.92E-03
18	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03

ORDER NO= 4.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	46.94E-12	70.10E-12	107.62E-12	152.24E-12	203.44E-12	260.77E-12
2	19.08E-06	28.21E-06	42.62E-06	59.16E-06	77.40E-06	96.92E-06
3	52.07E-06	73.91E-06	108.21E-06	147.51E-06	190.80E-06	237.12E-06
4	73.00E-06	100.71E-06	143.85E-06	193.06E-06	247.15E-06	304.98E-06
5	91.90E-06	124.16E-06	173.89E-06	230.28E-06	292.09E-06	358.08E-06
6	109.94E-06	146.44E-06	202.13E-06	264.90E-06	333.49E-06	406.61E-06
7	126.55E-06	166.83E-06	227.71E-06	295.93E-06	370.24E-06	449.32E-06
8	141.32E-06	184.80E-06	249.99E-06	322.61E-06	401.47E-06	485.23E-06
9	150.31E-06	195.57E-06	263.01E-06	337.84E-06	418.88E-06	504.82E-06
10	90.56E-06	117.29E-06	156.89E-06	200.64E-06	247.89E-06	297.92E-06
11	12.63E-03	19.08E-03	29.76E-03	42.82E-03	58.27E-03	76.11E-03
12	832.93E-06	1.25E-03	1.95E-03	2.80E-03	3.80E-03	4.96E-03
13	893.87E-06	1.35E-03	2.09E-03	3.01E-03	4.09E-03	5.33E-03
14	2.11E-09	3.17E-09	4.93E-09	7.09E-09	9.63E-09	12.57E-09
15	3.93E-03	5.92E-03	9.22E-03	13.24E-03	18.00E-03	23.49E-03
16	77.99E-03	142.64E-03	274.81E-03	471.31E-03	745.01E-03	1.11E+00
17	74.66E-03	137.32E-03	265.62E-03	456.58E-03	722.73E-03	1.08E+00
18	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03

ORDER NO= 4.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	4.32E-12	3.54E-12	1.84E-12	2.62E-12	6.60E-12	11.76E-12
2	1.75E-06	1.43E-06	729.55E-09	1.02E-06	2.51E-06	4.37E-06
3	16.11E-06	19.74E-06	25.04E-06	31.04E-06	37.80E-06	45.30E-06
4	29.51E-06	35.45E-06	43.37E-06	51.55E-06	60.21E-06	69.45E-06
5	20.58E-06	23.59E-06	27.00E-06	30.07E-06	33.18E-06	36.66E-06
6	7.08E-06	6.72E-06	5.26E-06	3.05E-06	2.70E-06	6.32E-06
7	8.82E-06	13.04E-06	19.80E-06	27.68E-06	36.48E-06	46.04E-06
8	20.46E-06	26.73E-06	36.26E-06	47.07E-06	59.00E-06	71.87E-06
9	8.62E-06	10.46E-06	14.03E-06	19.10E-06	25.55E-06	33.12E-06
10	12.88E-06	15.20E-06	18.29E-06	21.60E-06	25.29E-06	29.46E-06
11	1.15E-03	942.26E-06	429.10E-06	661.34E-06	1.85E-03	3.41E-03
12	76.85E-06	64.23E-06	36.29E-06	51.08E-06	124.76E-06	224.66E-06
13	82.36E-06	68.61E-06	37.80E-06	53.69E-06	133.47E-06	241.08E-06
14	194.06E-12	161.61E-12	88.85E-12	126.31E-12	314.45E-12	568.12E-12
15	361.51E-06	299.87E-06	159.68E-06	229.77E-06	584.59E-06	1.06E-03
16	7.16E-03	7.20E-03	4.70E-03	8.12E-03	24.16E-03	50.01E-03
17	6.85E-03	6.93E-03	4.54E-03	7.86E-03	23.44E-03	48.56E-03
18	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03

ORDER NO= 5.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	30.66E-12	39.73E-12	52.94E-12	67.37E-12	82.94E-12	99.60E-12
2	12.46E-06	15.99E-06	20.97E-06	26.18E-06	31.55E-06	37.02E-06
3	29.00E-06	38.27E-06	51.70E-06	66.07E-06	81.09E-06	96.54E-06
4	20.40E-06	27.77E-06	38.88E-06	51.20E-06	64.43E-06	78.33E-06
5	29.96E-06	40.59E-06	56.37E-06	73.61E-06	91.93E-06	111.00E-06
6	39.51E-06	52.90E-06	72.61E-06	94.02E-06	116.70E-06	140.26E-06
7	27.95E-06	38.89E-06	55.53E-06	74.05E-06	94.02E-06	115.04E-06
8	31.44E-06	42.36E-06	58.50E-06	76.08E-06	94.71E-06	114.06E-06
9	40.48E-06	52.25E-06	68.92E-06	86.41E-06	104.45E-06	122.77E-06
10	26.05E-06	33.86E-06	44.99E-06	56.73E-06	68.87E-06	81.24E-06
11	8.38E-03	10.95E-03	14.78E-03	19.10E-03	23.91E-03	29.23E-03
12	539.39E-06	705.50E-06	953.67E-06	1.23E-03	1.54E-03	1.89E-03
13	580.73E-06	759.46E-06	1.03E-03	1.33E-03	1.66E-03	2.03E-03
14	1.37E-09	1.79E-09	2.42E-09	3.13E-09	3.92E-09	4.79E-09
15	2.56E-03	3.35E-03	4.53E-03	5.86E-03	7.34E-03	8.97E-03
16	50.92E-03	80.82E-03	135.17E-03	208.55E-03	303.71E-03	423.47E-03
17	48.75E-03	77.81E-03	130.65E-03	202.03E-03	294.63E-03	411.17E-03
18	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03

ORDER NO= 5.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	16.03E-12	20.99E-12	28.24E-12	36.16E-12	44.69E-12	53.78E-12
2	6.52E-06	8.45E-06	11.18E-06	14.05E-06	17.00E-06	19.99E-06
3	23.32E-06	29.85E-06	38.97E-06	48.42E-06	58.06E-06	67.77E-06
4	15.60E-06	20.32E-06	27.04E-06	34.10E-06	41.39E-06	48.78E-06
5	19.65E-06	25.90E-06	34.95E-06	44.63E-06	54.76E-06	65.17E-06
6	16.62E-06	21.69E-06	28.92E-06	36.56E-06	44.44E-06	52.44E-06
7	21.25E-06	27.96E-06	37.63E-06	47.95E-06	58.72E-06	69.75E-06
8	17.81E-06	23.87E-06	32.89E-06	42.77E-06	53.30E-06	64.29E-06
9	26.44E-06	34.47E-06	46.02E-06	58.33E-06	71.17E-06	84.35E-06
10	17.24E-06	22.18E-06	29.15E-06	36.42E-06	43.89E-06	51.46E-06
11	4.36E-03	5.75E-03	7.85E-03	10.21E-03	12.84E-03	15.74E-03
12	282.89E-06	373.75E-06	509.93E-06	663.29E-06	833.86E-06	1.02E-03
13	304.23E-06	401.94E-06	548.38E-06	713.32E-06	896.78E-06	1.10E-03
14	717.07E-12	947.37E-12	1.29E-09	1.68E-09	2.11E-09	2.59E-09
15	1.34E-03	1.77E-03	2.42E-03	3.14E-03	3.95E-03	4.84E-03
16	26.63E-03	42.70E-03	72.11E-03	111.94E-03	163.66E-03	228.68E-03
17	25.49E-03	41.11E-03	69.70E-03	108.45E-03	158.76E-03	222.04E-03
18	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03

ORDER NO= 6.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	8.25E-12	12.43E-12	19.23E-12	27.35E-12	36.68E-12	47.15E-12
2	3.35E-06	5.00E-06	7.62E-06	10.63E-06	13.96E-06	17.52E-06
3	6.56E-06	8.89E-06	13.13E-06	18.53E-06	24.87E-06	31.94E-06
4	13.21E-06	18.24E-06	26.10E-06	35.10E-06	45.00E-06	55.61E-06
5	21.52E-06	28.76E-06	39.61E-06	51.63E-06	64.58E-06	78.22E-06
6	20.03E-06	26.68E-06	36.85E-06	48.33E-06	60.90E-06	74.32E-06
7	26.96E-06	35.52E-06	48.26E-06	62.31E-06	77.43E-06	93.38E-06
8	25.74E-06	33.64E-06	45.51E-06	58.75E-06	73.16E-06	88.49E-06
9	25.76E-06	33.05E-06	43.98E-06	56.26E-06	69.74E-06	84.19E-06
10	16.47E-06	21.31E-06	28.50E-06	36.45E-06	45.05E-06	54.18E-06
11	2.22E-03	3.38E-03	5.32E-03	7.69E-03	10.51E-03	13.76E-03
12	146.46E-06	222.27E-06	348.25E-06	502.70E-06	685.58E-06	896.90E-06
13	157.16E-06	238.64E-06	374.09E-06	540.15E-06	736.83E-06	964.10E-06
14	370.35E-12	562.40E-12	881.64E-12	1.27E-09	1.74E-09	2.27E-09
15	690.92E-06	1.05E-03	1.65E-03	2.38E-03	3.25E-03	4.25E-03
16	13.71E-03	25.29E-03	49.11E-03	84.66E-03	134.33E-03	200.48E-03
17	13.12E-03	24.35E-03	47.46E-03	82.01E-03	130.31E-03	194.66E-03
18	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03

ORDER NO= 6.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	14.75E-12	17.98E-12	22.46E-12	27.29E-12	32.59E-12	38.45E-12
2	5.99E-06	7.24E-06	8.90E-06	10.60E-06	12.40E-06	14.29E-06
3	6.50E-06	8.03E-06	10.78E-06	14.45E-06	18.97E-06	24.19E-06
4	9.53E-06	13.28E-06	19.26E-06	26.20E-06	33.94E-06	42.31E-06
5	4.24E-06	6.59E-06	11.34E-06	17.54E-06	24.87E-06	33.08E-06
6	11.34E-06	15.39E-06	21.80E-06	29.23E-06	37.52E-06	46.49E-06
7	6.77E-06	8.80E-06	12.92E-06	18.57E-06	25.49E-06	33.38E-06
8	2.91E-06	6.19E-06	12.23E-06	19.79E-06	28.57E-06	38.32E-06
9	6.89E-06	6.60E-06	6.83E-06	9.47E-06	14.48E-06	21.04E-06
10	8.41E-06	9.51E-06	10.75E-06	11.94E-06	13.32E-06	15.03E-06
11	4.07E-03	5.00E-03	6.34E-03	7.82E-03	9.49E-03	11.39E-03
12	258.26E-06	317.65E-06	402.40E-06	496.77E-06	603.78E-06	725.82E-06
13	278.54E-06	342.60E-06	434.00E-06	535.72E-06	651.02E-06	782.45E-06
14	656.66E-12	807.71E-12	1.02E-09	1.26E-09	1.53E-09	1.84E-09
15	1.23E-03	1.52E-03	1.92E-03	2.37E-03	2.88E-03	3.46E-03
16	24.49E-03	36.57E-03	57.34E-03	84.47E-03	119.33E-03	163.50E-03
17	23.45E-03	35.21E-03	55.43E-03	81.83E-03	115.76E-03	158.75E-03
18	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03

ORDER NO= 7.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	15.33E-12	19.58E-12	25.76E-12	32.56E-12	39.99E-12	48.02E-12
2	6.23E-06	7.88E-06	10.20E-06	12.66E-06	15.21E-06	17.85E-06
3	10.19E-06	13.68E-06	18.94E-06	24.82E-06	31.17E-06	37.89E-06
4	11.60E-06	16.19E-06	23.21E-06	31.10E-06	39.65E-06	48.71E-06
5	9.05E-06	12.43E-06	17.85E-06	24.19E-06	31.26E-06	38.92E-06
6	8.37E-06	12.55E-06	19.27E-06	27.09E-06	35.79E-06	45.18E-06
7	10.31E-06	15.41E-06	23.50E-06	32.80E-06	43.07E-06	54.09E-06
8	14.25E-06	19.89E-06	28.51E-06	38.16E-06	48.63E-06	59.69E-06
9	19.36E-06	25.74E-06	35.12E-06	45.29E-06	56.07E-06	67.28E-06
10	9.69E-06	12.62E-06	16.91E-06	21.56E-06	26.50E-06	31.66E-06
11	4.21E-03	5.42E-03	7.23E-03	9.27E-03	11.57E-03	14.14E-03
12	268.97E-06	346.76E-06	462.96E-06	594.78E-06	743.29E-06	909.29E-06
13	289.90E-06	373.66E-06	498.75E-06	640.63E-06	800.47E-06	979.10E-06
14	683.41E-12	880.85E-12	1.18E-09	1.51E-09	1.89E-09	2.31E-09
15	1.28E-03	1.65E-03	2.20E-03	2.83E-03	3.54E-03	4.32E-03
16	25.46E-03	39.83E-03	65.78E-03	100.80E-03	146.42E-03	204.19E-03
17	24.38E-03	38.35E-03	63.58E-03	97.66E-03	142.04E-03	198.26E-03
18	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03

ORDER NO= 7.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	3.97E-12	4.53E-12	5.21E-12	5.96E-12	6.91E-12	8.16E-12
2	1.61E-06	1.82E-06	2.06E-06	2.32E-06	2.63E-06	3.03E-06
3	2.11E-06	2.06E-06	2.24E-06	3.13E-06	4.73E-06	6.81E-06
4	6.26E-06	7.00E-06	7.86E-06	8.80E-06	10.05E-06	11.76E-06
5	4.82E-06	5.78E-06	7.46E-06	9.72E-06	12.56E-06	15.92E-06
6	2.58E-06	4.05E-06	6.60E-06	9.72E-06	13.31E-06	17.28E-06
7	3.61E-06	4.96E-06	7.14E-06	9.73E-06	12.67E-06	15.89E-06
8	6.15E-06	7.19E-06	8.45E-06	9.66E-06	10.91E-06	12.27E-06
9	2.76E-06	2.79E-06	2.94E-06	3.69E-06	5.22E-06	7.33E-06
10	3.26E-06	3.41E-06	3.30E-06	2.90E-06	2.32E-06	1.80E-06
11	1.10E-03	1.27E-03	1.49E-03	1.73E-03	2.04E-03	2.45E-03
12	69.43E-06	79.77E-06	92.92E-06	107.77E-06	127.08E-06	153.09E-06
13	74.92E-06	86.14E-06	100.41E-06	116.52E-06	137.39E-06	165.43E-06
14	176.65E-12	203.09E-12	236.77E-12	274.75E-12	323.96E-12	390.07E-12
15	331.83E-06	381.80E-06	445.53E-06	517.30E-06	609.93E-06	733.98E-06
16	6.59E-03	9.21E-03	13.31E-03	18.45E-03	25.29E-03	34.71E-03
17	6.31E-03	8.87E-03	12.87E-03	17.87E-03	24.54E-03	33.70E-03
18	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03

ORDER NO= 8.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	8.08E-12	12.06E-12	18.52E-12	26.19E-12	35.00E-12	44.86E-12
2	3.28E-06	4.85E-06	7.33E-06	10.18E-06	13.32E-06	16.67E-06
3	8.96E-06	12.72E-06	18.62E-06	25.38E-06	32.83E-06	40.80E-06
4	12.56E-06	17.33E-06	24.75E-06	33.21E-06	42.52E-06	52.47E-06
5	15.81E-06	21.36E-06	29.92E-06	39.62E-06	50.25E-06	61.61E-06
6	18.91E-06	25.19E-06	34.78E-06	45.57E-06	57.37E-06	69.95E-06
7	21.77E-06	28.70E-06	39.18E-06	50.91E-06	63.70E-06	77.30E-06
8	24.31E-06	31.79E-06	43.01E-06	55.50E-06	69.07E-06	83.48E-06
9	25.86E-06	33.65E-06	45.25E-06	58.12E-06	72.06E-06	86.85E-06
10	15.58E-06	20.18E-06	26.99E-06	34.52E-06	42.65E-06	51.26E-06
11	2.17E-03	3.28E-03	5.12E-03	7.37E-03	10.03E-03	13.09E-03
12	143.30E-06	215.62E-06	335.27E-06	481.45E-06	654.16E-06	853.38E-06
13	153.78E-06	231.52E-06	360.16E-06	517.34E-06	703.06E-06	917.31E-06
14	362.40E-12	545.62E-12	848.80E-12	1.22E-09	1.66E-09	2.16E-09
15	676.21E-06	1.02E-03	1.59E-03	2.28E-03	3.10E-03	4.04E-03
16	13.42E-03	24.54E-03	47.28E-03	81.09E-03	128.17E-03	190.76E-03
17	12.84E-03	23.62E-03	45.70E-03	78.55E-03	124.34E-03	185.22E-03
18	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03	000.00E-03

```
 ****************************************************************
 ** HER BIR KUTLEDE MEYDANA GELEN VIBRATION AMPLITUDE DEGERLERI **
 ****************************************************************
ORDER NO=    .500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI
 KUTLENO                   RPM
         650         800        1000        1200        1400        1600
  1    1.43E-03    1.43E-03  349.39E-06    1.87E-03  811.16E-06  871.02E-06
  2   92.21E-06   74.92E-06   38.29E-06   53.37E-06  131.36E-06  228.40E-06
  3   86.84E-06  157.40E-06  193.46E-06  243.73E-06  367.44E-06  582.54E-06
  4   88.47E-06  168.36E-06  207.79E-06  149.97E-06  138.32E-06  263.63E-06
  5  120.34E-06  261.44E-06  401.83E-06  306.80E-06  243.87E-06  409.33E-06
  6  145.72E-06  328.27E-06  533.89E-06  465.79E-06  473.76E-06  716.98E-06
  7  143.69E-06  324.74E-06  533.54E-06  487.30E-06  517.19E-06  757.32E-06
  8  141.56E-06  316.89E-06  517.67E-06  486.56E-06  518.65E-06  725.73E-06
  9  189.79E-06  423.91E-06  695.96E-06  680.76E-06  752.60E-06    1.04E-03
 10  215.02E-06  481.18E-06  796.82E-06  802.38E-06  918.80E-06    1.28E-03
 11  246.97E-06  551.97E-06  914.88E-06  931.23E-06    1.08E-03    1.50E-03
 12    3.61E-03    6.60E-03    8.20E-03   10.49E-03   16.30E-03   26.85E-03
 13    3.37E-03    6.17E-03    7.65E-03    9.79E-03   15.22E-03   25.08E-03
 14    3.12E-03    5.71E-03    7.08E-03    9.04E-03   14.07E-03   23.19E-03
 15    3.12E-03    5.71E-03    7.08E-03    9.04E-03   14.07E-03   23.19E-03
 16    2.01E-03    3.68E-03    4.56E-03    5.83E-03    9.07E-03   14.95E-03
 17   21.47E-03   43.21E-03   57.46E-03   82.16E-03  155.80E-03  308.39E-03
 18    8.80E-03   16.10E-03   19.95E-03   25.52E-03   39.83E-03   65.88E-03
ORDER NO=   1.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI
 KUTLENO                   RPM
         650         800        1000        1200        1400        1600
  1    2.97E-03    3.40E-03    3.72E-03    3.69E-03    3.27E-03    2.44E-03
  2    1.10E-03    1.41E-03    1.84E-03    2.30E-03    2.76E-03    3.24E-03
  3    1.03E-03    2.36E-03  621.94E-06    1.54E-03    4.14E-03    7.19E-03
  4  904.40E-06    2.06E-03  557.29E-06    1.30E-03    3.53E-03    6.13E-03
  5  810.18E-06    1.84E-03  511.15E-06    1.12E-03    3.07E-03    5.33E-03
  6  715.81E-06    1.61E-03  473.31E-06  916.90E-06    2.55E-03    4.43E-03
  7  671.42E-06    1.50E-03  470.25E-06  789.57E-06    2.23E-03    3.87E-03
  8  688.02E-06    1.54E-03  490.28E-06  855.12E-06    2.35E-03    4.08E-03
  9  662.97E-06    1.49E-03  465.61E-06  937.46E-06    2.48E-03    4.30E-03
 10  612.22E-06    1.40E-03  403.33E-06    1.02E-03    2.62E-03    4.53E-03
 11  642.60E-06    1.48E-03  401.94E-06    1.14E-03    2.91E-03    5.03E-03
 12   42.83E-03   98.82E-03   23.85E-03   75.63E-03  198.09E-03  347.92E-03
 13   40.07E-03   92.44E-03   22.31E-03   70.74E-03  185.29E-03  325.43E-03
 14   37.09E-03   85.57E-03   20.65E-03   65.48E-03  171.51E-03  301.23E-03
 15   37.09E-03   85.57E-03   20.65E-03   65.48E-03  171.51E-03  301.23E-03
 16   23.94E-03   55.23E-03   13.33E-03   42.26E-03  110.70E-03  194.43E-03
 17  255.38E-03  663.64E-03   26.22E-03    1.09E+00    2.63E+00    4.80E+00
 18  104.62E-03  241.53E-03   56.88E-03  184.71E-03  486.01E-03  855.51E-03
```

ORDER NO= 1.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	245.73E-06	214.45E-06	16.94E-06	427.66E-06	1.19E-03	2.35E-03
2	586.18E-06	759.42E-06	1.00E-03	1.26E-03	1.52E-03	1.79E-03
3	552.05E-06	1.27E-03	2.21E-03	3.40E-03	4.83E-03	6.52E-03
4	436.31E-06	1.00E-03	1.75E-03	2.69E-03	3.83E-03	5.17E-03
5	355.78E-06	816.72E-06	1.43E-03	2.19E-03	3.12E-03	4.20E-03
6	288.54E-06	656.79E-06	1.14E-03	1.73E-03	2.44E-03	3.27E-03
7	211.57E-06	479.77E-06	826.59E-06	1.25E-03	1.77E-03	2.36E-03
8	185.17E-06	415.77E-06	708.68E-06	1.07E-03	1.49E-03	1.98E-03
9	245.96E-06	555.59E-06	954.56E-06	1.45E-03	2.04E-03	2.74E-03
10	345.36E-06	785.58E-06	1.36E-03	2.08E-03	2.95E-03	3.98E-03
11	401.13E-06	915.50E-06	1.59E-03	2.44E-03	3.47E-03	4.69E-03
12	22.92E-03	53.19E-03	94.45E-03	148.07E-03	215.42E-03	297.90E-03
13	21.44E-03	49.75E-03	88.33E-03	138.48E-03	201.48E-03	278.61E-03
14	19.84E-03	46.04E-03	81.76E-03	128.17E-03	186.48E-03	257.87E-03
15	19.84E-03	46.04E-03	81.76E-03	128.17E-03	186.48E-03	257.87E-03
16	12.81E-03	29.72E-03	52.77E-03	82.72E-03	120.35E-03	166.43E-03
17	136.59E-03	357.23E-03	731.73E-03	1.31E+00	2.17E+00	3.36E+00
18	55.96E-03	129.94E-03	231.02E-03	362.73E-03	528.67E-03	732.55E-03

ORDER NO= 2.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	455.33E-06	620.95E-06	846.00E-06	1.09E-03	1.36E-03	1.69E-03
2	326.32E-06	486.44E-06	739.82E-06	1.03E-03	1.35E-03	1.70E-03
3	307.32E-06	765.43E-06	1.46E-03	2.43E-03	3.71E-03	5.30E-03
4	300.97E-06	740.28E-06	1.40E-03	2.30E-03	3.47E-03	4.93E-03
5	247.92E-06	607.88E-06	1.14E-03	1.88E-03	2.83E-03	4.01E-03
6	171.99E-06	417.60E-06	779.46E-06	1.28E-03	1.92E-03	2.73E-03
7	201.75E-06	460.59E-06	803.27E-06	1.24E-03	1.78E-03	2.43E-03
8	291.96E-06	651.81E-06	1.10E-03	1.65E-03	2.30E-03	3.05E-03
9	429.88E-06	964.78E-06	1.64E-03	2.48E-03	3.46E-03	4.62E-03
10	575.97E-06	1.30E-03	2.23E-03	3.37E-03	4.74E-03	6.36E-03
11	667.28E-06	1.51E-03	2.59E-03	3.93E-03	5.54E-03	7.45E-03
12	12.77E-03	32.17E-03	62.58E-03	106.46E-03	166.31E-03	244.59E-03
13	11.94E-03	30.08E-03	58.51E-03	99.55E-03	155.52E-03	228.73E-03
14	11.05E-03	27.84E-03	54.15E-03	92.13E-03	143.93E-03	211.69E-03
15	11.05E-03	27.84E-03	54.15E-03	92.13E-03	143.93E-03	211.69E-03
16	7.13E-03	17.96E-03	34.94E-03	59.45E-03	92.88E-03	136.61E-03
17	76.07E-03	217.43E-03	493.31E-03	970.22E-03	1.73E+00	2.86E+00
18	31.15E-03	78.54E-03	152.99E-03	260.74E-03	408.09E-03	601.47E-03

EK A4 Bilgisayar Programının Sistem ile İlgili Bulduğu Sonuçlar

ORDER NO= 2.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	491.47E-06	474.65E-06	493.01E-06	656.73E-06	1.07E-03	1.80E-03
2	609.84E-06	735.67E-06	903.45E-06	1.08E-03	1.26E-03	1.45E-03
3	574.33E-06	1.27E-03	2.12E-03	3.13E-03	4.31E-03	5.68E-03
4	536.06E-06	1.18E-03	1.98E-03	2.92E-03	4.01E-03	5.26E-03
5	498.44E-06	1.10E-03	1.82E-03	2.67E-03	3.64E-03	4.73E-03
6	478.12E-06	1.05E-03	1.75E-03	2.56E-03	3.49E-03	4.52E-03
7	432.92E-06	954.16E-06	1.59E-03	2.32E-03	3.15E-03	4.06E-03
8	397.02E-06	880.57E-06	1.47E-03	2.17E-03	2.97E-03	3.87E-03
9	392.87E-06	879.43E-06	1.49E-03	2.23E-03	3.09E-03	4.08E-03
10	353.56E-06	800.14E-06	1.38E-03	2.09E-03	2.96E-03	3.99E-03
11	303.82E-06	694.00E-06	1.21E-03	1.87E-03	2.69E-03	3.68E-03
12	23.82E-03	53.11E-03	90.17E-03	135.87E-03	191.34E-03	257.93E-03
13	22.29E-03	49.69E-03	84.37E-03	127.13E-03	179.03E-03	241.34E-03
14	20.63E-03	46.01E-03	78.12E-03	117.70E-03	165.75E-03	223.44E-03
15	20.63E-03	46.01E-03	78.12E-03	117.70E-03	165.75E-03	223.44E-03
16	13.32E-03	29.70E-03	50.44E-03	76.00E-03	107.02E-03	144.26E-03
17	142.07E-03	355.79E-03	692.61E-03	1.19E+00	1.89E+00	2.86E+00
18	58.22E-03	129.89E-03	220.80E-03	333.19E-03	470.02E-03	634.85E-03

ORDER NO= 3.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	92.23E-06	45.89E-06	358.34E-06	813.36E-06	1.40E-03	2.08E-03
2	643.59E-06	813.23E-06	1.05E-03	1.30E-03	1.56E-03	1.83E-03
3	606.11E-06	1.37E-03	2.36E-03	3.59E-03	5.06E-03	6.79E-03
4	550.05E-06	1.24E-03	2.13E-03	3.22E-03	4.53E-03	6.05E-03
5	503.32E-06	1.13E-03	1.92E-03	2.89E-03	4.02E-03	5.33E-03
6	454.83E-06	1.02E-03	1.73E-03	2.58E-03	3.58E-03	4.73E-03
7	428.51E-06	956.29E-06	1.62E-03	2.40E-03	3.32E-03	4.36E-03
8	427.44E-06	953.75E-06	1.61E-03	2.40E-03	3.31E-03	4.36E-03
9	407.40E-06	914.16E-06	1.56E-03	2.34E-03	3.26E-03	4.34E-03
10	380.81E-06	867.11E-06	1.50E-03	2.30E-03	3.28E-03	4.45E-03
11	362.08E-06	834.65E-06	1.47E-03	2.28E-03	3.30E-03	4.52E-03
12	25.14E-03	57.53E-03	100.71E-03	156.10E-03	225.23E-03	309.73E-03
13	23.52E-03	53.82E-03	94.22E-03	146.04E-03	210.71E-03	289.75E-03
14	21.78E-03	49.83E-03	87.22E-03	135.19E-03	195.06E-03	268.23E-03
15	21.78E-03	49.83E-03	87.22E-03	135.19E-03	195.06E-03	268.23E-03
16	14.06E-03	32.17E-03	56.31E-03	87.28E-03	125.92E-03	173.15E-03
17	149.96E-03	386.22E-03	778.41E-03	1.38E+00	2.26E+00	3.48E+00
18	61.44E-03	140.67E-03	246.52E-03	382.67E-03	553.11E-03	762.09E-03

ORDER NO= 3.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	466.34E-06	487.33E-06	395.93E-06	164.70E-06	149.77E-06	441.50E-06
2	165.05E-06	186.27E-06	210.79E-06	236.16E-06	267.57E-06	308.38E-06
3	155.44E-06	330.86E-06	529.38E-06	751.79E-06	1.00E-03	1.29E-03
4	157.08E-06	338.61E-06	549.53E-06	789.07E-06	1.06E-03	1.36E-03
5	165.76E-06	364.89E-06	606.83E-06	890.21E-06	1.21E-03	1.58E-03
6	191.18E-06	423.61E-06	707.95E-06	1.04E-03	1.42E-03	1.83E-03
7	202.72E-06	449.34E-06	750.07E-06	1.10E-03	1.49E-03	1.92E-03
8	186.40E-06	413.77E-06	691.53E-06	1.01E-03	1.37E-03	1.77E-03
9	149.94E-06	334.31E-06	561.85E-06	828.79E-06	1.13E-03	1.47E-03
10	135.23E-06	302.79E-06	512.02E-06	761.28E-06	1.05E-03	1.38E-03
11	130.89E-06	292.33E-06	493.32E-06	733.27E-06	1.01E-03	1.33E-03
12	6.44E-03	13.86E-03	22.50E-03	32.52E-03	44.32E-03	58.51E-03
13	6.03E-03	12.97E-03	21.05E-03	30.43E-03	41.48E-03	54.76E-03
14	5.58E-03	12.01E-03	19.50E-03	28.18E-03	38.41E-03	50.71E-03
15	5.58E-03	12.01E-03	19.50E-03	28.18E-03	38.41E-03	50.71E-03
16	3.61E-03	7.75E-03	12.59E-03	18.20E-03	24.81E-03	32.75E-03
17	38.44E-03	92.55E-03	171.13E-03	280.33E-03	430.27E-03	636.19E-03
18	15.76E-03	33.90E-03	55.11E-03	79.79E-03	108.94E-03	144.10E-03

ORDER NO= 4.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	805.58E-06	999.20E-06	1.22E-03	1.38E-03	1.46E-03	1.43E-03
2	327.23E-06	483.56E-06	729.79E-06	1.01E-03	1.32E-03	1.65E-03
3	308.18E-06	763.58E-06	1.45E-03	2.40E-03	3.65E-03	5.20E-03
4	261.22E-06	648.52E-06	1.23E-03	2.05E-03	3.11E-03	4.44E-03
5	207.57E-06	515.42E-06	981.25E-06	1.63E-03	2.47E-03	3.53E-03
6	172.45E-06	417.54E-06	776.58E-06	1.27E-03	1.90E-03	2.69E-03
7	196.38E-06	448.86E-06	783.70E-06	1.21E-03	1.74E-03	2.37E-03
8	284.23E-06	636.97E-06	1.08E-03	1.63E-03	2.28E-03	3.03E-03
9	409.33E-06	919.06E-06	1.57E-03	2.36E-03	3.31E-03	4.41E-03
10	551.98E-06	1.24E-03	2.13E-03	3.23E-03	4.55E-03	6.10E-03
11	640.03E-06	1.45E-03	2.48E-03	3.77E-03	5.32E-03	7.15E-03
12	12.81E-03	32.09E-03	62.08E-03	105.15E-03	163.65E-03	239.97E-03
13	11.97E-03	30.01E-03	58.05E-03	98.33E-03	153.04E-03	224.41E-03
14	11.08E-03	27.77E-03	53.72E-03	90.99E-03	141.63E-03	207.68E-03
15	11.08E-03	27.77E-03	53.72E-03	90.99E-03	141.63E-03	207.68E-03
16	7.15E-03	17.92E-03	34.67E-03	58.72E-03	91.40E-03	134.03E-03
17	76.28E-03	216.81E-03	488.94E-03	956.94E-03	1.70E+00	2.80E+00
18	31.24E-03	78.35E-03	151.79E-03	257.52E-03	401.57E-03	590.09E-03

ORDER NO= 4.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	30.08E-06	24.44E-06	12.49E-06	17.41E-06	42.85E-06	74.51E-06
2	30.08E-06	54.52E-06	67.02E-06	84.43E-06	127.28E-06	201.79E-06
3	28.33E-06	51.35E-06	63.11E-06	79.51E-06	119.87E-06	190.05E-06
4	28.86E-06	54.92E-06	67.79E-06	48.93E-06	45.13E-06	86.00E-06
5	39.26E-06	85.29E-06	131.09E-06	100.09E-06	79.56E-06	133.54E-06
6	47.54E-06	107.09E-06	174.17E-06	151.96E-06	154.56E-06	233.90E-06
7	46.88E-06	105.94E-06	174.06E-06	158.97E-06	168.72E-06	247.06E-06
8	46.18E-06	103.38E-06	168.88E-06	158.73E-06	169.20E-06	236.76E-06
9	61.92E-06	138.29E-06	227.05E-06	222.09E-06	245.52E-06	339.05E-06
10	70.15E-06	156.98E-06	259.95E-06	261.76E-06	299.74E-06	418.41E-06
11	80.57E-06	180.07E-06	298.47E-06	303.80E-06	351.45E-06	490.74E-06
12	1.18E-03	2.15E-03	2.67E-03	3.42E-03	5.32E-03	8.76E-03
13	1.10E-03	2.01E-03	2.50E-03	3.19E-03	4.96E-03	8.18E-03
14	1.02E-03	1.86E-03	2.31E-03	2.95E-03	4.59E-03	7.57E-03
15	1.02E-03	1.86E-03	2.31E-03	2.95E-03	4.59E-03	7.57E-03
16	657.15E-06	1.20E-03	1.49E-03	1.90E-03	2.96E-03	4.88E-03
17	7.00E-03	14.10E-03	18.75E-03	26.80E-03	50.83E-03	100.61E-03
18	2.87E-03	5.25E-03	6.51E-03	8.33E-03	12.99E-03	21.49E-03

ORDER NO= 5.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	213.74E-06	274.05E-06	359.00E-06	447.75E-06	538.87E-06	631.11E-06
2	213.74E-06	487.79E-06	128.79E-06	318.96E-06	857.83E-06	1.49E-03
3	201.29E-06	459.39E-06	121.29E-06	300.39E-06	807.89E-06	1.40E-03
4	176.38E-06	401.14E-06	108.68E-06	254.09E-06	688.75E-06	1.20E-03
5	158.00E-06	358.14E-06	99.68E-06	219.12E-06	598.76E-06	1.04E-03
6	139.60E-06	314.19E-06	92.30E-06	178.82E-06	497.25E-06	863.81E-06
7	130.94E-06	292.27E-06	91.71E-06	153.98E-06	434.82E-06	755.41E-06
8	134.18E-06	299.62E-06	95.62E-06	166.77E-06	458.42E-06	795.04E-06
9	129.29E-06	290.69E-06	90.80E-06	182.82E-06	483.80E-06	838.01E-06
10	119.40E-06	272.39E-06	78.66E-06	199.07E-06	510.36E-06	883.63E-06
11	125.32E-06	288.32E-06	78.39E-06	222.73E-06	566.58E-06	980.78E-06
12	8.35E-03	19.27E-03	4.65E-03	14.75E-03	38.63E-03	67.85E-03
13	7.81E-03	18.03E-03	4.35E-03	13.80E-03	36.13E-03	63.47E-03
14	7.23E-03	16.69E-03	4.03E-03	12.77E-03	33.45E-03	58.75E-03
15	7.23E-03	16.69E-03	4.03E-03	12.77E-03	33.45E-03	58.75E-03
16	4.67E-03	10.77E-03	2.60E-03	8.24E-03	21.59E-03	37.92E-03
17	49.80E-03	129.42E-03	5.11E-03	211.67E-03	513.85E-03	935.58E-03
18	20.40E-03	47.10E-03	11.09E-03	36.02E-03	94.78E-03	166.84E-03

ORDER NO= 5.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	111.76E-06	144.80E-06	191.52E-06	240.35E-06	290.37E-06	340.81E-06
2	111.76E-06	256.56E-06	448.08E-06	688.42E-06	978.79E-06	1.32E-03
3	105.26E-06	241.62E-06	421.98E-06	648.34E-06	921.80E-06	1.24E-03
4	83.19E-06	191.06E-06	333.91E-06	513.37E-06	730.38E-06	985.26E-06
5	67.83E-06	155.72E-06	272.00E-06	418.01E-06	594.48E-06	801.69E-06
6	55.01E-06	125.23E-06	216.64E-06	329.97E-06	465.61E-06	623.66E-06
7	40.34E-06	91.48E-06	157.60E-06	239.22E-06	336.66E-06	450.10E-06
8	35.30E-06	79.27E-06	135.12E-06	203.26E-06	284.11E-06	378.15E-06
9	46.90E-06	105.93E-06	182.00E-06	276.13E-06	389.33E-06	522.60E-06
10	65.85E-06	149.78E-06	259.44E-06	396.59E-06	562.82E-06	759.52E-06
11	76.48E-06	174.55E-06	303.43E-06	465.22E-06	661.72E-06	894.41E-06
12	4.37E-03	10.14E-03	18.01E-03	28.23E-03	41.07E-03	56.80E-03
13	4.09E-03	9.48E-03	16.84E-03	26.40E-03	38.41E-03	53.12E-03
14	3.78E-03	8.78E-03	15.59E-03	24.44E-03	35.56E-03	49.17E-03
15	3.78E-03	8.78E-03	15.59E-03	24.44E-03	35.56E-03	49.17E-03
16	2.44E-03	5.67E-03	10.06E-03	15.77E-03	22.95E-03	31.73E-03
17	26.04E-03	68.11E-03	139.52E-03	250.67E-03	413.41E-03	641.01E-03
18	10.67E-03	24.78E-03	44.05E-03	69.16E-03	100.80E-03	139.67E-03

ORDER NO= 6.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	57.52E-06	85.74E-06	130.41E-06	181.75E-06	238.32E-06	298.78E-06
2	57.52E-06	143.26E-06	273.67E-06	455.42E-06	693.74E-06	992.51E-06
3	54.17E-06	134.92E-06	257.73E-06	428.90E-06	653.35E-06	934.73E-06
4	53.05E-06	130.49E-06	246.06E-06	405.12E-06	611.84E-06	869.33E-06
5	43.70E-06	107.15E-06	201.41E-06	330.77E-06	498.61E-06	707.43E-06
6	30.32E-06	73.61E-06	137.39E-06	224.92E-06	338.84E-06	481.17E-06
7	35.56E-06	81.19E-06	141.59E-06	218.47E-06	313.45E-06	428.00E-06
8	51.46E-06	114.89E-06	194.59E-06	291.08E-06	405.06E-06	537.34E-06
9	75.77E-06	170.06E-06	289.91E-06	436.42E-06	610.73E-06	814.05E-06
10	101.53E-06	228.82E-06	392.31E-06	594.12E-06	836.35E-06	1.12E-03
11	117.62E-06	265.56E-06	456.33E-06	692.69E-06	977.30E-06	1.31E-03
12	2.25E-03	5.67E-03	11.03E-03	18.77E-03	29.31E-03	43.11E-03
13	2.10E-03	5.30E-03	10.31E-03	17.55E-03	27.41E-03	40.32E-03
14	1.95E-03	4.91E-03	9.54E-03	16.24E-03	25.37E-03	37.31E-03
15	1.95E-03	4.91E-03	9.54E-03	16.24E-03	25.37E-03	37.31E-03
16	1.26E-03	3.17E-03	6.16E-03	10.48E-03	16.37E-03	24.08E-03
17	13.41E-03	38.33E-03	86.95E-03	171.02E-03	304.61E-03	504.18E-03
18	5.49E-03	13.84E-03	26.97E-03	45.96E-03	71.93E-03	106.02E-03

EK A4 Bilgisayar Programının Sistem ile İlgili Bulduğu Sonuçlar

ORDER NO= 6.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	102.81E-06	124.03E-06	152.31E-06	181.36E-06	211.72E-06	243.66E-06
2	102.81E-06	226.84E-06	379.15E-06	560.50E-06	772.22E-06	1.02E-03
3	96.82E-06	213.63E-06	357.07E-06	527.87E-06	727.26E-06	956.74E-06
4	90.37E-06	199.46E-06	333.20E-06	491.82E-06	675.95E-06	886.47E-06
5	84.03E-06	184.82E-06	306.98E-06	449.80E-06	613.00E-06	796.63E-06
6	80.60E-06	177.59E-06	295.17E-06	432.17E-06	587.71E-06	761.21E-06
7	72.99E-06	160.86E-06	267.22E-06	390.73E-06	530.31E-06	685.17E-06
8	66.93E-06	148.45E-06	248.52E-06	366.32E-06	501.27E-06	653.09E-06
9	66.23E-06	148.26E-06	251.19E-06	375.21E-06	520.75E-06	688.49E-06
10	59.61E-06	134.89E-06	232.04E-06	352.72E-06	498.81E-06	672.36E-06
11	51.22E-06	117.00E-06	203.99E-06	314.96E-06	452.85E-06	620.53E-06
12	4.02E-03	8.95E-03	15.20E-03	22.91E-03	32.26E-03	43.48E-03
13	3.76E-03	8.38E-03	14.22E-03	21.43E-03	30.18E-03	40.69E-03
14	3.48E-03	7.76E-03	13.17E-03	19.84E-03	27.94E-03	37.67E-03
15	3.48E-03	7.76E-03	13.17E-03	19.84E-03	27.94E-03	37.67E-03
16	2.25E-03	5.01E-03	8.50E-03	12.81E-03	18.04E-03	24.32E-03
17	23.95E-03	59.98E-03	116.77E-03	200.63E-03	319.28E-03	481.99E-03
18	9.81E-03	21.90E-03	37.22E-03	56.17E-03	79.24E-03	107.03E-03

ORDER NO= 7.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	106.89E-06	135.06E-06	174.71E-06	216.43E-06	259.79E-06	304.31E-06
2	106.89E-06	241.95E-06	416.66E-06	633.09E-06	892.88E-06	1.20E-03
3	100.67E-06	227.86E-06	392.40E-06	596.23E-06	840.89E-06	1.13E-03
4	91.35E-06	206.20E-06	353.76E-06	535.46E-06	752.38E-06	1.01E-03
5	83.59E-06	187.54E-06	319.23E-06	479.22E-06	667.95E-06	885.65E-06
6	75.54E-06	169.05E-06	286.67E-06	428.52E-06	594.61E-06	784.91E-06
7	71.17E-06	158.82E-06	268.23E-06	399.17E-06	551.41E-06	724.80E-06
8	70.99E-06	158.40E-06	267.47E-06	398.10E-06	550.37E-06	724.44E-06
9	67.66E-06	151.83E-06	258.36E-06	388.06E-06	541.92E-06	721.01E-06
10	63.25E-06	144.01E-06	249.73E-06	382.60E-06	544.80E-06	738.41E-06
11	60.14E-06	138.62E-06	244.00E-06	379.28E-06	547.31E-06	750.60E-06
12	4.18E-03	9.55E-03	16.73E-03	25.93E-03	37.41E-03	51.44E-03
13	3.91E-03	8.94E-03	15.65E-03	24.25E-03	35.00E-03	48.12E-03
14	3.62E-03	8.28E-03	14.49E-03	22.45E-03	32.40E-03	44.55E-03
15	3.62E-03	8.28E-03	14.49E-03	22.45E-03	32.40E-03	44.55E-03
16	2.34E-03	5.34E-03	9.35E-03	14.49E-03	20.91E-03	28.76E-03
17	24.91E-03	64.14E-03	129.28E-03	229.37E-03	374.97E-03	578.19E-03
18	10.20E-03	23.36E-03	40.94E-03	63.56E-03	91.86E-03	126.57E-03

ORDER NO= 7.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	27.68E-06	31.24E-06	35.36E-06	39.61E-06	44.88E-06	51.72E-06
2	27.68E-06	58.93E-06	94.28E-06	133.89E-06	178.77E-06	230.50E-06
3	26.07E-06	55.50E-06	88.79E-06	126.10E-06	168.36E-06	217.08E-06
4	26.35E-06	56.79E-06	92.17E-06	132.35E-06	177.69E-06	228.95E-06
5	27.80E-06	61.20E-06	101.78E-06	149.31E-06	203.69E-06	265.03E-06
6	32.07E-06	71.05E-06	118.74E-06	174.43E-06	237.39E-06	307.23E-06
7	34.00E-06	75.37E-06	125.81E-06	184.29E-06	249.76E-06	321.59E-06
8	31.26E-06	69.40E-06	115.99E-06	170.04E-06	230.57E-06	297.04E-06
9	25.15E-06	56.07E-06	94.24E-06	139.01E-06	189.79E-06	246.37E-06
10	22.68E-06	50.79E-06	85.88E-06	127.69E-06	176.01E-06	231.11E-06
11	21.95E-06	49.03E-06	82.74E-06	122.99E-06	169.83E-06	223.84E-06
12	1.08E-03	2.32E-03	3.77E-03	5.45E-03	7.43E-03	9.81E-03
13	1.01E-03	2.18E-03	3.53E-03	5.10E-03	6.96E-03	9.18E-03
14	936.59E-06	2.01E-03	3.27E-03	4.73E-03	6.44E-03	8.51E-03
15	936.59E-06	2.01E-03	3.27E-03	4.73E-03	6.44E-03	8.51E-03
16	604.76E-06	1.30E-03	2.11E-03	3.05E-03	4.16E-03	5.49E-03
17	6.45E-03	15.52E-03	28.70E-03	47.02E-03	72.17E-03	106.71E-03
18	2.64E-03	5.69E-03	9.24E-03	13.38E-03	18.27E-03	24.17E-03

ORDER NO= 8.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	56.30E-06	83.19E-06	125.56E-06	174.08E-06	227.40E-06	284.28E-06
2	56.30E-06	139.49E-06	265.05E-06	439.13E-06	666.53E-06	950.81E-06
3	53.02E-06	131.37E-06	249.61E-06	413.56E-06	627.72E-06	895.45E-06
4	44.94E-06	111.57E-06	212.38E-06	352.34E-06	535.32E-06	764.22E-06
5	35.71E-06	88.67E-06	168.82E-06	280.14E-06	425.77E-06	608.06E-06
6	29.67E-06	71.83E-06	133.61E-06	217.96E-06	327.31E-06	463.50E-06
7	33.79E-06	77.22E-06	134.83E-06	208.18E-06	298.78E-06	407.97E-06
8	48.90E-06	109.59E-06	186.47E-06	280.25E-06	391.69E-06	521.68E-06
9	70.42E-06	158.12E-06	269.72E-06	406.31E-06	569.03E-06	759.07E-06
10	94.97E-06	214.07E-06	367.07E-06	555.96E-06	782.69E-06	1.05E-03
11	110.11E-06	248.66E-06	427.36E-06	648.82E-06	915.49E-06	1.23E-03
12	2.20E-03	5.52E-03	10.68E-03	18.09E-03	28.16E-03	41.28E-03
13	2.06E-03	5.16E-03	9.99E-03	16.92E-03	26.33E-03	38.61E-03
14	1.91E-03	4.78E-03	9.24E-03	15.66E-03	24.37E-03	35.73E-03
15	1.91E-03	4.78E-03	9.24E-03	15.66E-03	24.37E-03	35.73E-03
16	1.23E-03	3.08E-03	5.96E-03	10.10E-03	15.72E-03	23.06E-03
17	13.12E-03	37.30E-03	84.12E-03	164.63E-03	292.10E-03	481.99E-03
18	5.37E-03	13.48E-03	26.11E-03	44.30E-03	69.09E-03	101.52E-03

```
 ******************************************************
 * HER BIR KUTLEDE MEYDANA GELEN TORK DEGERLERI [kg-cm]*
 ******************************************************
ORDER NO=    .500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI
```

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	152.45E+00	125.18E+00	65.08E+00	92.55E+00	233.01E+00	415.42E+00
2	638.24E+00	518.86E+00	265.46E+00	370.47E+00	913.09E+00	1.59E+03
3	3.41E+03	4.18E+03	5.31E+03	6.58E+03	8.01E+03	9.60E+03
4	6.25E+03	7.51E+03	9.19E+03	10.93E+03	12.76E+03	14.72E+03
5	4.36E+03	5.00E+03	5.72E+03	6.37E+03	7.03E+03	7.77E+03
6	1.50E+03	1.42E+03	1.11E+03	647.32E+00	573.12E+00	1.34E+03
7	1.87E+03	2.76E+03	4.20E+03	5.87E+03	7.73E+03	9.76E+03
8	4.34E+03	5.67E+03	7.69E+03	9.98E+03	12.51E+03	15.23E+03
9	1.83E+03	2.22E+03	2.97E+03	4.05E+03	5.42E+03	7.02E+03
10	4.69E+03	5.53E+03	6.66E+03	7.86E+03	9.20E+03	10.72E+03
11	1.51E+03	1.23E+03	560.89E+00	864.44E+00	2.42E+03	4.46E+03
12	3.86E+03	3.22E+03	1.82E+03	2.56E+03	6.26E+03	11.27E+03
13	6.49E+03	5.40E+03	2.98E+03	4.23E+03	10.51E+03	18.99E+03
14	6.86E+03	5.71E+03	3.14E+03	4.46E+03	11.11E+03	20.07E+03
15	40.49E+03	33.58E+03	17.88E+03	25.73E+03	65.47E+03	118.71E+03
16	220.07E+03	221.30E+03	144.36E+03	249.48E+03	742.62E+03	1.54E+06
17	48.91E+03	49.46E+03	32.38E+03	56.10E+03	167.26E+03	346.50E+03

```
ORDER NO=   1.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI
```

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	1.81E+03	2.35E+03	3.13E+03	3.98E+03	4.90E+03	5.89E+03
2	7.59E+03	9.73E+03	12.76E+03	15.94E+03	19.21E+03	22.53E+03
3	10.28E+03	13.57E+03	18.33E+03	23.43E+03	28.75E+03	34.23E+03
4	7.23E+03	9.85E+03	13.79E+03	18.15E+03	22.85E+03	27.77E+03
5	10.62E+03	14.39E+03	19.99E+03	26.10E+03	32.60E+03	39.36E+03
6	14.01E+03	18.76E+03	25.75E+03	33.34E+03	41.38E+03	49.73E+03
7	9.91E+03	13.79E+03	19.69E+03	26.26E+03	33.34E+03	40.79E+03
8	11.15E+03	15.02E+03	20.74E+03	26.98E+03	33.58E+03	40.44E+03
9	14.35E+03	18.53E+03	24.44E+03	30.64E+03	37.03E+03	43.53E+03
10	15.86E+03	20.61E+03	27.39E+03	34.53E+03	41.92E+03	49.45E+03
11	18.32E+03	23.94E+03	32.32E+03	41.76E+03	52.29E+03	63.91E+03
12	45.26E+03	59.20E+03	80.03E+03	103.49E+03	129.63E+03	158.52E+03
13	76.53E+03	100.09E+03	135.27E+03	174.90E+03	219.08E+03	267.88E+03
14	80.90E+03	105.79E+03	142.98E+03	184.87E+03	231.57E+03	283.15E+03
15	480.38E+03	628.10E+03	848.75E+03	1.10E+06	1.37E+06	1.68E+06
16	2.62E+06	4.16E+06	6.95E+06	10.72E+06	15.62E+06	21.77E+06
17	581.96E+03	928.79E+03	1.56E+06	2.41E+06	3.52E+06	4.91E+06

ORDER NO= 1.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	969.09E+00	1.27E+03	1.71E+03	2.19E+03	2.70E+03	3.25E+03
2	4.06E+03	5.26E+03	6.96E+03	8.75E+03	10.59E+03	12.45E+03
3	8.46E+03	10.83E+03	14.13E+03	17.56E+03	21.06E+03	24.58E+03
4	5.66E+03	7.37E+03	9.81E+03	12.37E+03	15.01E+03	17.69E+03
5	7.13E+03	9.39E+03	12.67E+03	16.19E+03	19.86E+03	23.64E+03
6	6.03E+03	7.86E+03	10.49E+03	13.26E+03	16.12E+03	19.02E+03
7	7.71E+03	10.14E+03	13.65E+03	17.39E+03	21.30E+03	25.30E+03
8	6.46E+03	8.66E+03	11.93E+03	15.51E+03	19.33E+03	23.32E+03
9	9.59E+03	12.50E+03	16.69E+03	21.15E+03	25.81E+03	30.59E+03
10	10.73E+03	13.81E+03	18.15E+03	22.68E+03	27.33E+03	32.04E+03
11	9.74E+03	12.87E+03	17.56E+03	22.84E+03	28.72E+03	35.20E+03
12	24.28E+03	32.08E+03	43.77E+03	56.93E+03	71.57E+03	87.69E+03
13	41.01E+03	54.18E+03	73.92E+03	96.15E+03	120.88E+03	148.11E+03
14	43.34E+03	57.26E+03	78.13E+03	101.63E+03	127.76E+03	156.54E+03
15	257.03E+03	339.57E+03	463.27E+03	602.63E+03	757.64E+03	928.34E+03
16	1.40E+06	2.25E+06	3.79E+06	5.89E+06	8.61E+06	12.03E+06
17	311.25E+03	501.94E+03	851.02E+03	1.32E+06	1.94E+06	2.71E+06

ORDER NO= 2.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	539.48E+00	812.75E+00	1.26E+03	1.79E+03	2.40E+03	3.08E+03
2	2.26E+03	3.37E+03	5.13E+03	7.16E+03	9.40E+03	11.80E+03
3	2.57E+03	3.49E+03	5.15E+03	7.27E+03	9.75E+03	12.53E+03
4	5.18E+03	7.16E+03	10.24E+03	13.77E+03	17.66E+03	21.82E+03
5	8.44E+03	11.28E+03	15.54E+03	20.26E+03	25.33E+03	30.69E+03
6	7.86E+03	10.47E+03	14.46E+03	18.96E+03	23.89E+03	29.16E+03
7	10.58E+03	13.94E+03	18.93E+03	24.45E+03	30.38E+03	36.63E+03
8	10.10E+03	13.20E+03	17.85E+03	23.05E+03	28.70E+03	34.71E+03
9	10.11E+03	12.96E+03	17.25E+03	22.07E+03	27.36E+03	33.03E+03
10	11.09E+03	14.35E+03	19.19E+03	24.55E+03	30.34E+03	36.49E+03
11	5.37E+03	8.18E+03	12.86E+03	18.61E+03	25.42E+03	33.29E+03
12	13.60E+03	20.64E+03	32.33E+03	46.67E+03	63.65E+03	83.27E+03
13	22.91E+03	34.80E+03	54.54E+03	78.76E+03	107.43E+03	140.57E+03
14	24.21E+03	36.77E+03	57.65E+03	83.24E+03	113.54E+03	148.57E+03
15	143.20E+03	217.63E+03	341.36E+03	493.07E+03	672.78E+03	880.49E+03
16	779.85E+03	1.44E+06	2.79E+06	4.82E+06	7.64E+06	11.40E+06
17	173.33E+03	321.58E+03	626.89E+03	1.08E+06	1.72E+06	2.57E+06

EK A4 Bilgisayar Programının Sistem ile İlgili Bulduğu Sonuçlar

ORDER NO= 2.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	1.01E+03	1.23E+03	1.54E+03	1.87E+03	2.23E+03	2.63E+03
2	4.22E+03	5.09E+03	6.26E+03	7.47E+03	8.73E+03	10.06E+03
3	2.67E+03	3.30E+03	4.42E+03	5.93E+03	7.78E+03	9.92E+03
4	3.91E+03	5.45E+03	7.90E+03	10.75E+03	13.92E+03	17.35E+03
5	1.74E+03	2.70E+03	4.65E+03	7.20E+03	10.20E+03	13.57E+03
6	4.65E+03	6.31E+03	8.94E+03	11.99E+03	15.39E+03	19.07E+03
7	2.78E+03	3.61E+03	5.30E+03	7.62E+03	10.45E+03	13.69E+03
8	1.19E+03	2.54E+03	5.02E+03	8.12E+03	11.72E+03	15.72E+03
9	2.83E+03	2.71E+03	2.80E+03	3.88E+03	5.94E+03	8.63E+03
10	5.92E+03	6.70E+03	7.57E+03	8.41E+03	9.38E+03	10.59E+03
11	10.29E+03	12.66E+03	16.03E+03	19.77E+03	24.00E+03	28.81E+03
12	25.07E+03	30.84E+03	39.06E+03	48.22E+03	58.61E+03	70.46E+03
13	42.46E+03	52.23E+03	66.16E+03	81.67E+03	99.25E+03	119.28E+03
14	44.89E+03	55.22E+03	69.95E+03	86.34E+03	104.92E+03	126.10E+03
15	267.12E+03	328.59E+03	416.24E+03	513.73E+03	624.16E+03	749.97E+03
16	1.46E+06	2.18E+06	3.41E+06	5.02E+06	7.10E+06	9.72E+06
17	323.78E+03	486.21E+03	765.42E+03	1.13E+06	1.60E+06	2.19E+06

ORDER NO= 3.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	1.06E+03	1.36E+03	1.79E+03	2.26E+03	2.77E+03	3.33E+03
2	4.45E+03	5.63E+03	7.29E+03	9.05E+03	10.87E+03	12.76E+03
3	4.24E+03	5.70E+03	7.89E+03	10.33E+03	12.98E+03	15.78E+03
4	4.83E+03	6.74E+03	9.67E+03	12.95E+03	16.51E+03	20.28E+03
5	3.77E+03	5.18E+03	7.43E+03	10.07E+03	13.02E+03	16.20E+03
6	3.48E+03	5.22E+03	8.02E+03	11.28E+03	14.90E+03	18.81E+03
7	4.29E+03	6.42E+03	9.78E+03	13.66E+03	17.93E+03	22.52E+03
8	5.93E+03	8.28E+03	11.87E+03	15.89E+03	20.25E+03	24.85E+03
9	8.06E+03	10.72E+03	14.62E+03	18.86E+03	23.35E+03	28.01E+03
10	6.92E+03	9.02E+03	12.09E+03	15.41E+03	18.94E+03	22.63E+03
11	10.82E+03	13.93E+03	18.56E+03	23.81E+03	29.71E+03	36.31E+03
12	26.50E+03	34.17E+03	45.62E+03	58.61E+03	73.24E+03	89.60E+03
13	44.86E+03	57.82E+03	77.18E+03	99.14E+03	123.87E+03	151.51E+03
14	47.42E+03	61.12E+03	81.59E+03	104.79E+03	130.94E+03	160.16E+03
15	281.97E+03	363.35E+03	484.85E+03	622.60E+03	777.77E+03	951.17E+03
16	1.54E+06	2.40E+06	3.97E+06	6.09E+06	8.84E+06	12.33E+06
17	341.73E+03	537.50E+03	891.25E+03	1.37E+06	1.99E+06	2.78E+06

EK A4 Bilgisayar Programının Sistem ile İlgili Bulduğu Sonuçlar

ORDER NO= 3.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	272.86E+00	311.23E+00	358.25E+00	409.51E+00	474.64E+00	560.88E+00
2	1.14E+03	1.29E+03	1.46E+03	1.64E+03	1.86E+03	2.15E+03
3	870.08E+00	850.73E+00	921.74E+00	1.29E+03	1.95E+03	2.81E+03
4	2.58E+03	2.89E+03	3.24E+03	3.63E+03	4.14E+03	4.85E+03
5	1.99E+03	2.38E+03	3.07E+03	4.01E+03	5.18E+03	6.56E+03
6	1.06E+03	1.67E+03	2.72E+03	4.01E+03	5.49E+03	7.13E+03
7	1.49E+03	2.04E+03	2.94E+03	4.01E+03	5.22E+03	6.55E+03
8	2.54E+03	2.96E+03	3.48E+03	3.98E+03	4.50E+03	5.06E+03
9	1.14E+03	1.15E+03	1.21E+03	1.52E+03	2.15E+03	3.02E+03
10	2.30E+03	2.41E+03	2.33E+03	2.05E+03	1.64E+03	1.27E+03
11	2.79E+03	3.22E+03	3.78E+03	4.40E+03	5.18E+03	6.22E+03
12	6.77E+03	7.78E+03	9.07E+03	10.52E+03	12.40E+03	14.94E+03
13	11.48E+03	13.20E+03	15.39E+03	17.85E+03	21.05E+03	25.35E+03
14	12.14E+03	13.95E+03	16.27E+03	18.88E+03	22.26E+03	26.80E+03
15	72.28E+03	83.16E+03	97.04E+03	112.68E+03	132.85E+03	159.87E+03
16	394.12E+03	550.66E+03	795.63E+03	1.10E+06	1.51E+06	2.07E+06
17	87.61E+03	123.10E+03	178.57E+03	248.07E+03	340.59E+03	467.75E+03

ORDER NO= 4.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	540.99E+00	807.94E+00	1.24E+03	1.75E+03	2.34E+03	3.01E+03
2	2.26E+03	3.35E+03	5.06E+03	7.02E+03	9.19E+03	11.51E+03
3	3.60E+03	5.11E+03	7.48E+03	10.20E+03	13.19E+03	16.40E+03
4	5.05E+03	6.96E+03	9.95E+03	13.35E+03	17.09E+03	21.09E+03
5	6.35E+03	8.59E+03	12.02E+03	15.92E+03	20.20E+03	24.76E+03
6	7.60E+03	10.13E+03	13.98E+03	18.32E+03	23.06E+03	28.12E+03
7	8.75E+03	11.54E+03	15.75E+03	20.46E+03	25.60E+03	31.07E+03
8	9.77E+03	12.78E+03	17.29E+03	22.31E+03	27.76E+03	33.55E+03
9	10.39E+03	13.52E+03	18.19E+03	23.36E+03	28.97E+03	34.91E+03
10	10.75E+03	13.92E+03	18.62E+03	23.82E+03	29.43E+03	35.37E+03
11	5.39E+03	8.14E+03	12.69E+03	18.26E+03	24.85E+03	32.45E+03
12	13.63E+03	20.51E+03	31.89E+03	45.80E+03	62.23E+03	81.18E+03
13	22.97E+03	34.59E+03	53.80E+03	77.28E+03	105.03E+03	137.03E+03
14	24.28E+03	36.55E+03	56.86E+03	81.68E+03	111.00E+03	144.83E+03
15	143.60E+03	216.34E+03	336.72E+03	483.86E+03	657.73E+03	858.34E+03
16	782.00E+03	1.43E+06	2.76E+06	4.73E+06	7.47E+06	11.12E+06
17	173.81E+03	319.68E+03	618.39E+03	1.06E+06	1.68E+06	2.51E+06

EK A4 Bilgisayar Programının Sistem ile İlgili Bulduğu Sonuçlar

ORDER NO= 4.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	49.73E+00	40.84E+00	21.23E+00	30.19E+00	76.02E+00	135.52E+00
2	208.22E+00	169.27E+00	86.60E+00	120.86E+00	297.88E+00	518.81E+00
3	1.11E+03	1.37E+03	1.73E+03	2.15E+03	2.61E+03	3.13E+03
4	2.04E+03	2.45E+03	3.00E+03	3.56E+03	4.16E+03	4.80E+03
5	1.42E+03	1.63E+03	1.87E+03	2.08E+03	2.29E+03	2.54E+03
6	489.55E+00	464.73E+00	363.42E+00	211.18E+00	186.97E+00	437.01E+00
7	610.20E+00	901.94E+00	1.37E+03	1.91E+03	2.52E+03	3.18E+03
8	1.41E+03	1.85E+03	2.51E+03	3.25E+03	4.08E+03	4.97E+03
9	595.89E+00	723.51E+00	970.43E+00	1.32E+03	1.77E+03	2.29E+03
10	1.53E+03	1.80E+03	2.17E+03	2.56E+03	3.00E+03	3.50E+03
11	492.22E+00	401.80E+00	182.98E+00	282.01E+00	790.49E+00	1.45E+03
12	1.26E+03	1.05E+03	593.88E+00	835.91E+00	2.04E+03	3.68E+03
13	2.12E+03	1.76E+03	971.47E+00	1.38E+03	3.43E+03	6.20E+03
14	2.24E+03	1.86E+03	1.02E+03	1.46E+03	3.62E+03	6.55E+03
15	13.21E+03	10.96E+03	5.83E+03	8.39E+03	21.36E+03	38.73E+03
16	71.80E+03	72.20E+03	47.10E+03	81.39E+03	242.27E+03	501.41E+03
17	15.96E+03	16.13E+03	10.56E+03	18.30E+03	54.57E+03	113.04E+03

ORDER NO= 5.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	353.36E+00	457.89E+00	610.14E+00	776.41E+00	955.90E+00	1.15E+03
2	1.48E+03	1.90E+03	2.49E+03	3.11E+03	3.75E+03	4.39E+03
3	2.01E+03	2.65E+03	3.58E+03	4.57E+03	5.61E+03	6.68E+03
4	1.41E+03	1.92E+03	2.69E+03	3.54E+03	4.46E+03	5.42E+03
5	2.07E+03	2.81E+03	3.90E+03	5.09E+03	6.36E+03	7.68E+03
6	2.73E+03	3.66E+03	5.02E+03	6.50E+03	8.07E+03	9.70E+03
7	1.93E+03	2.69E+03	3.84E+03	5.12E+03	6.50E+03	7.95E+03
8	2.17E+03	2.93E+03	4.05E+03	5.26E+03	6.55E+03	7.89E+03
9	2.80E+03	3.61E+03	4.77E+03	5.98E+03	7.22E+03	8.49E+03
10	3.09E+03	4.02E+03	5.34E+03	6.73E+03	8.18E+03	9.64E+03
11	3.57E+03	4.67E+03	6.30E+03	8.14E+03	10.20E+03	12.46E+03
12	8.83E+03	11.55E+03	15.61E+03	20.18E+03	25.28E+03	30.91E+03
13	14.93E+03	19.52E+03	26.38E+03	34.11E+03	42.73E+03	52.24E+03
14	15.78E+03	20.63E+03	27.88E+03	36.05E+03	45.16E+03	55.22E+03
15	93.68E+03	122.49E+03	165.52E+03	213.99E+03	268.02E+03	327.70E+03
16	510.57E+03	810.35E+03	1.36E+06	2.09E+06	3.05E+06	4.25E+06
17	113.49E+03	181.13E+03	304.16E+03	470.34E+03	685.92E+03	957.23E+03

ORDER NO= 5.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	184.77E+00	241.93E+00	325.49E+00	416.76E+00	515.08E+00	619.87E+00
2	773.56E+00	1.00E+03	1.33E+03	1.67E+03	2.02E+03	2.37E+03
3	1.61E+03	2.06E+03	2.69E+03	3.35E+03	4.01E+03	4.69E+03
4	1.08E+03	1.41E+03	1.87E+03	2.36E+03	2.86E+03	3.37E+03
5	1.36E+03	1.79E+03	2.42E+03	3.09E+03	3.79E+03	4.51E+03
6	1.15E+03	1.50E+03	2.00E+03	2.53E+03	3.07E+03	3.63E+03
7	1.47E+03	1.93E+03	2.60E+03	3.32E+03	4.06E+03	4.82E+03
8	1.23E+03	1.65E+03	2.27E+03	2.96E+03	3.69E+03	4.45E+03
9	1.83E+03	2.38E+03	3.18E+03	4.03E+03	4.92E+03	5.83E+03
10	2.05E+03	2.63E+03	3.46E+03	4.32E+03	5.21E+03	6.11E+03
11	1.86E+03	2.45E+03	3.35E+03	4.35E+03	5.48E+03	6.71E+03
12	4.63E+03	6.12E+03	8.35E+03	10.86E+03	13.65E+03	16.72E+03
13	7.82E+03	10.33E+03	14.09E+03	18.33E+03	23.05E+03	28.24E+03
14	8.26E+03	10.92E+03	14.90E+03	19.38E+03	24.36E+03	29.85E+03
15	49.01E+03	64.74E+03	88.33E+03	114.90E+03	144.46E+03	177.00E+03
16	266.98E+03	428.16E+03	723.00E+03	1.12E+06	1.64E+06	2.29E+06
17	59.35E+03	95.70E+03	162.26E+03	252.47E+03	369.60E+03	516.92E+03

ORDER NO= 6.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	95.09E+00	143.26E+00	221.63E+00	315.16E+00	422.75E+00	543.42E+00
2	398.12E+00	593.82E+00	904.05E+00	1.26E+03	1.66E+03	2.08E+03
3	453.50E+00	614.93E+00	907.99E+00	1.28E+03	1.72E+03	2.21E+03
4	913.32E+00	1.26E+03	1.81E+03	2.43E+03	3.11E+03	3.85E+03
5	1.49E+03	1.99E+03	2.74E+03	3.57E+03	4.47E+03	5.41E+03
6	1.39E+03	1.85E+03	2.55E+03	3.34E+03	4.21E+03	5.14E+03
7	1.86E+03	2.46E+03	3.34E+03	4.31E+03	5.35E+03	6.46E+03
8	1.78E+03	2.33E+03	3.15E+03	4.06E+03	5.06E+03	6.12E+03
9	1.78E+03	2.29E+03	3.04E+03	3.89E+03	4.82E+03	5.82E+03
10	1.96E+03	2.53E+03	3.38E+03	4.33E+03	5.35E+03	6.43E+03
11	946.17E+00	1.44E+03	2.27E+03	3.28E+03	4.48E+03	5.87E+03
12	2.40E+03	3.64E+03	5.70E+03	8.23E+03	11.22E+03	14.68E+03
13	4.04E+03	6.13E+03	9.61E+03	13.88E+03	18.94E+03	24.78E+03
14	4.27E+03	6.48E+03	10.16E+03	14.67E+03	20.01E+03	26.19E+03
15	25.24E+03	38.36E+03	60.17E+03	86.91E+03	118.59E+03	155.20E+03
16	137.46E+03	253.61E+03	492.38E+03	848.86E+03	1.35E+06	2.01E+06
17	30.55E+03	56.68E+03	110.50E+03	190.93E+03	303.37E+03	453.18E+03

ORDER NO= 6.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	169.97E+00	207.22E+00	258.86E+00	314.47E+00	375.56E+00	443.18E+00
2	711.60E+00	858.95E+00	1.06E+03	1.26E+03	1.47E+03	1.70E+03
3	449.79E+00	555.62E+00	745.52E+00	999.08E+00	1.31E+03	1.67E+03
4	658.78E+00	918.44E+00	1.33E+03	1.81E+03	2.35E+03	2.93E+03
5	293.50E+00	455.62E+00	784.24E+00	1.21E+03	1.72E+03	2.29E+03
6	783.97E+00	1.06E+03	1.51E+03	2.02E+03	2.59E+03	3.21E+03
7	468.17E+00	608.43E+00	893.35E+00	1.28E+03	1.76E+03	2.31E+03
8	201.09E+00	428.10E+00	846.02E+00	1.37E+03	1.98E+03	2.65E+03
9	476.60E+00	456.25E+00	472.50E+00	654.92E+00	1.00E+03	1.45E+03
10	997.83E+00	1.13E+03	1.28E+03	1.42E+03	1.58E+03	1.78E+03
11	1.73E+03	2.13E+03	2.70E+03	3.33E+03	4.05E+03	4.86E+03
12	4.23E+03	5.20E+03	6.59E+03	8.13E+03	9.88E+03	11.88E+03
13	7.16E+03	8.81E+03	11.15E+03	13.77E+03	16.73E+03	20.11E+03
14	7.57E+03	9.31E+03	11.79E+03	14.56E+03	17.69E+03	21.26E+03
15	45.03E+03	55.40E+03	70.17E+03	86.61E+03	105.23E+03	126.44E+03
16	245.54E+03	366.69E+03	574.96E+03	846.92E+03	1.20E+06	1.64E+06
17	54.58E+03	81.97E+03	129.04E+03	190.50E+03	269.49E+03	369.58E+03

ORDER NO= 7.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	176.71E+00	225.67E+00	296.93E+00	375.29E+00	460.83E+00	553.48E+00
2	739.83E+00	935.40E+00	1.21E+03	1.50E+03	1.81E+03	2.12E+03
3	704.92E+00	945.86E+00	1.31E+03	1.72E+03	2.16E+03	2.62E+03
4	802.47E+00	1.12E+03	1.61E+03	2.15E+03	2.74E+03	3.37E+03
5	625.91E+00	859.84E+00	1.23E+03	1.67E+03	2.16E+03	2.69E+03
6	578.74E+00	867.63E+00	1.33E+03	1.87E+03	2.48E+03	3.12E+03
7	712.68E+00	1.07E+03	1.62E+03	2.27E+03	2.98E+03	3.74E+03
8	985.13E+00	1.38E+03	1.97E+03	2.64E+03	3.36E+03	4.13E+03
9	1.34E+03	1.78E+03	2.43E+03	3.13E+03	3.88E+03	4.65E+03
10	1.15E+03	1.50E+03	2.01E+03	2.56E+03	3.15E+03	3.76E+03
11	1.80E+03	2.31E+03	3.08E+03	3.95E+03	4.93E+03	6.03E+03
12	4.40E+03	5.67E+03	7.58E+03	9.73E+03	12.16E+03	14.88E+03
13	7.45E+03	9.60E+03	12.82E+03	16.46E+03	20.57E+03	25.16E+03
14	7.88E+03	10.15E+03	13.55E+03	17.40E+03	21.75E+03	26.60E+03
15	46.83E+03	60.35E+03	80.53E+03	103.40E+03	129.17E+03	157.97E+03
16	255.32E+03	399.36E+03	659.54E+03	1.01E+06	1.47E+06	2.05E+06
17	56.76E+03	89.27E+03	148.02E+03	227.35E+03	330.68E+03	461.57E+03

ORDER NO= 7.500ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	45.77E+00	52.20E+00	60.09E+00	68.69E+00	79.61E+00	94.08E+00
2	191.61E+00	216.38E+00	245.10E+00	274.95E+00	311.97E+00	360.14E+00
3	145.94E+00	142.69E+00	154.60E+00	216.74E+00	327.22E+00	470.64E+00
4	432.54E+00	483.97E+00	543.23E+00	608.24E+00	695.02E+00	813.08E+00
5	333.07E+00	399.95E+00	515.73E+00	671.83E+00	868.67E+00	1.10E+03
6	178.13E+00	279.77E+00	456.27E+00	672.29E+00	920.73E+00	1.20E+03
7	249.64E+00	342.72E+00	493.84E+00	673.06E+00	876.21E+00	1.10E+03
8	425.56E+00	497.01E+00	584.23E+00	668.14E+00	754.68E+00	848.47E+00
9	191.10E+00	192.73E+00	202.96E+00	255.41E+00	360.72E+00	506.77E+00
10	386.54E+00	404.22E+00	391.51E+00	344.36E+00	275.42E+00	213.21E+00
11	468.36E+00	540.77E+00	633.65E+00	737.54E+00	869.53E+00	1.04E+03
12	1.14E+03	1.31E+03	1.52E+03	1.76E+03	2.08E+03	2.51E+03
13	1.93E+03	2.21E+03	2.58E+03	2.99E+03	3.53E+03	4.25E+03
14	2.04E+03	2.34E+03	2.73E+03	3.17E+03	3.73E+03	4.50E+03
15	12.12E+03	13.95E+03	16.28E+03	18.90E+03	22.28E+03	26.82E+03
16	66.10E+03	92.36E+03	133.45E+03	184.97E+03	253.62E+03	348.00E+03
17	14.70E+03	20.65E+03	29.95E+03	41.61E+03	57.13E+03	78.46E+03

ORDER NO= 8.000ICIN YAPILAN INCELEME SONUCLARI

KUTLENO	RPM					
	650	800	1000	1200	1400	1600
1	93.07E+00	139.00E+00	213.39E+00	301.85E+00	403.39E+00	517.05E+00
2	389.66E+00	576.16E+00	870.43E+00	1.21E+03	1.58E+03	1.98E+03
3	619.49E+00	879.25E+00	1.29E+03	1.75E+03	2.27E+03	2.82E+03
4	868.50E+00	1.20E+03	1.71E+03	2.30E+03	2.94E+03	3.63E+03
5	1.09E+03	1.48E+03	2.07E+03	2.74E+03	3.47E+03	4.26E+03
6	1.31E+03	1.74E+03	2.40E+03	3.15E+03	3.97E+03	4.84E+03
7	1.51E+03	1.98E+03	2.71E+03	3.52E+03	4.40E+03	5.35E+03
8	1.68E+03	2.20E+03	2.97E+03	3.84E+03	4.78E+03	5.77E+03
9	1.79E+03	2.33E+03	3.13E+03	4.02E+03	4.98E+03	6.01E+03
10	1.85E+03	2.40E+03	3.20E+03	4.10E+03	5.06E+03	6.08E+03
11	926.62E+00	1.40E+03	2.18E+03	3.14E+03	4.27E+03	5.58E+03
12	2.35E+03	3.53E+03	5.49E+03	7.88E+03	10.71E+03	13.97E+03
13	3.95E+03	5.95E+03	9.26E+03	13.30E+03	18.07E+03	23.58E+03
14	4.18E+03	6.29E+03	9.78E+03	14.05E+03	19.10E+03	24.92E+03
15	24.70E+03	37.22E+03	57.93E+03	83.24E+03	113.16E+03	147.67E+03
16	134.54E+03	246.06E+03	474.06E+03	813.03E+03	1.29E+06	1.91E+06
17	29.90E+03	55.00E+03	106.39E+03	182.87E+03	289.47E+03	431.20E+03

```
15 - TORSIONAL VIBRATION DATA INQUIRY                              TIME: 08:43:38
3508B  DI          ENGINE TORSIONAL VIBRATION        PARAMETERS REF: TM3300
APPL TYPES: GSMA                 ROTATION: STD      EFF SER NO:
DM1278-00                        ARRG REF:


INFO CODE 01 - ENGINE FRONT DRIVEN EQUIPMENT * * * * * * * * * * * * * * * * * *

NO Driven equipment

INFO CODE 02 - ENGINE DAMPER DATA * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *

                        LUMPED MASS HUB/HSG   WGT/FLY   CONSTANT   RIGIDITY
REFERENCE     DAMPER     J IF APPLIC    J         J         C          K
 NUMBER     DESCRIPTION     NMS2      NMS2      NMS2     NMS/RAD    MNM/RAD
  8N7182  VISCONIC         ------     1.28600   1.67800   508.40      .367

INFO CODE 03 - ENGINE COMPONENTS  * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
    DEGREES TO FIRING                          J VALUE      K VALUE     MIN DIA
----- AFTER 1R FIRES ---    ----ENGINE-----     NMS2       MNM/RAD       MM
     -            -         8N7182 VIS DPR    ------       ------      ------
     -            -         AND GEARS          3.58400     11.637      135.00
 1R- - 0      1L- - 90      THROW Ö1           1.86000      6.779      135.00
 2R- - 270    2L- - 360     THROW Ö2           1.17800      6.779      135.00
 3R- - 450    3L- - 540     THROW Ö3           1.17800      6.779      135.00
 4R- - 180    4L- - 630     THROW Ö4           1.86000     11.637      135.00
     -            -         CRANK AND GEARS     .44500     ------      ------

ROT MASS  9.25800 KG     RECIP MASS 13.84300 KG     TOT INERTIA 10.10500 NMS2
 COMPONENT NOTES:  FOR EACH CYLINDER (OR THROW), DAMPING TO GROUND =
         45 NMS/RAD.

INFO CODE 04 - ENGINE REAR DRIVEN EQUIPMENT * * * * * * * * * * * * * * * * * *

REFERENCE   EQUIPMENT NAME    J VALUE    -----SHAFT DATA  MM  ----
NUMBER      AND OPER MODE     NMS2       LENGTH   NOM DIA  MIN DIA
 7N7732    FLYWHEEL AS.       5.87500   ------   ------   ------
```

PMG Ana Makina
CAT 3508B
Seri no: 7SM00476

Engine Spec System

CYLINDER ARRANGEMENT	60V	
NUMBER OF CYLINDERS	8	CYL
CYLINDER BORE DIAMETER	6.69	IN
PISTON STROKE	7.48	IN
TOTAL CYLINDER DISPLACEMENT	4214	CU IN
COMPRESSION RATIO (TO ONE)	14.0 TO 1	
CRANKSHAFT ROTATION (FROM FLYWHEEL END)	STD	
CYLINDER FIRING ORDER	1-2-7-3-4-	
CYLINDER FIRING ORDER - CONTINUED	5-6-8	
NUMBER 1 CYLINDER LOCATION	R FRONT	
STROKES/COMBUSTION CYCLE	4	STROKES

CATERPILLAR®

3508B
MARINE PROPULSION

1115 mhp
(1100 bhp)
820 bkW

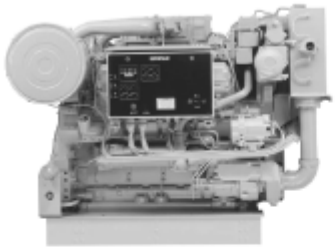


Image shown may not reflect actual Engine

SPECIFICATIONS

V-8, 4-Stroke-Cycle-Diesel

Emissions	IMO
Displacement	34.5 L (2105 cu in)
Rated Engine Speed	1600
Bore	
Stroke	
Aspiration	Turbocharged-Aftercooled
Governor	Electronic
Cooling System	Heat Exchanger
Weight, Net Dry (approx.)	5,216 kg (11,499 lb)
Refill Capacity	
Cooling System	0.0 L (0.0 Gal)
Lube Oil System	
Oil Change Interval	500 hrs
Caterpillar Diesel Engine Oil 10W30 or 15W40	
Standard Sump Oil Pan	
Rotation (from flywheel end)	Counterclockwise
Flywheel and Flywheel Housing	
Flywheel Teeth	

STANDARD ENGINE EQUIPMENT

Air Inlet System

Corrosion resistant coated separate circuit aftercooler core, regular duty air cleaners with service indicator, dual turbochargers

Control System

Dual Advanced Diesel Engine Management (ADEM II) modules with electronically controlled unit injectors

Cooling System

Auxiliary fresh water pump, non-self-priming centrifugal auxiliary sea water pump, gear driven centrifugal jacket water pump, expansion tank, engine oil cooler, thermostats and housing

Exhaust System

Dry gas-tight exhaust manifolds with thermo-laminated heat shields, dual turbochargers with watercooled bearings and thermo-laminated heat shields, vertical exhaust outlet

Fuel System

Electronic Unit Injector fuel system, RH fuel filter with service indicators, fuel transfer pump

Instrumentation

RH electronic instrument panel with analog gauges and digital display of data for oil and fuel pressure, oil and fuel filter differential, system DC voltage, exhaust and water temperature, and air inlet restriction; digital display only for tachometer, service meter, and fuel consumption (total and instantaneous); engine start/stop switch

Lube System

Top mounted crankcase breather, RH oil filter with service indicators, RH oil level gauge, RH oil filler, gear type oil pump, standard sump oil pan

Mounting System

Ledge type engine length mounting rails

Power Take-Offs

Accessory drive on lower RH and lower LH, two-sided front housing

Protection System

ADEM II electronic monitoring system with customer programmable engine deration strategies, emergency stop push button

General

Vibration damper and guard, Caterpillar yellow paint, lifting eyes (Engines for heat exchanger cooling do NOT include heat exchanger. Keel cooling conversions available.)



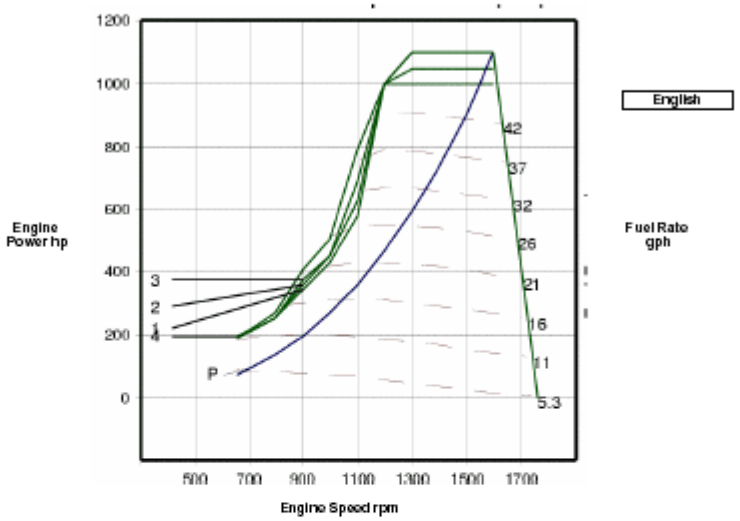
6 May 2003 9:20 AM

CATERPILLAR® 3508B MARINE PROPULSION

1115 mhp (1100 bhp) 820 bkW

PERFORMANCE CURVES

C-Intermittent - DM4392-02 Aftercooler Temperature 30° C (86° F)



Engine Speed rpm	Engine Power hp	Engine Torque lb ft	BSFC lb/hp-hr	Fuel Rate gph
Zone 1 Curve 1				
1600	1000	283.6	.330	47.3
1400	1000	752.7	.326	46.5
1200	1000	378.2	.322	46.1
1000	430	260.6	.350	21.6
800	253	663.9	.381	13.8
650	190	538.6	.398	10.8
Zone 2 Curve 2				
1600	1050	446.6	.330	49.5
1400	1050	939.3	.324	48.6
1200	1000	378.2	.322	45.9
1000	451	366.8	.352	22.6
800	253	663.9	.381	13.8
650	190	538.6	.398	10.8
Zone 3 Curve 3				
1600	1100	609.6	.330	51.9
1400	1100	125.2	.324	50.8
1200	1000	378.2	.321	45.8
1000	451	366.8	.352	22.6
800	253	663.9	.381	13.8
650	190	538.6	.398	10.8

Engine Speed rpm	Engine Power hp	Engine Torque lb ft	BSFC lb/hp-hr	Fuel Rate gph
Max Limit Curve 4				
1600	1100	609.6	.330	51.9
1400	1100	125.2	.324	50.8
1200	1000	378.2	.321	45.8
1000	502	633.8	.355	25.4
800	271	778.3	.386	14.9
650	197	593.1	.401	11.3
Prop Demand Curve P				
1600	1100	609.6	.330	51.9
1400	737	763.6	.335	35.2
1200	464	030.5	.340	22.6
1000	268	410.2	.357	13.7
800	137	902.8	.388	7.6
650	74	595.9	.449	4.7

NOTE: Curve P is a cubic prop demand curve with 3.0 exponent for displacement hulls only.

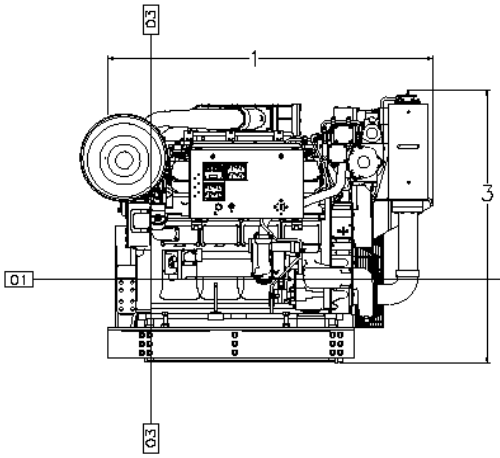
2 6 May 2003 9:20 AM

CATERPILLAR® 3508B MARINE PROPULSION

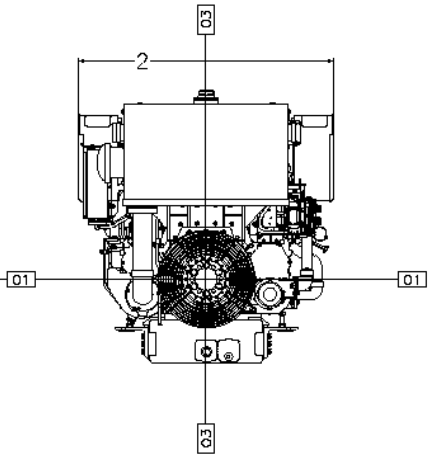
1115 mhp (1100 bhp) 820 bkW

DIMENSIONS

Right Side



Front



Engine Dimensions*		
(1) Length to Flywheel Housing	2350.4 mm	92.54 in
(2) Width	1703.0 mm	67.05 in
(3) Height	1821.0 mm	71.69 in
Weight, Net Dry (approx)	5216 kg	11,499 lb

Note: Do not use for installation design. See general dimension drawings for detail (Drawing # 1102754).

CATERPILLAR®

3508B **MARINE PROPULSION**

1115 mhp (1100 bhp) 820 bkW

RATING DEFINITIONS AND CONDITIONS

C Rating (Intermittent) -
% Load Factor: 20 to 80
% Time at Rated RPM: up to 50
Typical Time at Full Load: 6 hours out of 12
Typical Hour/Year: 2000 to 4000
Typical Applications: Vessels such as ferries, harbor tugs, fishing boats moving at higher speeds out and back (i.e. lobster, crayfish, and tuna), off shore service boats, and also displacement hull yachts and short trip coastal freighters where engine load and speed are cyclical.

Power at declared engine speed is in accordance with ISO8665. Caterpillar maintains ISO9000 approved engine test facilities to assure calibration of test equipment. Electronically controlled engines are set at the factory at the advertised power corrected to standard ambient conditions. The published fuel consumption rates are in accordance with ISO3046-1.

Fuel rates are based on fuel oil of 35° API [16°C (60°F)] gravity having an LHV of 42 780 kJ/kg (18,390 Btu/lb) when used at 29°C (85°F) and weighing 838.9 g/L (7.001 lb/U.S. gal). Additional ratings may be available for specific customer requirements. Consult your Caterpillar representative for additional information.

Borusan POwer Systems, Istanbul can provide additional information.

Contact Information:

Name: Cenk SEN
Phone: 0 216 493 28 95
Email: csen@borusan.com

Performance data is calculated in accordance with tolerances and conditions stated in this specification sheet and is only intended for purposes of comparison with other manufacturer's engines. Actual engine performance may vary according to the particular application of the engine and operating conditions beyond Caterpillar's control. Power produced at the flywheel will be within standard tolerances up to 50° C (122° F) combustion air temperature measured at the air cleaner inlet, and fuel temperature up to 52° C (125°F) measured at the fuel filter base. Power rated in accordance with NMMA procedure as crankshaft power. Reduce crankshaft power by 3% for propeller shaft power.

Performance No.: DM4392-02
Feature Code: 508DM22
U.S. Sourced
6 May 2003 447460

©2003 Caterpillar
All rights reserved.
Materials and specifications are subject to change without notice.
The International System of Units (SI) is used in this publication.

ÖZGEÇMİŞ

İbrahim ÇINAROĞLU, 20 Ağustos 1976'da Eskişehir'de doğdu. Lise öğrenimini Deniz Lisesi Komutanlığı'nda tamamladıktan sonra, yüksek öğrenimini Deniz Harp Okulu Komutanlığı Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği bölümünde, 1994–1998. yılları arasında tamamladı. Eylül 2000'e kadar TCG Cezayirli Gazi Hasanpaşa Komutanlığı'nda Makine Bölümünde Elektrik Subayı olarak görev yaptı. Eylül 2000 tarihinden itibaren İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Gemi İnşaatı Mühendisliği Programında yüksek lisans çalışmasına başladı.